

GUIDE D'AIDE A LA DECISION POUR LA GESTION DU MILIEU AGRICOLE EN CAS D'ACCIDENT NUCLEAIRE

Version 2012



avec la collaboration de :

ARVALIS - Institut du végétal

CETIOM - Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux et du Chanvre

DGAL - Direction Générale de l'Alimentation au Ministère de l'Agriculture

IDELE - Institut de l'élevage

IFIP - Institut du Porc

IFV - Institut Français de la vigne et du vin

ITB - Institut Technique de la Betterave

ITAVI - Institut Technique de l'AViculture

avec le financement de :

la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL)

l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)

PREAMBULE

Le *Guide d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire* est un outil destiné aux acteurs locaux et nationaux potentiellement concernés par la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire. Cet outil a un double objectif :

- au stade de la préparation, favoriser, dès à présent, une réflexion des acteurs concernés pour qu'ils s'approprient les questions posées par le milieu agricole en cas d'accident nucléaire et ainsi leur permettre d'anticiper une éventuelle situation post-accidentelle et de mettre en place des conditions et des moyens susceptibles d'en faciliter la gestion ;
- en cas de crise réelle, guider ces acteurs pour définir des stratégies de gestion des différentes filières agricoles adaptées à l'accident et aux territoires affectés.

De 2005 à 2007, la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL¹) et l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) ont soutenu la rédaction du *Guide d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire* destiné aux services de l'Etat compétents sur ces sujets. Ce guide, corédigé par l'Association de Coordination Technique Agricole (ACTA) et l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), en collaboration avec des acteurs de l'agriculture (Arvalis - Institut du Végétal, CTIFL², ENTAV-ITV³, IFIP⁴, Institut de l'Élevage, ITAVI⁵), a été diffusé auprès de ces services et utilisé notamment pendant les exercices de crise nationaux à volet post-accidentel.

La rédaction de la première version du *Guide d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire* a permis de valoriser l'effort engagé par différents acteurs agricoles et de la radioprotection français dans les programmes européens FARMING (5^{ème} PCRD EURATOM) et EURANOS (6^{ème} PCRD - EURATOM), dont l'objectif était d'élaborer des outils opérationnels (fiches, guides) pour la réhabilitation du milieu agricole après un accident nucléaire. Le groupe de travail français était présidé par un représentant du Ministère chargé de l'Agriculture, coordonné par l'INA-PG⁶ et associait, au-delà des acteurs déjà cités, la FNSEA⁷, le CETIOM⁸, l'ITL⁹, la FNPL¹⁰ et le CEPN¹¹. Ce travail faisait également suite aux conclusions du Conseil général du GREF¹² et de la DGAL, mettant en évidence le besoin de disposer d'éléments techniques aptes à faciliter l'action des services déconcentrés de l'agriculture en cas d'accident nucléaire.

Depuis la publication de la première version du guide, les travaux sur les questions post-accidentelles se sont poursuivis, notamment au sein du Comité Directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire (CODIRPA) mis en place par l'ASN en juin 2005¹³ et chargé de définir et de mettre en œuvre les dispositions nécessaires pour répondre aux situations post-accidentelles. Le CODIRPA¹⁴ a, par exemple, défini une doctrine et des outils pour la gestion spécifique du risque alimentaire lié à l'ingestion de radionucléides en phase post-accidentelle.

Le retour d'expérience a aussi fait apparaître le besoin de compléter les filières agricoles prises en compte dans le guide par les filières « oléagineux » et « betterave sucrière » très représentées au niveau national et qui présentent des spécificités vis-à-vis de la gestion post-accidentelle.

Pour ces multiples raisons, l'ASN et la DGAL ont fait parvenir, en 2011, à l'ACTA et à l'IRSN une lettre de commande pour effectuer une mise à jour du *Guide d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire*. Cette mise à jour a permis d'intégrer des éléments de doctrine post-accidentelle actualisés d'après les travaux du CODIRPA, de réviser les options stratégiques au regard des retours d'expérience de l'utilisation du guide, et d'ajouter des éléments spécifiques de gestion pour les filières non abordées dans la version précédente du guide (oléagineux et betterave sucrière).

¹ Direction Générale du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire

² CTIFL : Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes

³ ENTAV-ITV : Institut de la Vigne et du Vin

⁴ IFIP : Institut du Porc

⁵ ITAVI : Institut Technique de l'Aviculture

⁶ INA-PG (aujourd'hui Agro Paris Tech) : Institut National Agronomique de Paris-Grignon

⁷ FNSEA : Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles

⁸ CETIOM : Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains

⁹ ITL : Institut Technique du Lin

¹⁰ FNPL : Fédération Nationale des Producteurs de Lait

¹¹ CEPN : Centre d'étude sur l'Évaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire

¹² GREF : Conseil général du génie rural, des eaux et des forêts

¹³ Directive interministérielle du 7 avril 2005 sur l'action de pouvoirs publics en situation d'urgence radiologique

¹⁴ <http://www.asn.fr/index.php/Bas-de-page/Sujet-Connexes/Gestion-post-accidentelle/Comite-directeur-gestion-de-phase-post-accidentelle>

Introduction

- Contexte d'utilisation du guide
- Comment utiliser le guide ?
- De quelle information l'utilisateur doit-il disposer en préalable à l'utilisation du guide ?

Troupeaux laitiers

Fiche d'aide à la décision
Fiche « Stratégie »
Fiches « Options de gestion »

Troupeaux allaitants

Fiche d'aide à la décision
Fiche « Stratégie »
Fiches « Options de gestion »

Elevages de porcs, volailles et veaux

Fiche d'aide à la décision
Fiche « Stratégie »
Fiches « Options de gestion »

Cultures de plein champ et prairies

Fiche d'aide à la décision
Fiche « Stratégie »
Fiches « Options de gestion »

Cultures sous abris (serres et tunnels)

Fiche d'aide à la décision
Fiche « Stratégie »
Fiches « Options de gestion »

Vignes et Vergers

Fiche d'aide à la décision
Fiche « Stratégie »
Fiches « Options de gestion »

Informations générales

1. Concepts de radioprotection
2. Le risque nucléaire et sa gestion
3. Contamination de l'environnement
4. Réglementation
5. Éléments sur les filières agricoles

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version 2007

• Auteurs

ORGANISMES	REPRESENTANTS
ACTA - Association de Coordination Technique Agricole	Laetitia FOURRIE
ARVALIS - Institut du végétal	François GROSJEAN
CTIFL - Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes	Didier ADAM
ENTAV - ITV France (Institut Français de la Vigne et du Vin)	Caroline PRÉTET Aurélié MICHEL
IFIP - Institut du Porc	Bernard FOSTIER
Institut de l'Élevage	Sophie BERTRAND
IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire	Nicolas REALES Bruno CESSAC
ITAVI - Institut Technique de l'AViculture	Claude AUBERT

Version 2012

• Auteurs

ORGANISMES	REPRESENTANTS
ACTA, le réseau des Instituts techniques des filières animales et végétales	Nina RABOURDIN
ASN - Autorité de Sûreté Nucléaire	Florence GALLAY
ARVALIS - Institut du végétal	Bruno BARRIER-GUILLOT
CETIOM - Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux et du Chanvre	Sylvie DAUGUET
DGAL - Direction Générale de l'Alimentation au Ministère de l'Agriculture	David BROUQUE
IDELE - Institut de l'élevage	Sophie BERTRAND
IFIP - Institut du Porc	Bernard FOSTIER
IFV - Institut Français de la vigne et du vin	Aurélié CAMPONOVO
IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire	Nicolas REALES Bruno CESSAC
ITB - Institut Technique de la Betterave	Michel CARIOLLE
ITAVI - Institut Technique de l'AViculture	Claude AUBERT

• Modifications

La réactualisation du guide a consisté à :

- intégrer les éléments portant sur la doctrine post-accidentelle définie par le CODIRPA ;
- apporter des compléments aux fiches descriptives des actions de gestion et aux éléments de présentation des filières agricoles françaises.

Cette version du guide prend en compte la doctrine post-accidentelle définie par le CODIRPA telle que connue au 7 septembre 2012.

FICHES	PRINCIPALES MODIFICATIONS APPORTEES A CETTE NOUVELLE VERSION
Sommaire	Mise à jour
Historique des modifications	Nouvelle fiche
Introduction	Mise à jour (première présentation des zonages post-accidentels)
Préambule	Mise à jour
Fiche 1.2	Mise à jour (précisions sur l'exposition des opérateurs agricoles...)
Fiche 1.3	Mise à jour (données relatives à l'exposition annuelle de la population française,...)
Fiche 2.2	Mise à jour (tableau, sigles...)
Fiche 2.3	Mise à jour (schéma de l'organisation nationale de crise,...)
Fiche 2.4 (ex. Fiche 2.5)	Mise à jour
Fiche 2.5 (ex. Fiche 2.4)	Refonte complète
Fiche 2.6	Nouvelle fiche
Fiche 2.7	Nouvelle fiche
Fiche 2.8	Nouvelle fiche
Fiche 2.9	Nouvelle fiche
Fiche 2.10	Nouvelle fiche
Fiche 2.11 (ex. Fiche 2.6)	Mise à jour (précisions sur le rôle des mesures en phase post-accidentelle)
Fiche 3.1	Mise à jour
Fiche 3.2	Mise à jour (référence à l'accident de Fukushima)
Fiche 3.4	Modification de la définition du phénomène de translocation
Fiche 4.1	Mise à jour (retour d'expérience de l'accident de Fukushima,...)
Fiche 4.2	Mise à jour (retour d'expérience de l'accident de Fukushima, suppression de la référence à Tchernobyl)
Fiches 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 et 5.6	Mise à jour des données et ajout d'informations spécifiques aux filières « oléagineux » et « betterave sucrière »
Fiches d'aide à la décision et stratégies	Refonte complète

Cette introduction du *Guide d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire* présente de manière synthétique :

- le contexte d'utilisation du guide, son rôle et son articulation avec les autres outils de gestion en cas d'accident nucléaire et ses limites ;
- la manière de l'utiliser ;
- les informations qui devraient être fournies à ses utilisateurs.

CONTEXTE D'UTILISATION DU GUIDE AGRICOLE

DANS QUELLES CIRCONSTANCES UTILISER LE GUIDE ?

Le *guide d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire* est, avant tout, un outil devant, en cas d'accident, aider les agents de l'Etat au service du préfet à définir et à mettre en œuvre les options de gestion du milieu agricole les plus pertinentes. Dans le cadre de la préparation, il peut aussi servir de *vade-mecum* technique à toutes les « parties prenantes » (opérateurs agricoles et agroalimentaires et leurs représentants) afin de :

- favoriser, dès à présent, une réflexion des acteurs concernés pour qu'ils s'approprient les questions posées par la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire ;
- permettre à ces acteurs, sur la base de cette réflexion, d'anticiper une éventuelle situation post-accidentelle et de mettre en place des conditions et des moyens susceptibles d'en faciliter la gestion.

Point important, le guide donne des orientations de gestion mais n'a pas de valeur réglementaire.

LES CONNAISSANCES INDISPENSABLES A SON UTILISATION [CF. FICHE 2.6]

En cas d'accident nucléaire entraînant des rejets de radionucléides dans l'environnement¹, la **phase d'urgence** (elle-même composée de la phase de menace, de la phase de rejet et de la sortie de la phase d'urgence) doit voir l'accent mis sur la **protection des populations**. Diverses actions de protection d'urgence sont prévues dans les Plans Particuliers d'Intervention (PPI) pour prévenir ou réduire l'exposition de la population au moment du passage des masses d'air contaminées (mise à l'abri et à l'écoute, évacuation, prise de comprimés d'iode stable en cas d'accident impliquant des isotopes radioactifs de l'iode²).

Dès la **sortie de la phase d'urgence**, des actions sont à mettre en œuvre ou à initier pour assurer la protection des populations vis-à-vis de substances radioactives déposées dans l'environnement, notamment vis-à-vis de l'ingestion de denrées produites localement qui constitue, sur le long terme, la principale voie d'exposition des populations aux substances radioactives déposées dans l'environnement. Ces actions visent à anticiper la gestion de la phase post-accidentelle. Elles seront à mettre en œuvre dans le cadre d'un **premier zonage post-accidentel, établi sur la base d'une modélisation prédictive** des expositions futures de la population. Ce zonage constitue un cadre structurant pour la gestion post-accidentelle. Deux zones à vocations différentes doivent être distinguées :

- une **zone de protection des populations (ZPP)** [Cf. FICHE 2.6] à l'intérieur de laquelle des actions sont nécessaires pour réduire l'exposition des populations ;
- une **zone de surveillance renforcée des territoires (ZST)** [Cf. FICHE 2.6], plus étendue et davantage tournée vers une gestion économique, au sein de laquelle une surveillance spécifique des denrées alimentaires et des produits agricoles sera mise en place.

Le cas échéant, à l'intérieur de la zone de protection des populations, sera introduit un périmètre, appelé **périmètre d'éloignement**, au sein duquel les résidants devront être éloignés pour une durée longue si l'exposition externe liée à la présence de substances radioactives dans l'environnement le justifie.

Le zonage est décidé par l'autorité locale représentée par le préfet, qui établit ce zonage sur les recommandations de l'ASN à partir des évaluations de conséquences fournies par l'IRSN. Une fois adopté, ce premier zonage est porté à la connaissance des services locaux et des élus, au travers d'**arrêtés préfectoraux**, pour sa déclinaison administrative et opérationnelle.

¹ Pour complément d'information, voir la fiche 2.5 de la partie 2 du présent document

² Pour complément d'information, voir les fiches 2.4 et 4.1 de la partie 2 du présent document

LE GUIDE AGRICOLE ET LA DOCTRINE POST-ACCIDENTELLE

La gestion de l'alimentation et de l'agriculture se fait surtout une fois la protection d'urgence de la population prise en compte. Le délai avant la mise en œuvre concrète des actions de gestion sur l'alimentation et l'agriculture doit permettre un recensement le plus précis et exhaustif possible des productions agricoles de la zone affectée par l'accident, délimitée par le zonage post-accidentel.

Le *guide d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire* permet de mener une réflexion sur les actions à mettre en œuvre. Ces actions doivent se décider de manière concertée avec les parties prenantes : agriculteurs, experts et autorités compétentes (les services du préfet). **Le présent guide n'est donc pas un outil décisionnel direct** : les stratégies et actions proposées doivent toujours être envisagées sous l'angle de leur faisabilité concrète, d'où l'importance de l'implication des parties prenantes directement touchées par leur application. Il reste un **outil d'aide à la décision**, qui doit être formulée au regard de la situation concrète, des recommandations décidées au niveau national, et des résultats d'évaluation décrits précédemment.

QUELQUES IMPERATIFS A PRENDRE EN COMPTE PENDANT LA REFLEXION

Trois éléments doivent être pris en compte lors de l'utilisation du guide :

- le zonage post-accidentel décrit ci-dessus, qui va déterminer différentes zones pour lesquelles des actions spécifiques (détaillées dans le présent guide) seront à mettre en œuvre ;
- l'état de contamination des filières : chaque filière (animale ou végétale) doit faire l'objet d'un diagnostic intitulé « évaluation des risques », réalisé en collaboration avec l'IRSN et qui fournit les données précises de contamination et l'anticipation des cinétiques de contamination, y compris le long de la chaîne trophique. Il doit permettre de préciser le degré de contamination des productions brutes et des denrées de consommation et conduit à envisager soit la valorisation des productions (avec une éventuelle période d'assainissement, notamment pour les denrées d'origine animale) soit leur non-valorisation ;
- la gestion des déchets : à la suite d'un accident nucléaire, il est probable que les filières d'élimination habituelles soient, au moins temporairement, perturbées. Aux déchets produits habituellement, s'ajoutent des déchets inhabituellement produits sur les exploitations agricoles et issus des stratégies de gestion mises en œuvre. Les agriculteurs doivent faire face à des déchets de natures différentes et produits en quantités inhabituelles sur leur exploitation³.

En situation d'urgence, les consignes formulées par les pouvoirs publics (mise à l'abri et à l'écoute, prise de comprimés d'iode stable, voire évacuation) doivent être respectées par les exploitants agricoles. Au-delà des périmètres de mise en œuvre de ces actions de protection, par contre, certaines actions visant à limiter la contamination des stocks et du bétail sont recommandées et détaillées dans le présent guide.

En situation post-accidentelle comme en situation d'urgence, les exploitants agricoles doivent bien sûr respecter les consignes de protection adressées à la population générale. Si un éloignement des populations est décidé, des dispositions spécifiques peuvent cependant être mises en œuvre afin de permettre une intervention humaine sur le lieu de l'exploitation (notamment pour maintenir en vie un troupeau)⁴.

De plus, dans les premiers moments de la phase post-accidentelle, une certaine prudence doit être recommandée pour l'exercice des professions agricoles, notamment au sein de la zone de protection des populations (ZPP). Par la suite, la caractérisation radiologique de l'environnement permet d'affiner les évaluations de l'exposition de la population et des professionnels et, par conséquent, d'affiner les consignes de protection.

³ Pour complément d'information, voir la fiche 2.10 de la partie 2 du présent document

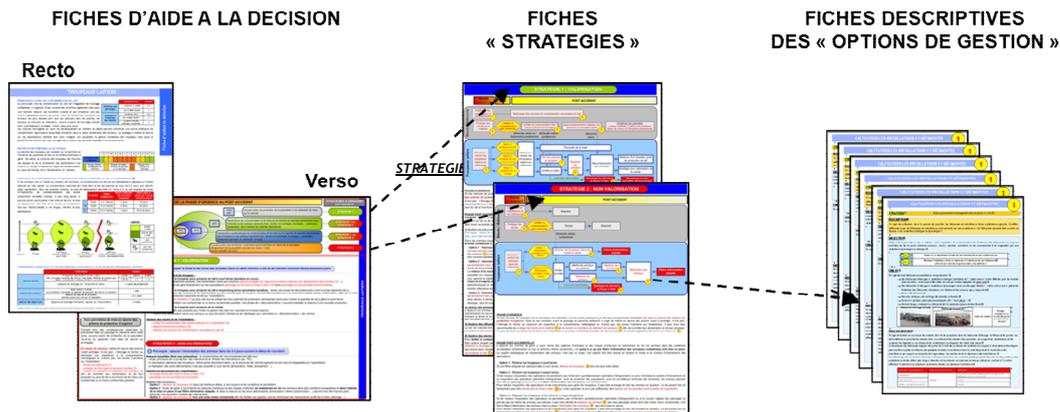
⁴ Pour complément d'information, voir la fiche 4.1 de la partie 2 du présent document

COMMENT UTILISER LE GUIDE ?

STRUCTURE GENERALE DU GUIDE

Le Guide d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire est composé de 2 parties :

- **PARTIE 1** : la partie 1 regroupe un ensemble de fiches d'aide à la décision définies pour chaque filière agricole traitée dans le guide. Chaque fiche d'aide à la décision est accompagnée d'un ensemble de fiches descriptives des options de gestion envisageables pour la filière considérée. Le lien entre les fiches est assuré par une fiche « Stratégies » qui sélectionne et organise les options de gestion en fonction des objectifs définis dans la fiche d'aide à la décision.



- **PARTIE 2** : la partie 2 du guide est composée de fiches d'information générale précisant certains concepts ou éléments relatifs à la radioprotection, aux transferts des radionucléides dans l'environnement et à la gestion d'un accident nucléaire en France. Cette partie fournit également quelques éléments de présentation des filières agricoles étudiées dans le guide.

COMMENT UTILISER LES FICHES DE LA PARTIE 1 DU GUIDE ?

1. COMMENT LIRE LES FICHES D'AIDE A LA DECISION ?

Au recto, les fiches d'aide à la décision présentent, de manière synthétique, les informations essentielles permettant d'appréhender les risques et les mécanismes liés à la contamination et à la conduite de la production considérée. Ces informations sont reprises de manière approfondie dans certaines fiches de la partie informative du guide (PARTIE II). Ces fiches fournissent ainsi des éléments de réponse aux questions suivantes :

- *Quelles sont les principales voies de contamination de la production étudiée ?*
- *Quelles sont les variations dans l'espace et dans le temps, au cours d'un cycle de production, du risque de contamination ?*
- *Comment évolue la contamination de la production étudiée ?*
 - *Quels sont les niveaux de contamination et la cinétique de transfert des principaux radionucléides ?*
 - *Quelle est la cinétique d'élimination des principaux radionucléides dans l'organisme ?*
- *Quelles sont les principales contraintes agronomiques ou zootechniques liées à la mise en œuvre des options de gestion ?*

Au verso (cf. figure ci-dessous), le schéma constitue l'élément central de l'outil d'aide à la décision. Son objectif est double :

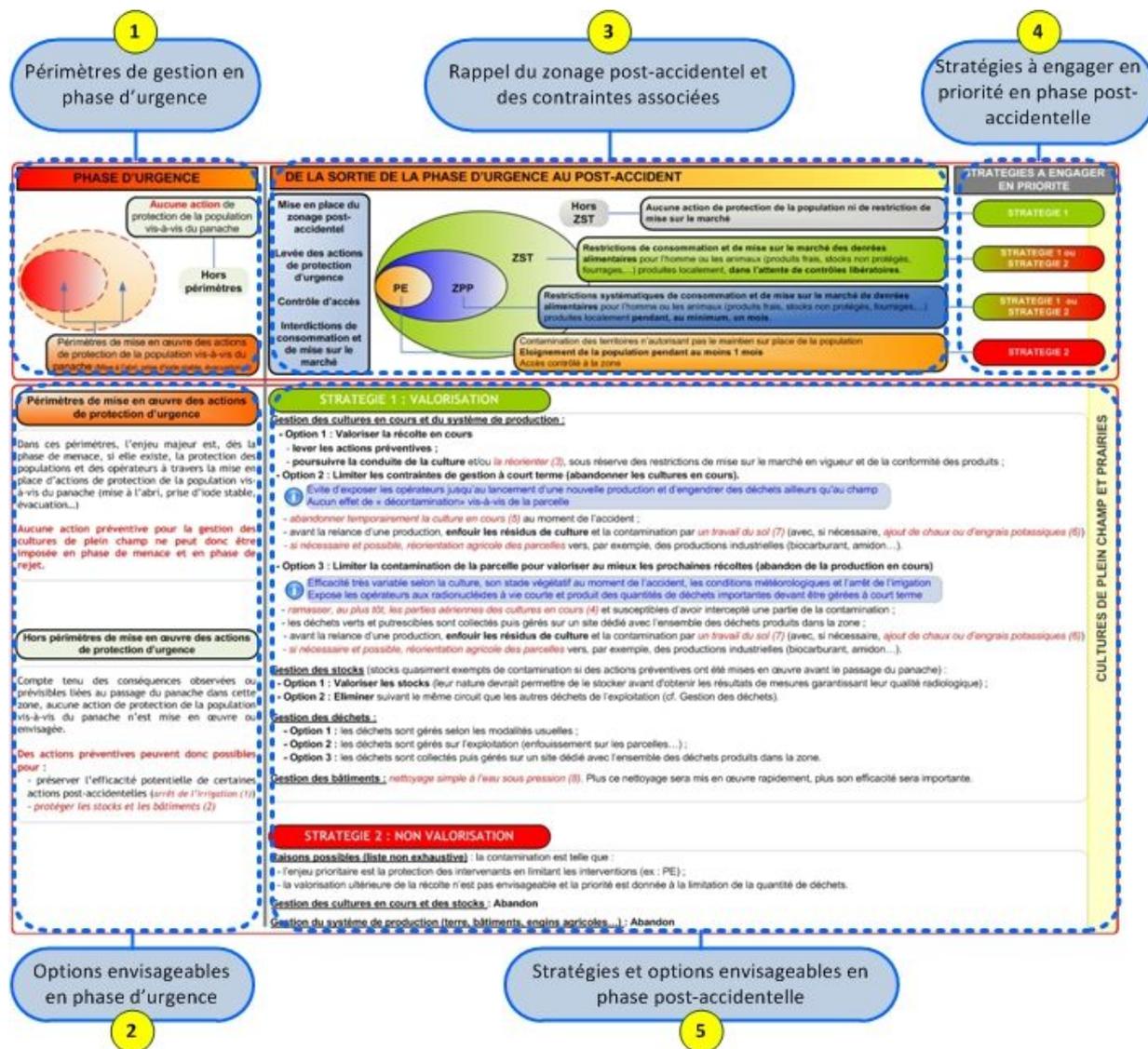
- amener l'utilisateur à nuancer, dans l'espace et dans le temps, les stratégies à mettre en place pour la gestion d'une filière agricole donnée. Dans chaque zone, le choix d'une stratégie devra s'appuyer sur une analyse multicritère de façon à tenir compte du contexte et de l'ampleur de l'accident ;
- présenter, de manière synthétique les stratégies envisageables et les actions associées.

Le schéma présente :

- 1 un découpage du territoire en phase d'urgence délimitant un périmètre au sein duquel des actions de protection de la population doivent être mise en œuvre pour protéger les populations vis-à-vis du panache radioactif. En dehors de ce périmètre, ces actions d'urgence ne sont pas justifiées et des actions de protection du territoire pourraient être mises en œuvre.
- 2 les actions envisageables en phase d'urgence, à l'intérieur de ce périmètre et en dehors. Chaque action fait référence à une fiche technique numérotée (décrite ci-dessous).

De la même manière, on retrouve pour la gestion de la phase post-accidentelle :

- 3 la description du zonage post-accidentel et les contraintes associées à chacune des zones [CF. FICHE 2.6] ;
- 4 les stratégies à engager en priorité en phase post-accidentelle, en fonction des spécificités de chaque zone ;
- 5 une description des deux stratégies envisageables (Cf. FICHES « STRATEGIES » : VALORISATION / NON-VALORISATION) et les options de gestion associées parmi lesquelles l'utilisateur fera son choix en considérant les contraintes radiologiques (imposées, par exemple, par le zonage) mais également les différents enjeux de la gestion de crise (ex : importance de la filière pour le territoire touché, moyens disponibles pour gérer la situation, taille des exploitations...).



2. COMMENT UTILISER LES FICHES « STRATEGIES » ?

Dans chaque zone définie au verso de la fiche d'aide à la décision, le décideur peut être amené à définir une stratégie de gestion de l'espace agricole. Chaque stratégie est détaillée dans une fiche « STRATEGIE » qui présente les options de gestion envisageables pour atteindre les objectifs visés et les organise de manière logique et cohérente, dans le temps et l'espace, les unes par rapport aux autres. Ces stratégies sont présentées sous forme de diagrammes accompagnés de textes justificatifs. Chaque option de gestion envisageable présentée dans la fiche fait référence à une fiche descriptive.

3. LES FICHES DESCRIPTIVES DES ACTIONS DE REHABILITATION

Les fiches descriptives des options de gestion comprennent :

- une description de l'action, de ses objectifs et de ses cibles,
- des éléments techniques sur sa mise en œuvre, les contraintes et les précautions associées,
- des éléments permettant de quantifier ou d'appréhender son efficacité,
- les critères liés à la levée de l'action,
- un ensemble de remarques formulées par les experts des domaines agricole et radiologique.

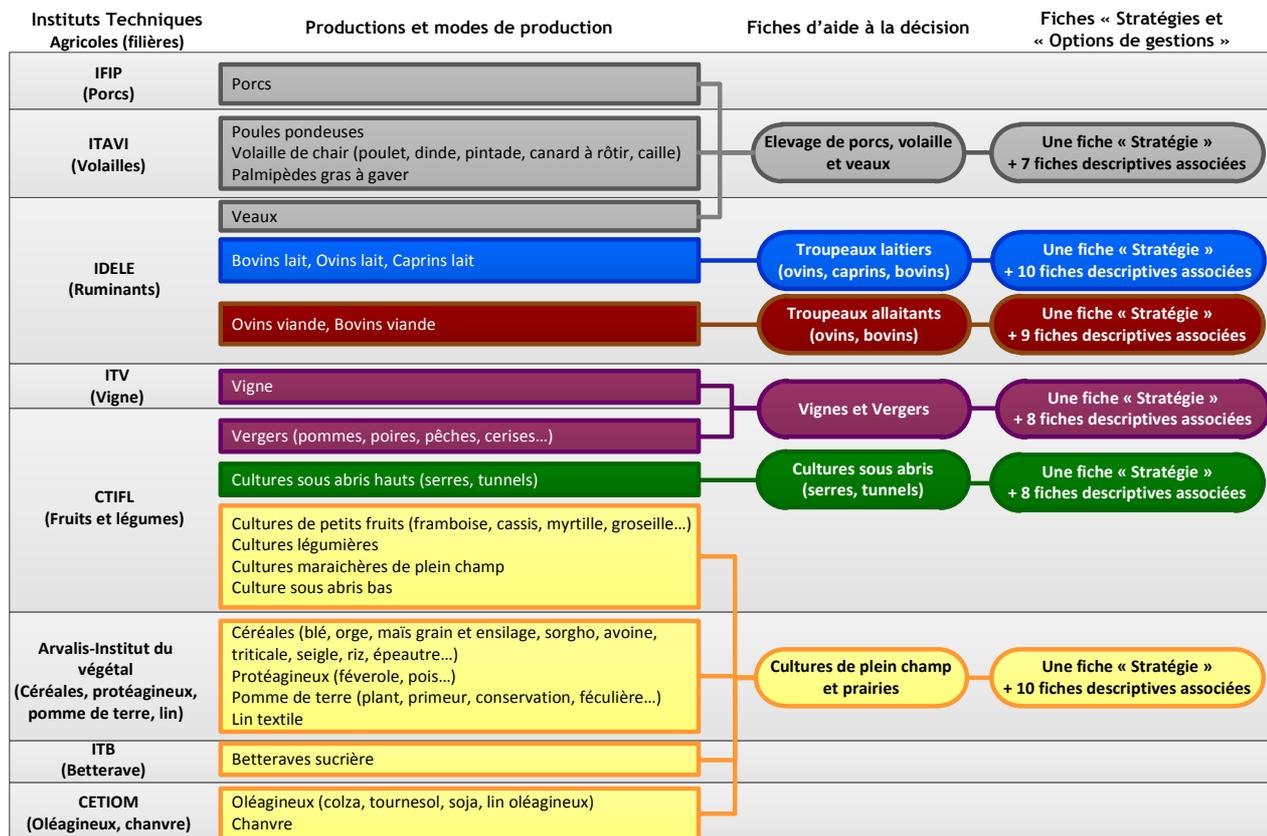
COMMENT UTILISER LES FICHES D'INFORMATIONS GENERALES DE LA PARTIE 2 DU GUIDE ?

Les fiches d'informations générales ont vocation à apporter des éléments d'information, d'une part sur le risque nucléaire et sa gestion au niveau national, d'autre part sur les principales filières agricoles françaises. Elles permettent donc aux acteurs des différents domaines de s'approprier, en phase de préparation notamment, des sujets dont ils ne sont pas toujours familiers.

Ces fiches sont regroupées par thèmes (concepts de radioprotection, réglementation...). De nombreux renvois (de type [Cf. FICHE X]) font le lien dans l'ensemble du guide vers ces fiches qui permettent d'approfondir certains sujets.

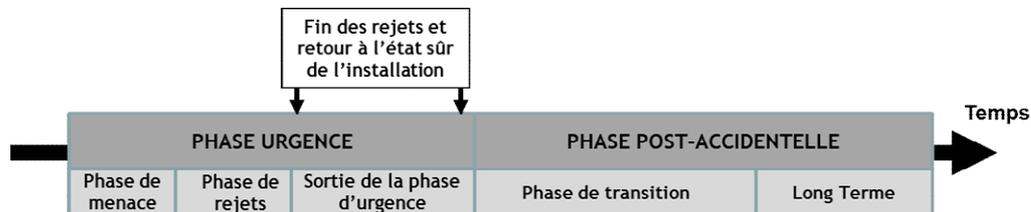
QUELLES SONT LES PRODUCTIONS AGRICOLES TRAITEES ?

Le schéma suivant présente les regroupements effectués pour l'étude des différentes filières de production agricole. A chaque regroupement est associée une fiche d'aide à la décision.



DE QUELLE INFORMATION L'UTILISATEUR DOIT-IL DISPOSER EN PREALABLE A L'UTILISATION DU GUIDE ?

Au cours de l'accident, l'IRSN fournit des évaluations et des cartographies qui permettent de délimiter les zonages post-accidentels sur la base d'une modélisation prédictive des expositions futures de la population et de la contamination de la chaîne alimentaire du fait des dépôts de radioactivité dans l'environnement [Cf. FICHE 2.5].



DURANT LA PHASE DE MENACE

Durant la phase de menace, si elle a lieu, les décisions sont essentiellement prises sur la base d'estimations prédictives réalisées par modélisation et tenant compte de l'état de l'installation concernée et des prévisions météorologiques couvrant la période de rejets potentielle. Ces données permettent d'anticiper les évolutions possibles de la situation et leurs conséquences pour les populations et l'environnement. Durant cette phase, le présent guide peut être utilisé pour sélectionner des actions de protection préventives des cheptels, des fourrages ou des installations des exploitations se trouvant dans la zone non concernée par des actions de protection des populations vis-à-vis du panache. Ces actions préventives n'ont pas d'effet immédiat mais contribuent à minimiser les conséquences à venir de l'accident si des rejets survenaient.

DURANT LA PHASE DE REJET

Durant la phase de rejet, la modélisation reste le moyen principal de comprendre et d'anticiper l'évolution de la situation et les conséquences sanitaires et environnementales induites. Les premiers résultats de mesures de radioactivité sur le terrain, disponibles en nombre réduit, permettent essentiellement de suivre l'évolution des rejets. Les pouvoirs publics mettent en place des actions de protection des populations (mise à l'abri et à l'écoute, prise d'iode stable, voire évacuation) ou s'y emploient si l'évènement a été soudain, sans phase de menace. L'utilisation du guide est réduite lors de cette phase. Aucune action n'est possible en milieu agricole dans la zone où des actions d'urgence sont en place. Hors de cette zone, la mise en place d'actions préventives ne présente plus d'intérêt particulier, les rejets étant en cours. Cette période peut par contre être mise à profit pour anticiper les premières actions à engager à la sortie de phase d'urgence.

A LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE

A la sortie de la phase d'urgence, pendant les premiers jours juste après la fin des rejets, l'IRSN en concertation avec l'ASN élaborent un premier zonage post-accidentel pour la gestion de la contamination déposée dans l'environnement. Ce zonage plus étendu que pour l'urgence distingue selon la gravité de l'accident, la zone de protection des populations (ZPP) et la zone de surveillance renforcée des territoires (ZST). Au sein de la ZPP, un périmètre d'éloignement (PE) peut être nécessaire. La sortie de la phase d'urgence voit également la levée des actions de protection mises en place lors de la phase d'urgence. A ce stade, le présent guide propose différentes stratégies envisageables pour la gestion du milieu agricole dans chacune des zones, ainsi que les actions associées. Ces stratégies, combinées aux enjeux agricoles locaux, permettent aux services de l'Etat de formuler rapidement des premières recommandations aux agriculteurs dont les exploitations sont situées en ZPP ou ZST et d'anticiper la gestion à venir des conséquences de l'accident.

Le zonage constitue donc un outil permettant d'adapter la réponse et les stratégies de gestion du milieu agricole dans le temps et l'espace, en fonction des niveaux de contamination de l'environnement.

EN PHASE DE TRANSITION

En phase de transition, c'est-à-dire au cours des premières semaines ou des quelques mois après la fin des rejets, l'éloignement des populations, s'il a été requis à la sortie de la phase d'urgence, est mis en œuvre pour une durée minimale d'un mois. Les dispositifs opérationnels associés à la mise sous séquestre des exploitations agricoles et aux différentes interdictions définies dans la ZPP (mise sur le marché et consommation des denrées, mouvements des denrées agricoles et animaux hors ZPP...) sont mises en œuvre. Des actions de réduction de la contamination sont également entreprises en milieu bâti dans la ZPP, en dehors du Périmètre d'éloignement.

Les campagnes de mesures de la radioactivité de l'environnement et des produits alimentaires s'intensifient et viennent compléter et préciser petit à petit les évaluations réalisées par modélisation. Ces mesures permettent d'affiner la connaissance de la contamination déposée dans l'environnement, d'identifier des zones singulières non mises en évidence par le calcul et de dédouaner les zones exemptes de contamination qui n'étaient pas sous le vent au moment de l'accident. Elles renseignent aussi sur l'exposition de la population à la radioactivité ambiante et sur la qualité radiologique des productions agricoles dans les zones affectées. La mise en place progressive de contrôles libérateurs en Zone de surveillance renforcée des territoires permet d'assurer la mise sur le marché des denrées conformes.

En phase de transition, les informations fournies par le guide, combinées à une connaissance croissante de la contamination des territoires et des productions agricoles permettent d'affiner les stratégies envisagées pour la gestion du milieu agricole à la sortie de la phase d'urgence.

TROUPEAUX LAITIERS

PRINCIPALES VOIES DE CONTAMINATION DU LAIT

La principale voie de contamination du lait est l'ingestion de fourrage contaminé. L'ingestion d'eau contaminée contribue également mais dans une moindre mesure. Les transferts cutanés et par inhalation sont par contre négligeables devant les autres voies. Au moment de l'accident, les animaux les plus exposés sont ceux qui pâturent dans les prairies. Les animaux se trouvant dans des bâtiments, nourris à partir de fourrages stockés donc (partiellement) protégés, le sont beaucoup moins.

	Alimentation	Risque
Animaux aux pâturages	INGESTION D'HERBE	+++
	EAU D'ABREUVEMENT	+
Animaux à l'intérieur des étables	FOURRAGE FRAIS	+++
	EAU D'ABREUVEMENT	+
	ALIMENTS STOCKÉS (ensilage, concentrés)	+

Les cultures fourragères en cours de développement au moment du dépôt peuvent constituer une source ultérieure de contamination significative lorsqu'elles entreront dans la ration alimentaire des animaux. La stratégie à mettre en œuvre pour les exploitations laitières doit donc intégrer non seulement la gestion immédiate des troupeaux mais aussi la possibilité de reconstituer des fourrages dont la qualité radiologique sera compatible avec la poursuite de l'exploitation à partir des parcelles exposées à la contamination.

REPARTITION TEMPORELLE DU RISQUE

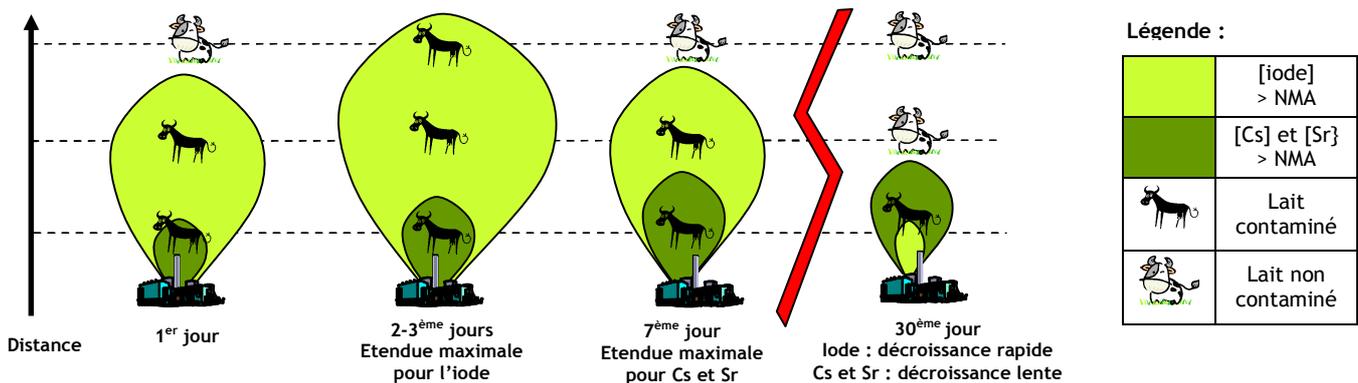
La densité des troupeaux est variable sur le territoire et influence les quantités de lait ou le nombre d'animaux à gérer. De même, la conduite des troupeaux est fonction des espèces et de la localisation des exploitations [Cf. FICHE 5.3], ce qui influence le risque de contamination lié à l'alimentation au cours de l'année (cf. tableau).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Conduite des troupeaux	Vert	Vert	Vert	Orange	Vert	Vert						
Risque faible : animaux dans des bâtiments	Vert			Orange			Orange			Vert		
Risque variable : animaux dans des bâtiments ou au pâturage	Vert			Orange			Orange			Vert		
Risque fort : animaux au pâturage	Vert			Orange			Orange			Vert		

CINETIQUE DE CONTAMINATION ET REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DE LA CONTAMINATION

Si les animaux sont à l'herbe au moment de l'accident, la contamination du lait par les radioéléments déposés sur l'herbe pâturée est très rapide. La contamination maximale de l'iode dans le lait est atteinte au bout de 2 à 3 jours puis décroît assez rapidement. Dans les premiers instants, la zone de dépassement des NMA [Cf. FICHE 4.2] du lait englobe les zones d'interdiction de commercialisation des autres productions animales (viande). A plus long terme, si aucune action particulière n'est mise en œuvre, la zone de dépassement des NMA de la viande, principalement due aux radionucléides à vie longue, devient la plus pénalisante.

	Transfert	Délais d'apparition	Délais d'atteinte de l'activité maximale	Délais pour le retour au 1/10 de l'activité maximale
I	Elevé	2 à 3 heures	3 jours	25 jours
Cs	Moyen	5 à 6 heures	8 jours	60 jours
Sr	Faible	5 à 6 heures	7 jours	50 à 60 jours

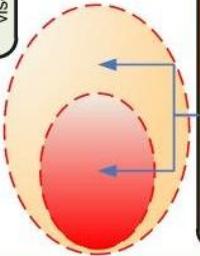


CONTRAINTES AGRICOLES ET ZOOTECHNIQUES ASSOCIEES A LA GESTION DES TROUPEAUX LAITIERS

	Contraintes	Valeurs		
Gestion du lait	Production journalière (litres / jour) (NB: un troupeau comprend des animaux à des stades différents de lactation pour obtenir une production constante de lait au cours de l'année)	vache	chèvre	brebis
	Capacité de stockage sur l'exploitation (tank)	< 30-40 L/j	< 3 L/j	< 3 L/j
Gestion des animaux	Délai entre 2 traites (avant altération irréversible du potentiel de production des animaux en lactation)	< 24h		
	Besoins en eau et en aliments (aliments surtout pour les animaux en stabulation)	< 2-3 jours		
Gestion des déjections	Capacité de stockage d'effluents liquides sur l'exploitation	< 4 mois		

PHASE D'URGENCE

Aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache



Hors périmètres

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection de la population vis-à-vis du panache (Mise à l'abri et à l'écoute, prise d'iodé stable, évacuation...)

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Dans ces périmètres, l'objectif majeur est la protection des populations et des opérateurs à travers la mise en place d'actions de protection de la population vis-à-vis du panache (mise à l'abri et à l'écoute, prise d'iodé stable, évacuation...)

Aucune action préventive pour la gestion des troupeaux laitiers ne peut donc être recommandée en phase de menace et en phase de rejet.

Hors périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Compte tenu des conséquences observées ou prévisibles liées au passage du panache dans cette zone, aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache n'est mise en œuvre ou envisagée.

Au plus tôt (si possible avant le passage du panache radioactif), mettre en œuvre des actions visant à protéger d'une part l'élevage et limiter son exposition à la contamination radiologique, d'autre part les stocks d'aliments sur l'exploitation :

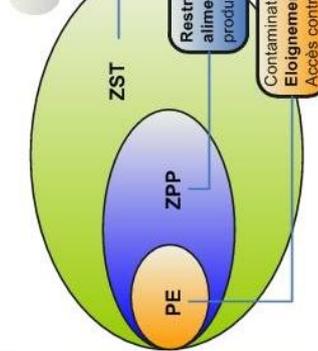
- fermer les bâtiments (1)
- protéger les fourrages et les aliments stockés (2)
- rentrer ou maintenir les animaux dans les bâtiments (3) afin de maîtriser leur alimentation et de leur proposer au plus tôt de la nourriture (et de l'eau) non contaminée ou le moins possible contaminée.

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

Mise en place du zonage post-accidentel

Levée des actions de protection d'urgence

Contrôle d'accès Interdictions de consommation et de mise sur le marché



Hors ZST

Aucune action de protection de la population ni de restriction de mise sur le marché

Restrictions de consommation et de mise sur le marché des denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produites localement, dans l'attente de contrôles libérateurs.

Restrictions systématiques de consommation et de mise sur le marché de denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produites localement pendant, au minimum, un mois.

Contamination des territoires n'autorisant pas le maintien sur place de la population
Eloignement de la population pendant au moins 1 mois
Accès contrôlé à la zone

STRATEGIE 1 : VALORISATION

Prérequis : assurer la traite et les soins des animaux dans un délai inférieur à 24h et de manière continue durant plusieurs jours

Gestion du lait produit et du troupeau :

- **Option 1 : Valoriser le troupeau pour produire du lait à court terme (lactation en cours) :**
 - Fournir, le plus rapidement possible, une alimentation saine aux animaux (stocks protégés (5), approvisionnement extérieur (6), déplacement des animaux (8)...);
 - Le lait non valorisé est géré directement sur les exploitations (stockage du lait dans la fosse à lisier (10) ou épandage sur les parcelles environnantes).
- **Option 2 : Valoriser le troupeau pour produire du lait à moyen ou long terme (prochaine lactation) :** après une phase de décontamination dont la durée dépendra de la contamination interne des animaux et de l'alimentation qui leur sera fournie, le troupeau pourrait être réutilisé pour la production laitière (après insémination, un délai de 11 mois est nécessaire pour atteindre la production maximale de lait sur l'exploitation).
 - Traire les animaux en lactation (7) au plus vite tout en préservant leur potentiel de production (tarissement doux) pour limiter la quantité de lait à gérer à court terme ;
 - Fournir une alimentation non contaminée ou le moins possible contaminée. Une phase de « décontamination » pourrait précéder la relance d'une nouvelle production.
- **Option 3 : Valoriser le troupeau pour produire de la viande :**
 - Stopper la traite dès que possible pour limiter la gestion des laits non valorisés et le travail associé ;
 - Fournir une alimentation saine aux animaux au plus tôt (selon le délai de l'abattage) pour permettre leur « décontamination ».

Gestion des stocks et de l'installation :

- Limiter la contamination des stocks présents sur l'exploitation (5) ;
- Approvisionnement extérieur (6) ;
- Nettoyer les sources de contamination secondaire du lait (4).

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

Prérequis : assurer l'alimentation des animaux dans les 2-3 jours suivant le début de l'accident

Raisons possibles (liste non exhaustive) :

- l'objectif prioritaire est la protection des intervenants en limitant les interventions (ex : PE) ;
- la valorisation ultérieure des troupeaux, même après décontamination, ou la poursuite de l'activité agricole ne sont pas envisageables sur l'exploitation ;
- la réalisation des soins élémentaires n'est pas possible à court terme (alimentation, traite, tarissement...).

Gestion du lait produit sur l'exploitation :

- Stockage temporaire dans la fosse à lisier (10) ;
- épandage sur les parcelles environnantes.

Gestion des troupeaux :

- **Option 1 : éliminer les troupeaux (9)** dans les meilleurs délais, si les moyens et les conditions le permettent ;
- **Option 2 : Eviter de gérer à court terme des cadavres d'animaux et les risques d'infection en maintenant en vie ces animaux dans des conditions acceptables et dans l'attente de la mise en place d'une filière d'élimination adaptée,** et dans la mesure où les soins élémentaires (alimentation même contaminée...) peuvent leur être fournis sans entraîner une exposition notable des intervenants ;
- **Option 3 : déplacer les animaux (9) vers une zone moins contaminée** afin de faciliter leur gestion, tout en minimisant les interventions (arrêt de la traite, pâturage...).

STRATEGIES A ENGAGER EN PRIORITE

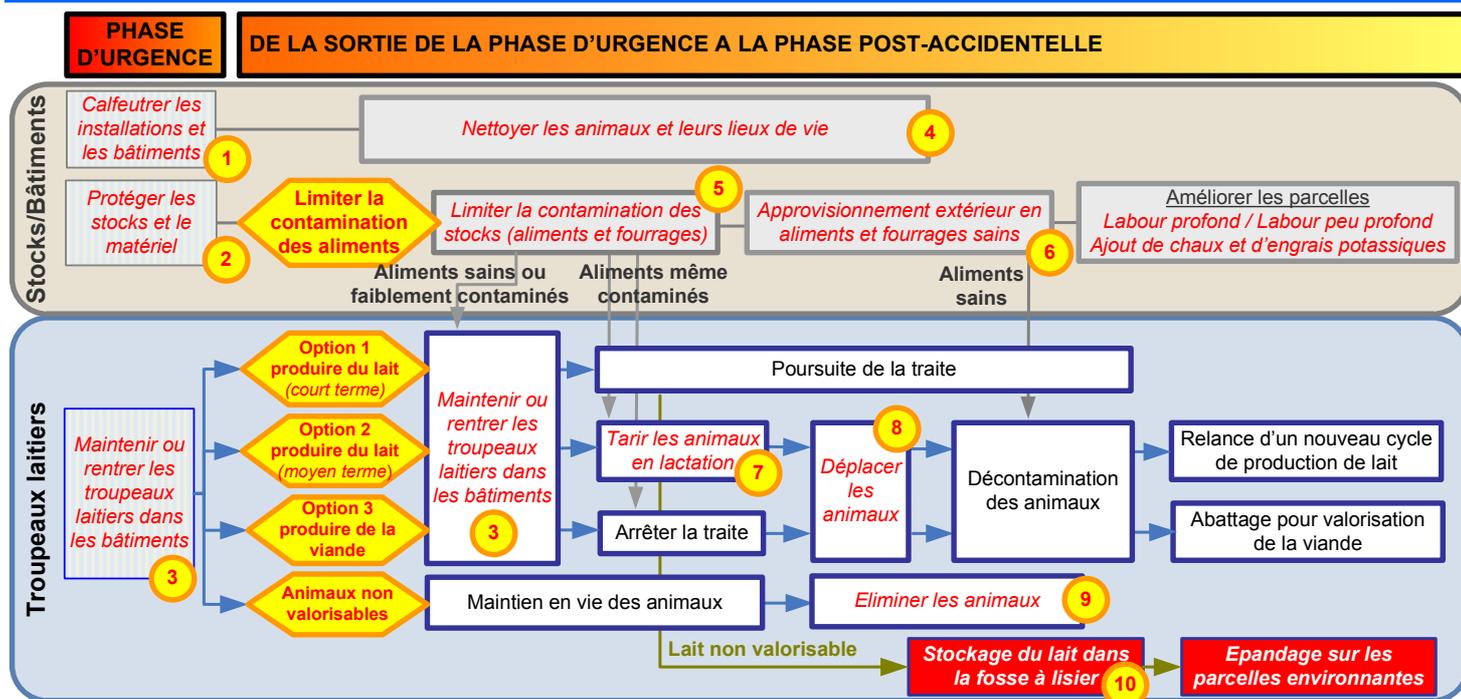
STRATEGIE 1

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 : VALORISATION



PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, **aucune action préventive ne doit être recommandée (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence)**. Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions visant d'une part à protéger l'élevage et limiter son exposition à la contamination radiologique, d'autre part à protéger les stocks d'aliments sur l'exploitation. Il peut être recommandé de **protéger les stocks et le matériel** 1 et de **rentrer ou maintenir les animaux dans les bâtiments** 2 afin de maîtriser leur alimentation et de leur proposer, au plus tôt, de la nourriture (et de l'eau) non contaminée ou le moins possible contaminée. Si cela est possible, il convient également de **fermer les bâtiments** 3.

PHASE POST-ACCIDENTELLE

Contexte : même si peu d'informations sont disponibles dans les premiers instants de la phase post-accidentelle, il semble possible de valoriser le troupeau pour produire du lait ou de la viande, à court ou moyen terme, en fonction de la contamination effective du lait et des animaux. Pour réaliser cette stratégie, l'élevage doit rester accessible à la main d'œuvre ainsi que pour les livraisons et les enlèvements.

1) Gestion du lait produit et des troupeaux

Pré-requis : même en cas de rejet long (> 24h), l'exploitant doit impérativement intervenir sur son élevage (alimentation, ventilation et conditions d'élevage...). Sans traite pendant plus de 24 h, les animaux en lactation développent des complications affectant leur potentiel de production pour les lactations suivantes.

Dans les premiers instants de la phase post-accidentelle, la priorité est de **rentrer ou maintenir les animaux dans des bâtiments** 3 pour **limiter l'ingestion d'herbe contaminée** et pour **les traire**.

- Option 1 : Valoriser le troupeau pour produire du lait à court terme (lactation en cours)

La **traite doit être poursuivie**. Les efforts doivent tendre à minimiser la contamination du lait et du système de traite en **limitant la contamination de la ration alimentaire** 5 des animaux et en **nettoyant les animaux et leurs lieux de vie** 4. Le lait produit durant les premières traites, même conforme, peut ne pas être commercialisable (exploitation en ZPP, contamination supérieure aux NMA, délai d'obtention des mesures trop long, etc...) (cf. § 3).

- Option 2 : Valoriser le troupeau pour produire du lait à moyen et long termes (prochaine lactation)

Le **tarissement doux des animaux** 7 permet de stopper la traite et la production de lait non valorisable en quelques jours. La quantité de déchets à gérer à court terme est ainsi limitée, les animaux préservent leur potentiel de production et le choix du devenir du troupeau peut être reporté à plus tard.

La **relance d'un nouveau cycle de production de lait** doit être réfléchi avec la filière, une fois la valorisation du lait et la production de fourrages sains redevenues possibles sur l'exploitation. Il est en effet impératif de tenir compte de la gestion des parcelles et des cultures fourragères servant à l'alimentation des animaux pour garantir la viabilité de l'exploitation. Pour améliorer la qualité radiologique des fourrages, un **labour plus ou moins profond** peut être associé à un **apport de chaux et d'engrais potassiques** sur les parcelles. Ces opérations ne pouvant être réalisées qu'à certaines époques de l'année (variant en fonction des conditions pédoclimatiques et des situations culturales), il convient de les programmer au plus tôt pour bénéficier de leurs effets sur la campagne agricole suivante. Une solution alternative est **déplacer les animaux hors lactation vers des zones non contaminées** 8 pour les valoriser dans une autre exploitation laitière.

- Option 3 : Valoriser le troupeau pour produire de la viande

Le **tarissement des animaux** 7 permet de stopper la traite et la production de lait en quelques jours. La quantité de déchets à gérer et le travail de l'exploitant sont ainsi réduits. A terme, **les animaux sont abattus pour valoriser leurs carcasses**. L'urgence de leur **fournir une alimentation saine** dépend du délai de leur abattage : plus tôt une alimentation saine leur est fournie, plus courte est la phase de décontamination de l'animal.

2) Gestion des animaux non valorisables (pour des raisons radiologiques, sanitaires ou autres) :

L'objectif est d'éviter de gérer à court terme des cadavres d'animaux et des risques d'infection en maintenant en vie ces animaux dans des conditions acceptables (alimentation en eau et en aliments même contaminés...) jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des animaux contaminés soit mise en place. Ceci doit être assuré en limitant la durée et le nombre d'interventions des agriculteurs et en évitant de gêner la poursuite de l'activité de l'installation. Une fois la filière de traitement des carcasses définie, **l'élimination des animaux** 9 peut être mise en œuvre.

3) Gestion des effluents et du lait non valorisé

Le lait non valorisé et les effluents d'élevage doivent être gérés sur l'exploitation, la solution la moins coûteuse étant son **stockage temporaire dans la fosse à lisier** 10 suivi d'un **épandage sur les parcelles environnantes de l'exploitation**. Cette opération n'ajoutera pas une contamination significative à ces parcelles.

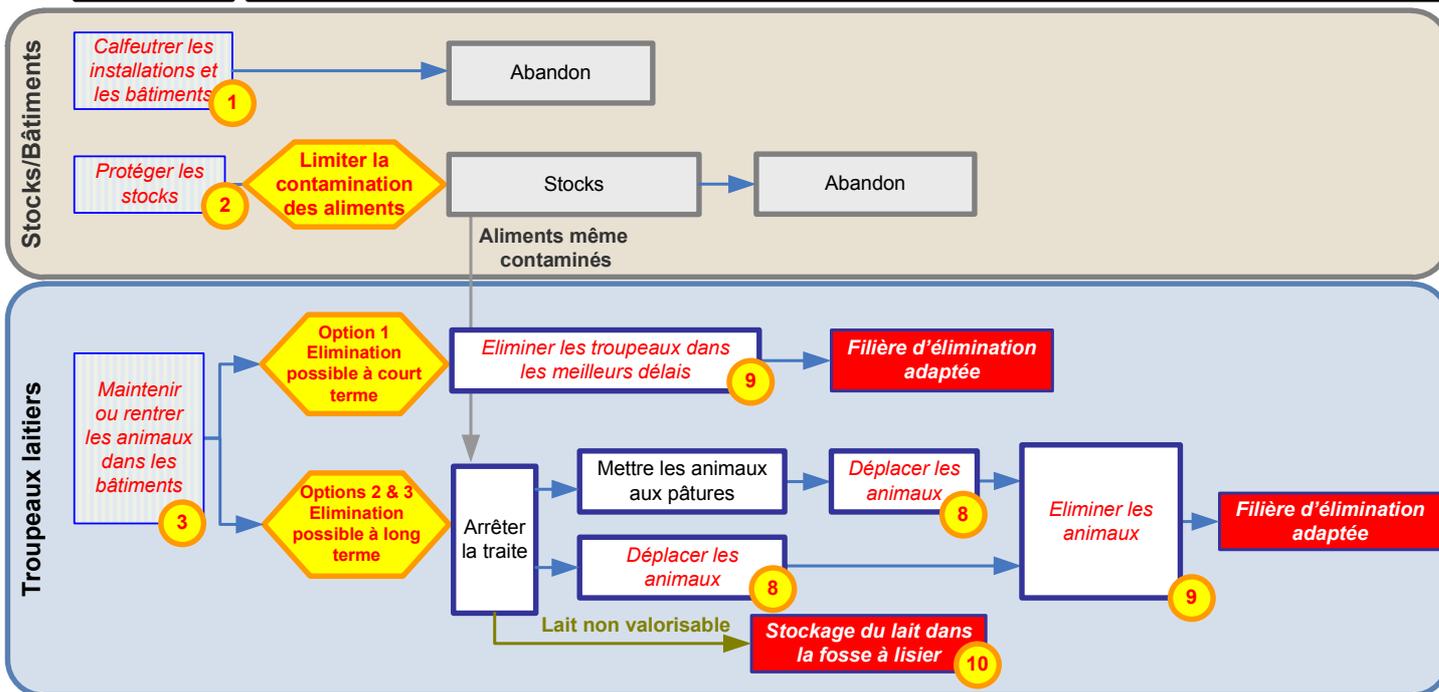
4) Gestion des stocks et de l'installation

Pour **limiter la contamination de la ration alimentaire des animaux**, l'agriculteur ne dispose, dans les premiers temps, que des aliments stockés sur l'exploitation. Des actions simples permettent de **limiter le niveau de contamination des produits stockés** 5. Le plus rapidement possible, un **approvisionnement extérieur en aliments ou en fourrages produits en dehors de la ZST** 6 serait à mettre en place pour suppléer les stocks de l'exploitation, la durée d'autonomie d'une exploitation sur ses stocks étant variable selon la période de l'année et le mode de conduite du troupeau. Les efforts doivent également se concentrer sur les voies de contamination secondaires du lait (pis, matériel de traite...) à travers le **nettoyage des animaux et de leurs lieux de vie** 4.

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

PHASE D'URGENCE

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE



PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, aucune action préventive ne doit être recommandée (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence). Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions visant d'une part à protéger l'élevage et limiter son exposition à la contamination radiologique, d'autre part à protéger les stocks d'aliments sur l'exploitation. Il peut être recommandé de protéger les stocks et le matériel (2) et de rentrer ou maintenir les animaux dans les bâtiments (3) afin de maîtriser leur alimentation et de leur proposer, au plus tôt, de la nourriture (et de l'eau) non contaminée ou le moins possible contaminée. Si cela est possible, il convient également de fermer les bâtiments (1).

PHASE POST-ACCIDENTELLE

L'objectif est d'éviter de gérer à court terme des cadavres d'animaux et des risques d'infection en maintenant en vie ces animaux dans des conditions acceptables (alimentation en eau et aliments même contaminés...) jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des carcasses contaminées soit mise en place. La qualité radiologique de l'alimentation des animaux n'est pas un objectif. Elle doit être assurée en limitant la durée et le nombre d'interventions des agriculteurs.

1) Gestion des troupeaux

- Option 1 : Éliminer les troupeaux à court terme

Si une filière adaptée est opérationnelle à court terme, éliminer les troupeaux (9) dans les plus brefs délais.

- Option 2 : Éliminer les troupeaux à moyen terme

Si les niveaux d'exposition des opérateurs ne permettent pas d'intervenir quotidiennement (périmètre d'éloignement) ou pour minimiser le nombre d'interventions ou l'exposition des opérateurs (périmètre d'éloignement, zone de protection des populations, zone de surveillance renforcée des territoires), les animaux peuvent être mis au pâturage jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des troupeaux soit opérationnelle.

Pour réduire l'exposition des agriculteurs et les interventions pour gérer les troupeaux, il peut être envisagé de tarir les animaux en lactation. Le lait produit lors du tarissement peut être stocké dans la fosse à lisier (10) ou, si les capacités ne sont pas suffisantes, être épandu sur les parcelles environnantes de l'exploitation.

- Option 3 : Déplacer les troupeaux et les éliminer à moyen ou long terme

Si les niveaux d'exposition des opérateurs ne permettent pas d'intervenir quotidiennement (périmètre d'éloignement) ou si le couvert végétal des pâturages ne permet pas de mettre les animaux aux pâtures, il peut être décidé de déplacer les animaux (8) vers des pâturages situés dans des zones moins contaminées. Une fois la filière d'élimination des animaux mise en place, l'élimination des troupeaux (9) peut être mise en œuvre.

Pour réduire l'exposition des agriculteurs et les interventions pour gérer les troupeaux, il peut être envisagé de tarir les animaux en lactation. Le lait produit lors du tarissement peut être stocké dans la fosse à lisier (10) ou, si les capacités ne sont pas suffisantes, être épandu sur les parcelles environnantes de l'exploitation.

2) Gestion des effluents

Les effluents d'élevages sont stockés sur l'exploitation (fosse à lisier...). Ils pourront ensuite être épandus sur les parcelles agricoles environnantes, sans entraîner une augmentation significative du niveau de contamination des parcelles.

3) Gestion des stocks

Les stocks servent à l'alimentation des animaux maintenus en vie. Une fois le troupeau éliminé, ils ne sont pas valorisés.

4) Gestion des installations

L'exploitation est suspendue.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Il s'agit de calfeutrer, dans la mesure du possible, les bâtiments et les installations d'une exploitation agricole. En effet, différents types de bâtiments et d'installations sont présents sur une exploitation. Ces bâtiments peuvent être ouverts ou fermés, avec ventilation statique ou dynamique.

OBJECTIFS

Cette action préventive vise à réduire, voire empêcher, la contamination de l'intérieur des bâtiments (ou des espaces isolables) et de ce qu'ils abritent (animaux, stocks, récoltes, matériels) *via* les mouvements d'air dus à une ventilation dynamique ou statique.

Obj. 1	Eviter la contamination des stocks, animaux, équipements situés à l'intérieur des bâtiments et des installations
Obj. 2	Limiter l'exposition à l'intérieur des bâtiments

CIBLES

Il s'agit de tous les bâtiments ou installations, en particulier :

- les bâtiments d'élevage à ventilation statique (stabulations) : cette action est difficile pour les étables semi-ouvertes, voire impossible (elles ne sont pas toutes équipées de pare-vents) ;
- les bâtiments d'élevage à ventilation dynamique (veaux uniquement) : cette action vise à préserver l'intérieur des bâtiments (structure, sol, litière) et les animaux qui y séjournent ;
- la salle de traite ;
- les silos verticaux de stockage d'aliments (céréales, aliments concentrés...) ;
- les hangars, entrepôts et bâtiments de l'exploitation pouvant être fermés.



MISE EN ŒUVRE

Il s'agit de limiter les entrées d'air et de poussières dans les bâtiments d'élevage en fermant les portes, en étanchéifiant (si possible) les entrées d'air, en obstruant les entrées d'air parasites, en coupant les ventilateurs et les systèmes de régulation, en obstruant les ventilateurs non équipés de volets antiretour.

- La fermeture des bâtiments équipés de portes et l'arrêt des systèmes de ventilation (coupure de l'alimentation électrique) peuvent être rapides (de quelques minutes à une heure environ). Tout dépend de la localisation des installations par rapport au domicile de l'agriculteur, du nombre et de la dimension des installations.
- Le calfeutrage des ouvertures d'aération statique nécessite du matériel spécifique généralement non disponible sur les exploitations et des délais plus longs (obturation d'ouvertures non prévue en temps ordinaire), surtout si l'on doit effectuer l'opération sur plusieurs ouvertures de différentes installations.

Bâtiment ou installation	Délai de mise en oeuvre	Difficulté
Stabulation	Rapide	Pas toujours possible (dépend de la conception des bâtiments (présence de porte))
Salle de traite		Facile
Hangar, entrepôt avec porte		Facile

EFFICACITE

Plusieurs niveaux d'efficacité peuvent être attendus :

- l'efficacité est totale lorsque l'espace est totalement calfeutré, c'est-à-dire lorsque les entrées d'air sont obstruées et lorsque les systèmes de ventilation sont coupés de manière à empêcher toute entrée d'air et de particules contaminées ;
- l'efficacité est plus limitée lorsque les ouvertures de l'espace sont fermées mais qu'il reste des entrées d'air liées à la ventilation naturelle ou à des fermetures structurellement non hermétiques. Elle est alors fonction du bâtiment et des conditions météorologiques au moment de l'accident.

LEVEE DE L'ACTION

L'action peut être levée juste après le passage du panache, sur décision des pouvoirs publics. Cependant, si l'efficacité de cette action dépend de la capacité à fermer hermétiquement le bâtiment, elle dépend aussi de la manière dont sa levée est gérée pour éviter une contamination par remise en suspension de la contamination environnante.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action, si elle demeure transitoire, ne devrait pas induire de surcoût spécifique (sauf éventuellement celui du matériel utilisé pour calfeutrer les bâtiments et les installations).

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action préventive ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de dispositions de protection d'urgence). Par ailleurs, une protection particulière peut être nécessaire pour les opérateurs lors de la levée de l'action.
- En plein été, l'absence de ventilation peut avoir des répercussions sanitaires sur les animaux.

COMMENTAIRES

Si la fermeture d'un bâtiment ou d'une installation est relativement rapide, il faut multiplier les interventions pour la totalité des bâtiments et des installations de l'exploitation. Ces opérations nécessitent du sang froid et la réflexion de l'agriculteur pour le choix des priorités. Cette manœuvre, si le temps le permet, peut également permettre de protéger le matériel agricole situé à l'extérieur des bâtiments (mise à l'abri dans les bâtiments, couverture...). Cependant, la protection des stocks de fourrage et des animaux est prioritaire par rapport à la protection du matériel.

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Il s'agit de prévenir la contamination des stocks (fourrages, concentrés, litière...) et du matériel présents sur l'exploitation, avant le passage du nuage radioactif. Il convient par exemple de couvrir les stocks de foin, de fermer les silos de maïs ou d'herbe à l'aide de films en plastique ou de bâches étanches et, en dernier ressort, si le temps le permet, de rentrer le matériel agricole à l'intérieur des bâtiments étanches.

OBJECTIFS

L'objectif prioritaire est de protéger les stocks d'aliments du bétail du dépôt de particules radioactives lors du passage du panache afin de disposer, si la valorisation du troupeau est souhaitée, d'aliments le moins possible contaminés. Cette action est d'autant plus importante que l'exploitant agricole ne dispose, dans les premiers jours suivant l'accident, que des aliments stockés sur l'exploitation pour nourrir son troupeau. L'objectif secondaire est la protection du matériel agricole pour limiter d'une part la contamination de la ration alimentaire si le matériel est en contact avec les aliments, d'autre part l'exposition externe des opérateurs agricoles.

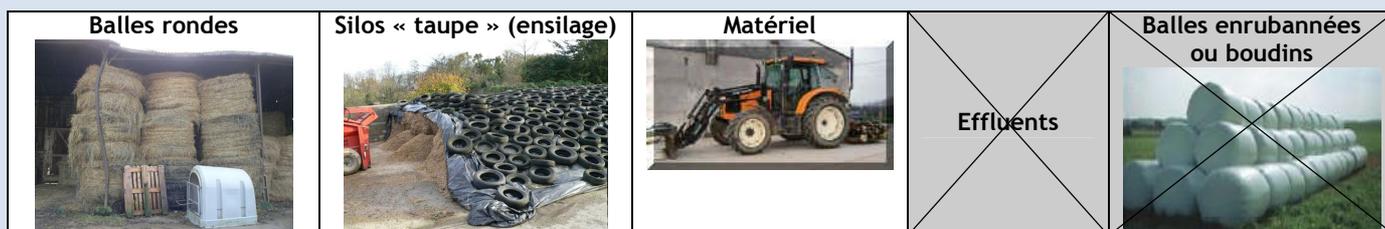
Obj. 1	limiter l'ingestion de radionucléides par les animaux
Obj. 2	limiter la contamination du matériel et l'exposition des opérateurs à moyen et long termes

CIBLES

Cette action peut s'appliquer :

- aux aliments du bétail stockés à l'extérieur ou dans un bâtiment ouvert (fourrages en silos, foin ou paille en tas, matières premières diverses) ;
- aux produits utilisés comme litière et non emballés (paille, big bags ouverts de copeaux de bois...) ;
- au matériel utilisé quotidiennement (tracteur...).

Si cette action s'applique à l'ensemble des aliments et des fourrages stockés sur l'exploitation et destinés à alimenter les troupeaux laitiers, la priorité doit être donnée aux fourrages par rapport aux concentrés (moins importants dans les rations et plus faciles à se procurer). La protection des effluents et de certains produits disposant déjà d'une protection (balles enrubannées, big bags fermés...) n'est pas nécessaire.



MISE EN ŒUVRE

Cette action n'est envisageable que si le délai entre le début de l'alerte et le passage du panache est suffisamment long. Il convient de fixer des priorités pour l'application de cette action en fonction de la nature des stocks (fourrages) et de leur état au moment de l'accident. En pratique, cette action se traduit de différentes manières, selon le type de stockage :

- **Silos « couloirs » ou silos « taupes » (ensilage d'herbe, maïs...) :** ces silos, dont les jus s'écoulent vers une fosse à lisier ou à purin, sont couverts sur le dessus par une bâche en plastique étanche. Lorsque le silo est entamé, la bâche est relevée pour dégager un front d'attaque du silo. Il suffit donc de dérouler la bâche sur le front d'attaque.
- **Balles rondes et balles carrées :** ces stocks sont empilés et recouverts d'une bâche en plastique plus ou moins étanche à l'air ou bien stockés dans un hangar (avec portes ou non). La protection de ces deux modes d'entreposage n'est pas parfaite vis-à-vis du panache radioactif. Si le hangar est équipé de portes, il s'agit de les fermer. Concernant les entreposages extérieurs, il paraît difficile de les couvrir avec une bâche supplémentaire dans le délai imparti (cf. commentaires).
- **Cellules de stockage en vrac :** ces cellules contiennent principalement des concentrés (céréales, protéagineux, etc.). Ils sont généralement situés dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. La partie la plus exposée est la couche supérieure du silo. Il s'agit soit de fermer les portes du hangar dans lequel ces cellules sont situées (situation la plus fréquente) [FICHE 1], soit de placer une bâche sur la partie supérieure mais cette action semble très difficile à mettre en œuvre (cf. commentaires).

- **Stockage à plat en vrac dans un bâtiment** : les tas sont constitués d'aliments secs (céréales, protéagineux, aliments concentrés). Ils sont placés dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. Ils sont exposés sur toute la surface en contact avec l'air. La partie la plus exposée est la couche supérieure. Il s'agit soit de fermer les portes du hangar dans lequel ils sont situés (situation la plus fréquente) [FICHE 1], soit de placer une bâche sur le tas mais cette action semble difficilement réalisable (cf. commentaires).

	Type de stocks	Nature des produits stockés	Méthode de protection	Délai	Difficulté
DEHORS ou DANS UN HANGAR OUVERT	Silo « taupe » ou « couloir »	Maïs ou herbe	Repositionner la bâche	Rapide	Facile
	Stock emballé	Enrubannage de copeaux de bois	Ne rien faire	-	-
	Balle ronde ou carrée	Foin, paille	Couverture par une bâche	Long (entre 30 minutes et 2h par entité à protéger).	Difficile (besoin de main-d'œuvre pour placer la bâche)
DANS UN BATIMENT	Divers	Foin, paille, matériel, engrais...	Fermeture des portes [FICHE 1]	Rapide	Facile pour les cellules Plus difficile pour les tas
	Tas et cellule de stockage de céréales...	Céréales, protéagineux, Aliments concentrés			

EFFICACITE

Cette action s'inscrit dans une démarche préventive d'optimisation et de limitation des risques de contamination du lait par ingestion d'aliments contaminés ou par d'autres voies de contamination secondaire. Son efficacité en termes de qualité radiologique du lait est difficilement quantifiable mais peut être significative en permettant notamment de bénéficier, dans les premiers jours de l'accident, d'une alimentation pour les animaux beaucoup moins contaminée. Elle peut cependant être limitée pour certains stocks (balles rondes ou carrées) du fait des difficultés et du manque de moyens matériels et humains pour la mettre en œuvre dans le délai imparti.

LEVEE DE L'ACTION

Cette action peut être levée juste après la fin des rejets et le passage de la masse d'air contaminée (sur décision des pouvoirs publics). Des précautions doivent être prises pour éviter la contamination des produits lorsque leur protection est enlevée.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'entraîne pas de coût supplémentaire.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action préventive ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence).
- **Gestion des déchets** : en temps normal, l'élimination des bâches en plastique utilisées en agriculture est problématique, surtout dans certains départements dépourvus de filière de gestion de ces déchets. Cette action en produirait une grande quantité, de surcroît contaminée. **Les déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière doit être organisée.**

COMMENTAIRES

La difficulté pour couvrir certains stocks qui peuvent être très volumineux (ex : paille et foin), la disponibilité réduite des moyens matériels (bâches) et humains et les contraintes liées à l'élimination des bâches contaminées laissent penser qu'il paraît, en pratique, plus opportun dans certains cas de laisser le stock exposé en l'état à la contamination puis d'éliminer la couche superficielle contaminée.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Cette action préventive consiste à rentrer les troupeaux pâturant à l'extérieur, avant le passage du panache radioactif. Dans le cadre d'une stratégie de valorisation des troupeaux, cette action peut également être mise en œuvre, le plus tôt possible, au cours du passage du nuage et après ce passage, là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache ne sont pas justifiées.

OBJECTIFS

Cette action a un double objectif :

- **maîtriser l'alimentation des animaux pour limiter leur contamination par ingestion** et, par suite, le niveau de contamination et les quantités de lait non valorisables. En effet, lors du rejet et durant les premiers instants de la phase post-accidentelle, la principale voie de contamination du lait est l'alimentation des animaux. Les animaux en lactation pâturant à l'extérieur sont donc les plus exposés.
- **poursuivre la traite pour préserver le potentiel de production des animaux**. En effet, les animaux en lactation sont traités deux voire une fois par jour. La traite est une étape impérative dans le cycle de production. Le délai entre deux traites ne doit pas excéder une durée maximale (cf. *mise en œuvre*), faute de quoi l'animal développe des complications qui affectent son potentiel de production (mammites).

Obj.1	Maîtriser l'alimentation des animaux et minimiser l'ingestion de radionucléides
Obj.2	Préserver le potentiel de production des animaux

CIBLES

Les cibles prioritaires sont les animaux en lactation ou dont la mise bas est proche. Dans un second temps, mais le plus rapidement possible, cette action s'applique aux génisses, aux veaux et aux animaux de réforme. Plus le délai de mise en œuvre est important, plus la période de décontamination risque d'être longue.

Animaux en lactation	Animaux hors lactation (génisses, animaux taris)	Animaux valorisés pour leur viande (veaux, réforme)
----------------------	---	--

MISE EN ŒUVRE

- D'un point de vue pratique, rentrer les animaux en lactation dans des bâtiments est facile à mettre en œuvre car ils ne sont, en général, jamais loin des bâtiments.
- Pour les animaux hors lactation (animaux taris, génisses, etc.), la mise en œuvre peut être plus longue car ces animaux peuvent pâturer sur des parcelles plus éloignées des bâtiments. Cependant, pour eux, le délai de mise œuvre n'est pas une contrainte immédiate pour la traite et la qualité radiologique du lait.

	Délai de mise en œuvre	Durée de mise en œuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Ovins, Bovins, caprins	< 24 h (pour les animaux en lactation)	Au minimum 30 min à 1h (pour les animaux sur des parcelles proches de l'exploitation)	Facile	Exposition interne par inhalation et exposition externe (panache) (pour une mise en œuvre au cours du rejet) Exposition externe (dépôt) (pour une mise en œuvre après le passage du panache)

EFFICACITE

L'efficacité de cette action est difficilement quantifiable. Elle dépend principalement de l'ampleur de l'accident et du délai de mise en œuvre. L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **préservation du potentiel de production** : on peut supposer que, si la durée séparant les traites n'excède pas 24 heures, peu de conséquences seront à déplorer. Au-delà, le potentiel de production des animaux sera affecté.
- **contamination du lait ou des animaux eux-mêmes** : plus les animaux sont rentrés tôt et nourris avec des aliments sains, plus le risque de contamination du lait et de leur viande est faible.

LEVÉE DE L'ACTION

STRATEGIE 1 (VALORISATION) :

- **Si le lait est valorisé à court terme**, la levée de l'action dépend directement de la capacité de l'exploitation à fournir une alimentation propre aux animaux présents dans les bâtiments. La levée de l'action peut être décrétée si les mesures effectuées dans les prairies garantissent que la contamination de l'herbe de pâture est suffisamment basse pour permettre la valorisation ultérieure du lait produit par le troupeau. Dans ce cas, elle se traduit par un retour à une conduite normale des troupeaux, à savoir soit par un retour aux pâturages, soit par le maintien des animaux dans les bâtiments si la période de pâturage est terminée.
- **Si le tarissement des animaux en lactation est décidé**, il n'est pas nécessaire de nourrir les animaux avec du fourrage « sain ». Cependant, il peut être préférable de maintenir les animaux dans les bâtiments pour maîtriser au mieux leur alimentation. De plus, l'alimentation des animaux avec une ration le moins possible contaminée éviterait de devoir décontaminer les animaux avant la valorisation de leur viande ou la relance d'une nouvelle lactation. La levée de l'action sera décidée en fonction de la capacité de l'exploitant à fournir de l'alimentation saine aux animaux et des mesures effectuées dans les prairies.

STRATEGIE 2 (NON VALORISATION) :

La levée de cette action dépend de la stratégie choisie pour gérer les animaux destinés à l'élimination. L'action la plus souple, si elle est possible, est l'arrêt de la traite et le maintien en vie des animaux en les laissant sur les pâtures jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des cadavres soit opérationnelle.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'engendre pas de coût direct immédiat. Par contre, dans le cadre d'une stratégie de valorisation des animaux, les coûts indirects engendrés par les actions complémentaires, notamment l'approvisionnement de l'exploitation en aliments sains, risquent d'être importants.

Aucun coût direct mais coûts indirects importants

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action préventive ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence).
- En plein été, les animaux peuvent souffrir de problèmes sanitaires s'ils doivent rester plus d'une semaine dans un bâtiment sans en sortir. Ce problème sera moins important pour les bovins et les caprins que pour les ovins.
- Si l'exploitant nourrit son troupeau à partir de ses stocks pendant plusieurs semaines, il devra tôt ou tard s'approvisionner en fourrages pour pouvoir reconstituer les stocks.

COMMENTAIRES

Si la question de la contamination des animaux par la nourriture est importante, celle de la qualité de l'eau d'abreuvement apportée aux animaux est également importante. Il est nécessaire de préconiser aux éleveurs de privilégier l'utilisation de l'eau du réseau, dans le cas où ils utilisent en temps normal de l'eau d'un puit ou d'une rivière pour abreuver leur troupeau.

En fonction de la date de l'accident, la capacité de la fosse à lisier peut être un facteur limitant de cette action. En fin d'hiver, les fosses sont pleines et ne peuvent supporter des effluents supplémentaires que dans la limite maximale d'une semaine. Si le maintien des animaux dans les bâtiments dure plus longtemps, il faudra organiser un épandage des effluents.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à nettoyer à l'eau les animaux, leurs lieux de vie (murs...), les équipements de traite et ceux en contact avec leur alimentation. L'eau doit être de préférence chaude, être associée à des détergents et projetée par un nettoyeur à « haute pression » (sauf pour le nettoyage des animaux).

OBJECTIFS

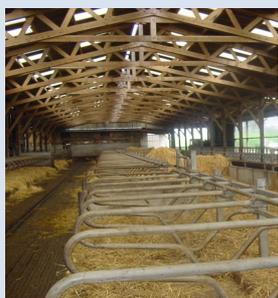
Au cours du rejet et durant les premiers instants de la phase post-accidentelle, la principale source de contamination du lait est l'alimentation des animaux. Une fois les animaux rentrés dans les bâtiments, l'éleveur met en œuvre des actions visant à réduire le niveau de contamination de la ration alimentaire. D'autres sources de contamination peuvent cependant contribuer à la contamination par ingestion des animaux (et par suite du lait) et à la contamination directe du lait, principalement au moment de la traite.

Obj.1	Limitier la contamination directe du lait et des équipements de stockage du lait au moment de la traite
Obj.2	Limitier la contamination des animaux par ingestion (hors qualité radiologique de la ration alimentaire de base) (ex : léchage, contamination des aliments due au matériel...)
Obj.3	Limitier l'exposition à moyen et long termes des opérateurs agricoles

CIBLES

Les cibles de cette action sont les animaux (pis), les stabulations, les équipements en contact avec l'alimentation (godets, auges...), les pierres à lécher, le matériel de traite...

Animaux	Lieux de vie	Equipements en contact avec l'alimentation	Equipements de traite	Aliments au contact de l'air
---------	--------------	--	-----------------------	------------------------------



MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre :**
 - Pour atteindre le premier objectif, l'agriculteur effectue les tâches habituelles de nettoyage des installations et de soins aux animaux avant chaque traite et procède au nettoyage, de préférence à l'eau chaude, de la salle de traite.
 - Pour atteindre le second objectif, l'agriculteur limite la contamination déposée sur les animaux en les tondant (ovins). Pour être efficace, cette action doit impérativement être accompagnée d'un nettoyage des lieux de vie des animaux : enlèvement de la litière et nettoyage des surfaces bétonnées à l'eau chaude et à l'aide d'un nettoyeur à « haute pression » et le plus tôt possible. Il est impératif de prendre des précautions quant à la qualité de la litière utilisée par la suite (l'extérieur des bottes de paille rondes doit, par exemple, être éliminé sur quelques centimètres ; pour les bottes de paille carrées, n'utiliser que les bottes situées à l'intérieur du tas).
- **Délai de mise en œuvre :** ces actions doivent être réalisées dès la fin des rejets et répétées le plus souvent possible pour éliminer la contamination apportée par la remise en suspension de particules venues de l'extérieur des bâtiments.

Délai de mise en œuvre	Durée de mise en œuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Immédiate	3 jours à 1 semaine < 24 h pour la salle de traite	Importante pour la majorité des bâtiments et des équipements de l'installation Faible pour la salle de traite qui est conçue pour ce type d'opérations	Exposition externe faible

EFFICACITE

Cette action s'inscrit dans une démarche d'optimisation et de limitation des risques de contamination secondaire du lait et d'exposition externe des opérateurs. L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **qualité radiologique du lait** : son efficacité est difficilement quantifiable mais peut se révéler tout à fait significative dès lors que la contamination par ingestion de nourriture contaminée a été stoppée.
- **exposition externe des opérateurs** : plus l'action est mise en œuvre rapidement, plus la contamination enlevée par le nettoyage est importante car la fraction mobile n'a pas eu le temps de se fixer de manière irréversible aux matériaux.

LEVEE DE L'ACTION

Ces actions sont, en grande partie, des actions effectuées en temps normal sur l'exploitation. Leur fréquence peut être accrue pour limiter la contamination provenant de la remise en suspension des particules radioactives venues de l'extérieur.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Le coût de cette action s'évalue en termes de temps de travail, de quantité d'eau consommée et de paille impropre à la litière et devant être rachetée par l'exploitant.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Exposition des opérateurs** : les opérateurs sont exposés principalement par irradiation externe. Cependant, les projections lors du nettoyage peuvent entraîner une contamination cutanée et par inhalation, moins importante que l'irradiation externe, qui peut être réduite par l'utilisation de masques et de combinaisons jetables.
- Le nettoyage régulier des bâtiments peut produire une quantité supplémentaire d'effluents à stocker dans la fosse de l'exploitation. Celle-ci est dimensionnée pour assurer le stockage des effluents produits pendant au moins 4 mois. D'autres dispositions doivent donc être trouvées à moyen terme pour la gestion de ces effluents.
- Les actions entreprises pour limiter la contamination directe du lait au moment de la traite sont relativement simples à mettre en œuvre et correspondent à des pratiques courantes de l'exploitant. Le nettoyage des lieux de vie des animaux est quant à lui une opération beaucoup plus lourde à mettre en œuvre. Une protection particulière des intervenants est certainement nécessaire.

COMMENTAIRES

- Il est difficile de quantifier les volumes d'eau nécessaires pour le nettoyage d'une exploitation. Ces volumes peuvent être importants et produire des quantités importantes d'effluents. Ceci peut poser des problèmes de capacité de stockage des effluents sur l'exploitation et diminuer la qualité de l'effluent qui sera épandu (dilution de l'engrais de ferme initial).
- La qualité radiologique de l'eau de nettoyage est un objectif beaucoup moins important que dans le cas de l'abreuvement des animaux. Il n'est donc pas impératif de privilégier l'eau du réseau pour le nettoyage.
- En cas d'accident pendant la période de pâturage, les stocks de paille risquent d'être inexistantes dans les élevages (printemps ou début de l'été).

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à limiter la contamination des aliments (concentrés) et des fourrages destinés aux animaux de l'exploitation en enlevant, après le passage du panache radioactif :

- la protection temporaire de façon à ne pas mettre en contact la surface externe de la bâche avec le matériel qu'elle protégeait, dans le cas où cette action [FICHE 2] a été mise en œuvre de manière préventive avant le passage du panache radioactif ;
- la partie des stocks la plus exposée au dépôt au moment du passage du panache radioactif (c'est-à-dire la plus exposée à l'air extérieur).

Par ailleurs, il s'agit également de protéger les stocks d'une éventuelle contamination liée à la remise en suspension des particules de l'environnement de l'exploitation.

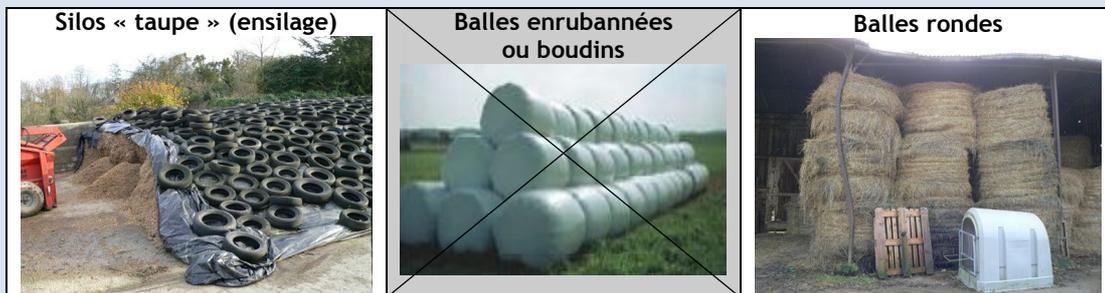
OBJECTIFS

Au cours du rejet et durant les premiers instants de la phase post-accidentelle, la principale voie de contamination du lait est l'alimentation des animaux. Les animaux en lactation pâturant à l'extérieur sont donc les plus exposés. Une fois les animaux mis ou maintenus dans des bâtiments pour maîtriser leur alimentation, l'agriculteur ne dispose, dans les premiers temps, que d'aliments stockés sur l'exploitation. Ces stocks ont été exposés au passage du panache. Leur contamination est très variable mais étroitement liée à leur exposition à l'air extérieur. Des solutions simples et de bon sens doivent permettre de limiter la contamination de ces stocks.

Obj.	Limiter la contamination des aliments et des fourrages destinés à l'alimentation des animaux
------	---

CIBLES

Cette action vise l'ensemble des aliments et des fourrages stockés sur l'exploitation et destinés à alimenter les troupeaux laitiers.



MISE EN ŒUVRE

- **Silos « couloirs » ou silos « taupes » (ensilage d'herbe, de maïs...)** : ces silos, dont les jus s'écoulent dans une fosse à lisier ou à purin, sont couverts par une bâche en plastique étanche. Lorsqu'ils sont ouverts, ils sont principalement exposés par leur front d'attaque. La densité de l'ensilage (principe du procédé) rend *a priori* la pénétration d'air très réduite. Par conséquent, en éliminant le front d'attaque du silo sur quelques centimètres de profondeur à l'aide d'un outil de désilage (qu'il est nécessaire de nettoyer ensuite à l'eau chaude), il est possible d'atteindre une couche d'ensilage quasiment exempte de contamination. Par la suite, le front d'attaque peut être « recontaminé » par remise en suspension de la contamination de l'environnement extérieur de l'exploitation. Une protection du front d'attaque du silo à l'aide d'une bâche peut permettre de le protéger.
- **Balles enrubannées ou boudins** : ces techniques de conservation permettent *a priori* de protéger efficacement la ressource. Des précautions doivent principalement être prises lors de la manipulation des balles pour éviter les contacts entre l'extérieur du film en plastique et le fourrage. Pour les boudins ouverts avant l'accident, l'agriculteur doit éliminer le front d'attaque sur plusieurs centimètres de profondeur.
- **Balles rondes et balles carrées** : ces deux types de conditionnement ne bénéficient pas de protection sur leur surface. Ces balles peuvent être stockées à l'extérieur et, dans ce cas, recouvertes d'une bâche en plastique plus ou moins étanche à l'air, ou bien stockées dans un hangar (avec portes ou non). La protection de ces deux modes d'entreposage n'est pas parfaite. Dès lors, il s'agit d'éliminer l'extérieur de la balle ou bien d'éliminer les balles situées à l'extérieur du stock.
- **Silos « tours »** : *a priori*, ce mode de stockage est fortement étanche par rapport à l'air extérieur. Les grains qu'ils contiennent sont donc sains.

- **Cellules de stockage en vrac** : ces cellules contiennent principalement les concentrés (céréales, protéagineux, etc.). Ils sont généralement implantés dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. La partie la plus exposée est la couche supérieure du silo. Il s'agirait donc d'éliminer cette partie, ce qui semble difficile à mettre en œuvre. Une autre possibilité est de considérer que la pollution de la surface supérieure sera diluée dans le volume stocké, permettant alors de fournir ces stocks aux animaux.
- **Stockage à plat en vrac dans un bâtiment** : ces stocks sont constitués d'aliments secs (céréales, protéagineux, aliments concentrés). Ils sont situés dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. Ils sont exposés sur toute leur surface en contact avec l'air. La partie la plus exposée est la couche supérieure. Il s'agit d'éliminer cette partie, ce qui peut être difficile à mettre en œuvre en fonction de la taille et de la forme des tas.

Délai de mise en oeuvre	Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Avant d'alimenter les animaux à partir de stocks	Quelques heures	Variable en fonction du type d'ouvrage	Exposition externe faible Exposition cutanée et exposition interne par inhalation de poussières

EFFICACITE

Cette action s'inscrit dans une démarche d'optimisation et de limitation des risques de contamination du lait par ingestion d'aliments contaminés. Son efficacité en termes de qualité radiologique du lait est difficilement quantifiable mais peut être très significative par rapport à une alimentation à partir d'herbe pâturée ou de fourrages contaminés.

LEVEE DE L'ACTION

Le nettoyage et la protection des stocks d'aliments doivent être maintenus aussi longtemps que les animaux sont nourris à partir des stocks afin d'éviter leur contamination par remise en suspension de particules provenant de l'environnement de l'exploitation.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'entraîne pas de coût supplémentaire, hormis la perte d'une partie des stocks et la nécessité éventuelle de s'approvisionner à l'extérieur.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

Cette action présente l'inconvénient de produire des déchets. Ces derniers peuvent être stockés à un endroit identifié de l'exploitation en attendant éventuellement la mise en place d'une collecte particulière ou bien épandus puis enfouis sur une parcelle de l'exploitation, leur niveau de contamination étant, de toute façon, nettement inférieur à celui du sol.

Les déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière devra être organisée.

COMMENTAIRES

Si la question de la contamination des animaux par la nourriture est importante, celle de la qualité de l'eau d'abreuvement apportée aux animaux est également importante. Il est nécessaire de prévenir les éleveurs de privilégier l'utilisation de l'eau du réseau, dans le cas où ils utilisent normalement de l'eau d'un puit ou d'une rivière pour abreuver leur troupeau.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Il s'agit de mettre en œuvre, dès que possible, un approvisionnement en aliments sains produits en dehors de la ZST.

OBJECTIFS

Au cours du rejet et durant les premiers instants de la phase post-accidentelle, la principale voie de contamination du lait est l'alimentation des animaux. Les animaux en lactation pâturant à l'extérieur sont donc les plus exposés. Une fois les animaux placés dans des bâtiments pour maîtriser leur alimentation, l'agriculteur ne dispose, dans les premiers temps, que d'aliments stockés sur l'exploitation. Des solutions simples permettent de limiter la contamination de ces stocks [FICHE 5]. Cependant, leur quantité peut être rapidement limitée en fonction du mode de conduite des troupeaux. Leur niveau de contamination ne sera de plus connu que plusieurs jours après l'accident (délai d'obtention des résultats de mesures). Cette action a donc pour vocation d'assainir les animaux au regard de leur contamination initiale et répond à trois objectifs :

Obj.1	Garantir une alimentation non contaminée des animaux et éventuellement une diminution des niveaux de contamination du lait
Obj.2	Remplacer les stocks d'aliments présents sur l'exploitation
Obj.3	Reconstituer les stocks d'aliments au sein des exploitations (dimensionnés pour des durées correspondant à un usage normal).

CIBLES

Les cibles prioritaires sont les animaux en lactation. Dans un second temps, mais le plus rapidement possible, cette action s'applique aux génisses, aux veaux, aux reproducteurs et aux animaux de réforme car des actions complémentaires permettraient leur décontamination. Cependant, plus le délai de mise en œuvre est important, plus la période de décontamination risque d'être longue.

Animaux en lactation	Futurs animaux en lactation (animaux taris, génisses, agnelles...)	Animaux valorisés pour leur viande (veaux, animaux de réforme)
----------------------	--	--

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : cette action peut être délicate pour les ruminants car les fourrages qui servent de base à leur alimentation sont produits sur une zone relativement proche du siège de l'exploitation. Dans les zones non contaminées, la disponibilité de ces fourrages en quantité suffisante pour approvisionner les zones contaminées risque donc d'être très limitée. Les dispositifs mis en place après les sécheresses passées montrent que cette action est toutefois possible. De plus, différentes ressources alimentaires de substitution peuvent être mobilisées (cf. *moyens nécessaires*).
- **Délai de mise en œuvre** : si nécessaire, cette action doit être initiée dès que possible. Cependant, un délai minimum de 3 jours à une semaine est nécessaire pour sa mise en œuvre. Plus le délai de mise en œuvre est important, plus la période ultérieure de décontamination des animaux risque d'être longue.
- **Moyens nécessaires** : les ressources alimentaires pour faire face à un déficit fourrager sont les suivantes :
 - valoriser les repousses (pour les prairies non contaminées) ;
 - utiliser la paille (provenant des régions céréalières françaises ou européennes) ;
 - réorienter les cultures initialement prévues pour l'alimentation humaine vers l'alimentation animale (maïs grain -> ensilage, céréales -> ensilage de céréales immatures) ;
 - utiliser les coproduits secs et humides (la marge de manœuvre est réduite car les débouchés de ces produits sont déjà prévus), voire des coproduits importés ;
 - mettre en pâturage les jachères, implanter des cultures dérobées et dans certaines régions mettre en pâturage les sous-bois et les landes, acheter du foin ou de la luzerne déshydratée (par exemple, en provenance d'Espagne) ;
 - utiliser des aliments spécifiques fabriqués à partir des matières premières disponibles.

Délai de mise en oeuvre	Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Immédiate	3 jours à 1 semaine	Importante	Exposition externe faible

EFFICACITE

Cette action s'appuie sur l'arrêt de l'ingestion de radionucléides et la décontamination de l'animal par décroissance radioactive et élimination biologique des radionucléides. Son efficacité s'exprime en durée nécessaire à la diminution de moitié de l'activité des radionucléides dans le lait (*pour les données relatives à la viande, se reporter aux fiches relatives à la gestion des troupeaux allaitants*). Celle-ci est variable selon les radionucléides considérés.

	Durée nécessaire pour qu'après fourniture d'une alimentation propre	
	l'activité du lait soit divisée par 2	l'activité du lait soit divisée par 10
Cs134 et Cs137	2 à 3 jours	6 jours
I131	1 à 2 jours	2 à 3 jours
Ru103	20 jours	plusieurs semaines
Sr89 et Sr90	3 à 4 jours	10 jours

LEVEE DE L'ACTION

- L'action peut être levée dès lors que l'éleveur a la garantie que les fourrages produits (ensilage, herbe...) ou stockés sur son exploitation sont suffisamment propres pour ne pas entraîner une contamination du lait susceptible de limiter sa valorisation. Il convient donc de mettre en œuvre dès que possible des actions de réhabilitation des parcelles contaminées (*se reporter aux fiches relatives à la gestion des parcelles contaminées*).
- Cette action peut être poursuivie parallèlement à un retour à une conduite usuelle des troupeaux pour permettre de reconstituer les stocks de l'exploitation.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

L'achat d'aliments constitue un surcoût pour l'exploitation d'autant plus important que le maintien de cette action est long. Il est difficile d'évaluer ce coût qui dépend du coût de la matière première, du marché, des coûts de transport (distance depuis la zone d'approvisionnement et coût du carburant) et de son mode de conservation.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

Le nettoyage des équipements en contact avec l'alimentation des animaux (outils de distribution, auges...) est indispensable pour obtenir le niveau de contamination le plus faible possible de l'alimentation. Ce nettoyage doit être régulier (élimination des particules introduites par remise en suspension) et effectué à l'eau chaude et au nettoyeur à « haute pression » **[FICHE 4]**.

COMMENTAIRES

- Si la question de la contamination des animaux par la nourriture est importante, celle de la qualité de l'eau d'abreuvement apportée aux animaux est également essentielle. Il est nécessaire de préconiser aux éleveurs de privilégier l'utilisation de l'eau du réseau, dans le cas où ils utilisent normalement de l'eau d'un puit ou d'une rivière pour abreuver leur troupeau.
- La période de l'accident peut augmenter les difficultés d'approvisionnement (en hiver, absence de récolte). L'intérêt d'une telle action doit être analysé à l'échelle du territoire, en fonction des caractéristiques de l'accident, de manière à pouvoir mobiliser à l'échelle nationale, voire européenne, les aliments disponibles. Le groupe d'experts "Alimentation des vaches en période difficile" de l'Institut de l'Élevage peut être sollicité pour proposer des rations et aider à la mise en œuvre logistique.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

Il s'agit d'arrêter, en deux jours à une semaine, la production de lait des animaux en lactation.

OBJECTIFS

Si les niveaux de contamination des animaux sont tels que le lait produit est contaminé au-dessus des niveaux réglementaires [cf. FICHE 4.2] pendant une période importante, il peut être décidé de tarir les animaux afin de limiter les quantités de lait contaminé à gérer.

Le tarissement progressif a également l'avantage, par rapport à un arrêt brutal de la traite, de préserver le potentiel de production de l'animal et permettre de relancer un cycle de lactation dont le niveau de production sera néanmoins inférieur à celui de la lactation en cours.

Obj.1	Limitier les quantités de lait contaminé à gérer
Obj.2	Préserver le potentiel de production de l'animal

CIBLES

Cette action s'applique aux animaux laitiers en cours de lactation. Cependant, un tarissement, même progressif, altérera significativement le potentiel de production des animaux en début de cycle.

Vaches en lactation	Brebis en lactation	Chèvres en lactation
---------------------	---------------------	----------------------

MISE EN ŒUVRE

Il s'agit de réduire la production laitière des animaux jusqu'à l'arrêt de la lactation. La méthode à mettre en œuvre est la suivante :

- **réduire l'alimentation**, en privilégiant des apports de foin et de paille et en supprimant les concentrés (il convient cependant de ne pas réduire de manière trop brutale et drastique l'alimentation pour ne pas dégrader le potentiel ultérieur de production et de reproduction des animaux) ;
- **espacer progressivement les traites sur une à deux semaines** (attendre 36 h pour la première traite, puis adapter en fonction de l'état des mamelles). Le tarissement des vaches en pic de lactation peut prendre deux semaines, contre une semaine pour celles en début ou en fin de lactation ;
- après la dernière traite (traite complète des quartiers), **introduire des bouchons antibiotiques** pour éviter les infections des mamelles. Ces bouchons sont couramment utilisés sur une exploitation donc facilement disponibles pour l'exploitant. Cependant l'éleveur conserve sur son exploitation un stock de bouchons pour tarir 4 à 5 vaches, mais pas assez pour tarir un troupeau entier.

Méthode	Durée du tarissement	Délai de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Réduction de l'alimentation Espacement des traites Utilisation de bouchons antibiotiques	Deux jours à deux semaines	Immédiat	Facile	Exposition inférieure à une traite classique

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **exposition de la population par ingestion** : l'efficacité est de 100% puisque le lait contaminé est retiré de la chaîne alimentaire ;
- **quantité de déchets à gérer** : l'efficacité est d'autant plus importante que le tarissement est mis en œuvre rapidement. La durée du tarissement des animaux est au minimum égale à une semaine.
- **préservation du potentiel de production** : un tarissement, même progressif, affecte le niveau de production de l'animal pour la lactation suivante.

	Quantité de lait produit /jour
Vaches	jusqu'à 40 L/j
Brebis	jusqu'à 3 L/j
Chèvres	jusqu'à 3 L/j

LEVEE DE L'ACTION

- Après concertation, les animaux peuvent être abattus (valorisation des carcasses), éliminés ou remis en production. L'éleveur pourra reprendre la traite après la mise bas des animaux, si l'activité volumique du lait produit ne dépasse plus les niveaux réglementaires [cf. FICHE 4.2].
- La reprise de la lactation et de la traite nécessite d'adapter les rations aux besoins des animaux pour permettre, lorsque cela sera possible (en fonction du cycle de l'animal et de la diminution de la contamination de l'animal).

	Délai maximal pour la reprise de la production laitière (durée de gestation + 2 mois de mise en chaleur)
Vaches	11 mois
Brebis	6 mois
Chèvres	6 mois

A noter : les animaux taris n'exportent pas de radioactivité via le lait et se décontaminent moins vite qu'un animal en lactation. Cependant, cette voie de décontamination biologique est mineure voire négligeable par rapport à l'élimination par les déjections animales.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'entraîne pas de surcoût particulier mais plutôt un « manque à gagner ». L'arrêt de la production laitière implique une diminution brutale d'une partie des produits vendus par l'exploitation pendant toute la durée de l'arrêt. Le maintien en vie des animaux durant une durée trop importante sans valorisation du lait n'est pas compatible avec la viabilité économique de l'exploitation.

Coût de mise en œuvre limité mais bouleversement de la production laitière

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

COMMENTAIRES

- Il est possible que les animaux ne retrouvent pas leur potentiel de production, ce qui peut être handicapant pour les animaux en première ou seconde lactation (la production est maximale au cours de la troisième lactation). Les conséquences négatives de cette action sont moindres en deuxième partie du cycle de lactation, c'est-à-dire une fois le pic de lactation passé.
- De plus, il faut intégrer à moyen terme, en fonction de l'évolution des niveaux de contamination, la gestion des veaux femelles et mâles : les veaux femelles servent généralement au renouvellement du troupeau et entrent en lactation au bout de deux ans ; les veaux mâles ont des débouchés et donc des durées de vie (et de décontamination) plus divers.
- Enfin, la relance d'un cycle de production doit s'appuyer sur le retour à un fonctionnement normal de l'exploitation, c'est-à-dire la possibilité de produire l'alimentation du troupeau à partir des parcelles de l'exploitation.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à déplacer les troupeaux présents dans le Périmètre d'éloignement (PE), dans le reste de la Zone de Protection des Populations (ZPP) ou dans la Zone de Surveillance renforcée des Territoires (ZST) vers des parcelles situées dans des zones moins contaminées où ils sont parqués et maintenus en vie. Les troupeaux pourront plus tard être valorisés ou éliminés en fonction de différents paramètres (niveaux de contamination, état sanitaire, choix stratégique...).

OBJECTIFS

Cette action vise avant tout à limiter l'exposition des opérateurs lors des interventions sur les troupeaux implantés initialement dans le Périmètre d'éloignement des populations. Elle doit permettre le maintien en vie dans des conditions décentes des troupeaux dans l'attente de leur abattage, que les carcasses soient valorisées ou non, ou de leur éventuel retour sur les parcelles

Obj.1	PE : limiter l'exposition des opérateurs
Obj.2	PE : maintenir les animaux en vie jusqu'à la mise en place d'une filière d'élimination
Obj.3	ZPP et ZST : valoriser au plus tôt les animaux

CIBLES

Cette action concerne :

- les animaux situés dans le Périmètre d'éloignement (dans l'objectif de limiter l'exposition des intervenants) ;
- les animaux situés dans la Zone de protection des populations (ZPP) et dans la Zone de surveillance renforcée des territoires (ZST) (pour limiter la contamination des animaux).

ATTENTION : cette action peut être pertinente si la zone contaminée touche des troupeaux de **races à petits effectifs** . Associé à une alimentation non contaminée, le déplacement des animaux peut permettre de conserver le potentiel génétique des animaux présents uniquement sur le sol français. Cette action permettrait donc de ne pas perdre certaines races.

Animaux et races à petits effectifs présents dans le Périmètre d'éloignement quel que soit la stratégie envisagée (valorisation/non-valorisation)

Animaux et races à petits effectifs présents dans le reste de la ZPP et dans la ZST dans le cadre d'une stratégie de valorisation

MISE EN ŒUVRE

- **Déplacement des animaux :** la principale difficulté pour mettre en œuvre cette action est l'organisation du déplacement des animaux vers des zones moins contaminées. Il convient tout d'abord de tarir les femelles en lactation. Par ailleurs, le nettoyage des engins utilisés est primordial pour éviter des contaminations croisées.
- **Accueil des animaux :** deux solutions sont possibles :
 - **Parcage des animaux sur des pâtures, sans apport de nourriture :** 20 ares par jour et par vache au printemps sont nécessaires pour constituer une ration à base d'herbe (30 à 40 ares par jour et par vache en été). Des jachères peuvent être réquisitionnées pour nourrir les animaux.
 - **Parcage des animaux sur des parcelles, avec apport de nourriture :** il convient de préparer au préalable la parcelle (clôturer la parcelle et préparer une zone de couchage avec de la paille ou de la sciure) et d'éviter un chargement excessif. Pour cela, prévoir 5 à 8 ares par vache selon la nature du sol. Les fourrages sont distribués au sol dans la parcelle.

REMARQUE: un troupeau laitier comprenant entre 30 et 80 vaches (sans compter les génisses), ou 200 à 300 chèvres ou brebis, la faisabilité de l'action dépend beaucoup du nombre d'exploitations concernées. Elle peut être envisagée si les troupeaux de 2 à 3 exploitations doivent être déplacés. Au-delà, le nombre total d'animaux serait très difficile à gérer (tant leur déplacement que leur stockage sur de nouvelles parcelles).

	Décal	Durée	Difficulté	Exposition des opérateurs
Animaux hors lactation	Le plus tôt possible	Au moins une semaine	Très importante (moyens logistiques à mobiliser)	Liée aux interventions sur le troupeau (apport de fourrages)
Animaux en lactation	Après avoir tari le troupeau	Une semaine (pour tarir les animaux)		Liée aux interventions sur le troupeau (apport de fourrages, traite)

EFFICACITE

L'efficacité de cette action s'évalue en termes de « doses évitées » pour les opérateurs apportant les soins aux animaux (par rapport à des interventions répétées effectuées dans une zone fortement contaminée comme le périmètre d'éloignement). Cette action permet une plus grande souplesse pour intervenir auprès des animaux.

Concernant la valorisation au plus tôt des animaux, l'efficacité de l'action dépend principalement des niveaux de contamination des animaux et de l'alimentation qui leur sera fournie.

LEVEE DE L'ACTION

La levée de l'action se traduit par la levée de l'éloignement des personnes, par la valorisation possible des animaux déplacés ou par le retour des animaux dans leurs exploitations d'origine. Ce retour suppose un approvisionnement en fourrages sains. Dans le cas d'une contamination rendant impossible toute valorisation du troupeau, la levée de l'action se traduit par la mise en place d'une filière adaptée d'élimination des animaux.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Le coût de mise en œuvre de cette action est important, principalement en raison du déplacement des animaux (logistique...).

Coûts directs et coûts indirects importants

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

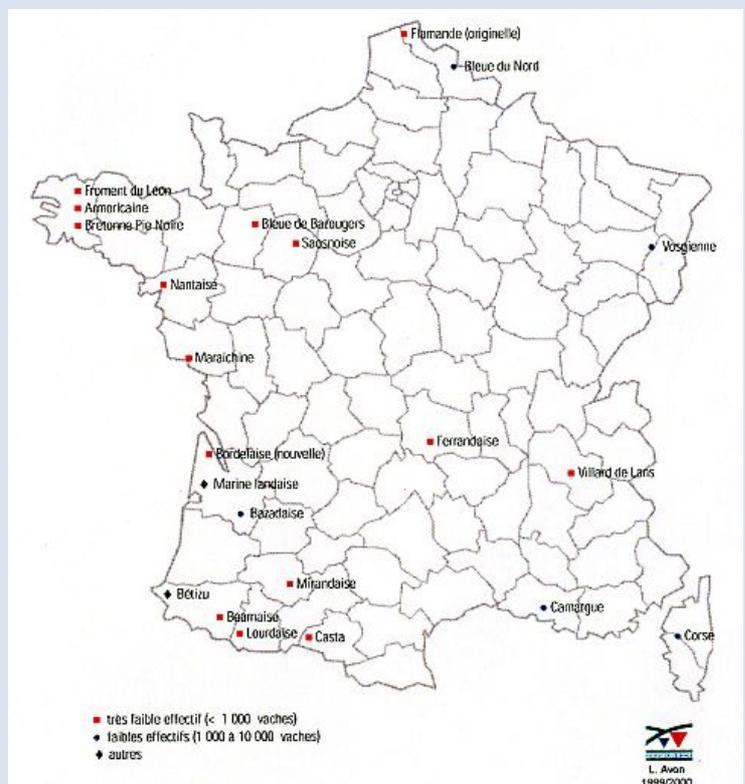
L'intérêt de cette action doit être apprécié par rapport au maintien des animaux dans leurs exploitations d'origine. Si les animaux sont fortement contaminés, ils risquent, par leurs déjections, de contaminer les parcelles les accueillant. L'évaluation de ce risque ne peut être fournie par l'IRSN qu'au moment de l'accident, afin de définir la stratégie à adopter en fonction du nombre d'animaux, de la durée de maintien de l'action et des surfaces disponibles.

COMMENTAIRES

Cette action ne peut pas être mise en œuvre à l'échelle de l'exploitation. Son organisation doit être établie à un niveau plus large, comme le département par exemple. En cas de crise, si cette action s'avère pertinente, la décision de la mettre en œuvre doit être prise le plus rapidement possible pour pouvoir l'appliquer au plus tôt.

Les races à petits effectifs représentent un patrimoine génétique important. Déplacer ces animaux et les maintenir en vie à des fins de reproduction permet de préserver la diversité génétique.

Carte ci-contre : berceau des races bovines françaises à faible effectif



STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

L'élimination d'un troupeau est une opération difficile et délicate :

- difficile car elle nécessite une infrastructure (couloirs, parcs) et des moyens de manipulation des cadavres qui n'existent pas forcément dans l'exploitation ;
- délicate en raison des effets psychologiques pour l'exploitant et sa famille, ainsi que pour le public.

L'élimination comprend deux volets : l'**euthanasie des animaux** et l'**élimination des cadavres**. Habituellement, l'abattage d'un animal intervient dans un abattoir et l'élimination du cadavre associé dans une installation d'équarrissage. Néanmoins, l'introduction d'animaux ou de cadavres contaminés par des radionucléides dans ce circuit "classique" de gestion des cadavres d'animaux pose question et tendrait, a priori, à privilégier l'élimination des animaux contaminés en dehors de ce circuit. Une analyse préalable est donc opportune pour apprécier les bénéfices et les risques associés aux différentes options envisagées. A court terme et dans la mesure du possible, le maintien en vie, dans des conditions sanitaires acceptables, des animaux à éliminer est donc un objectif important pour permettre cette analyse.

Cette action nécessite de déterminer :

- les modalités d'euthanasie des animaux : sur l'exploitation ou dans un abattoir ;
- les modalités d'élimination des cadavres contaminés : enfouissement sur l'exploitation ou dans un site dédié.

OBJECTIFS

- **Elimination d'urgence (action envisageable uniquement dans le Périmètre d'éloignement):**

Dans le **Périmètre d'éloignement**, l'exposition radiologique est telle qu'elle nécessite d'éloigner la population. Les actions de protection mises en œuvre limitent la possibilité d'intervenir pour gérer les troupeaux.

- Si les animaux ne peuvent pas recevoir les soins minimaux (ou être mis au pré), plutôt que d'exposer de nombreux opérateurs pour une opération d'euthanasie, il convient de déplacer les animaux vers une zone moins contaminée [FICHE 8], ce qui renvoie à la valorisation ou à une élimination hors urgence ;
- S'il n'est pas envisagé de déplacer les animaux vers une zone moins contaminée (vers la ZPP, voire sur dérogation vers la ZST) et d'intervenir régulièrement pour les nourrir, l'**élimination sur place des animaux** peut être envisagée. Elle nécessite cependant des moyens humains et matériels importants pour gérer ensuite les cadavres des animaux et entraîne une exposition des opérateurs.

Cette action est envisageable **uniquement dans le Périmètre d'éloignement** car au-delà, la priorité est de maintenir en vie les animaux destinés à être éliminés jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des cadavres soit opérationnelle.

- **Elimination concertée, à moyen terme :**

Une fois la décision prise d'éliminer un cheptel, il convient de tenir compte de :

- l'absence d'urgence de l'abattage ;
- de l'objectif de bien-être des animaux dans l'attente de leur élimination.

Il n'y a en effet aucun caractère d'urgence au sens sanitaire à abattre des cheptels contaminés puisque ces animaux, dans la mesure où leurs produits ne sont pas consommés, ne présentent aucun risque sanitaire (il convient ici de différencier cette gestion de celle d'une épizootie comme la fièvre aphteuse ou l'influenza aviaire où il faut impérativement éviter la dissémination des agents infectieux et neutraliser le foyer initial en abattant le plus rapidement possible les animaux).

Obj.1	Limiter le nombre et la durée des interventions pour le maintien en vie des animaux dans le Périmètre d'éloignement (uniquement)
Obj.2	Gérer les animaux non valorisés et contaminés

CIBLES

- **Elimination d'urgence (Périmètre d'éloignement):** tout troupeau dont le maintien en vie implique une exposition trop importante des opérateurs ;

ATTENTION : si des troupeaux de races à petits effectifs dont la qualité génétique constitue un objectif (ex : présence uniquement sur le sol français) sont présents dans le Périmètre d'éloignement, leur déplacement vers une zone moins contaminée puis leur décontamination sont préférables à une élimination en urgence. Ces animaux ne sont, par contre, pas destinés à être valorisés pour l'alimentation humaine.

- **Elimination concertée, à moyen terme,** après la mise en place d'une filière de gestion des cadavres adaptée : les animaux dont la valorisation n'est pas possible pour des raisons économiques, éthiques ou radiologiques.

MISE EN ŒUVRE

La première étape consiste à rassembler les animaux sur l'exploitation. Différentes options sont envisageables ensuite :

- **Pour l'euthanasie :**
 - Euthanasie sur l'exploitation avec l'apport des infrastructures nécessaires (parcs, couloirs de contention, appareils de levage...);
 - Euthanasie dans un site dédié : abattoir, équarrissage, en général plus pratique qu'une exploitation agricole et surtout présentant un impact psychologique moindre.
- **Pour l'élimination (après analyse par les pouvoirs publics) :**
 - Enfouissement sur l'exploitation ou dans un site géologiquement satisfaisant ;
 - Crémation des cadavres sur l'exploitation ;
 - Élimination par la voie classique de l'équarrissage.
- Les options envisagées ci-dessus peuvent nécessiter le transport des animaux ou de leurs cadavres.

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons en termes de :

- **exposition de la population par ingestion :** l'efficacité est de 100 % puisque la viande contaminée n'entre pas dans la chaîne alimentaire ;
- **exposition des opérateurs :** l'efficacité doit être appréhendée par rapport à l'exposition des opérateurs associée à d'autres stratégies ;
- **quantités de déchets :** l'efficacité est fonction de l'existence d'une filière d'élimination des cadavres, du devenir des cadavres contaminés, et doit être confrontée à d'autres stratégies envisageables pour la gestion des troupeaux contaminés.

	Poids moyen des cadavres
Vaches	740 kg
Brebis	80 kg
Chèvres	60 kg

LEVEE DE L'ACTION

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre de cette action entraîne des conséquences économiques lourdes pour les élevages (à court terme, arrêt de la production et élimination des cadavres ; à moyen et long termes, reconstitution du troupeau pour la reprise de l'activité). Le coût de l'élimination du cheptel peut être évalué quand les modalités de mise en œuvre ont été définies par les services de l'Etat.

Conséquences économiques lourdes pour les élevages

Pour information, le coût de l'élimination de 64 génisses atteintes de la fièvre catarrhale (2006) a été évalué à 200 000 € (euthanasie, transport, incinération et achat de génisses au producteur).

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- Les opérations d'euthanasie sont à la fois difficiles et délicates. C'est pourquoi il convient d'être très attentifs aux conditions de leur réalisation et de rappeler que l'urgence d'éliminer des animaux qui ne présentent aucun risque direct en termes de santé publique ne peut qu'être exceptionnelle.
- L'euthanasie et l'enfouissement de cadavres contaminés ne devraient pas poser de problème radiologique majeur étant donné la contamination déjà présente dans l'environnement. La réalisation est surtout sujette à l'examen des questions sanitaires, environnementales (gestion des effluents) et logistiques. En fonction des moyens disponibles et du volume de cadavres à enfouir, une étude de la structure de la fosse devra être menée par les pouvoirs publics.
- Si des traces de l'enfouissement persistent dans le paysage, elles accentuent la stigmatisation du site d'enfouissement (l'exploitation) et limitent le retour à une activité « normale ».

COMMENTAIRES

- Il convient de se référer aux procédures d'urgence mises en œuvre par l'Etat en cas de problème sanitaire (grippe aviaire, fièvre catarrhale, ESB, fièvre aphteuse, etc.). L'intérêt et les modalités de mise en œuvre d'une telle action doivent être analysés à l'échelle du territoire et en fonction des caractéristiques de l'accident qui permettent de définir la zone concernée par cette action et les volumes de déchets à gérer.
- Les crises sanitaires rencontrées par les éleveurs constituent des expériences de gestion de crise qui peuvent apporter des enseignements pour la gestion de cette action. Il convient de ne pas incinérer les cadavres, **sauf si l'analyse préalable des pouvoirs publics donne un avis contraire**, ou éventuellement dans des centres équipés pour traiter des déchets radioactifs.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Dans le cadre de cette stratégie, que les animaux soient taris en quelques jours ou que leur traite soit maintenue, le lait produit dans la ZPP (pendant au moins un mois) et dans la ZST (pendant au moins quelques jours) ne sera pas valorisable. Les capacités de stockage du lait dans les tanks d'une exploitation ne dépassant généralement pas la production de deux jours, le lait produit doit impérativement être géré rapidement.

- En temps normal, la réglementation permet différents modes de gestion des laits non collectés : l'incinération, la production de biogaz, le compostage et l'épandage. Cependant, il est probable que l'incinération, la production de biogaz et le compostage soient difficiles à mettre en œuvre au moins durant les premiers instants de la phase post-accidentelle. L'épandage des laits non collectés semble donc être le mode de gestion le plus approprié, au moins à court terme. Il est permis lorsque le lait est mélangé avec du lisier.
- Ainsi, la gestion des laits non collectés se traduit par leur stockage temporaire dans la fosse à lisier de l'exploitation. Pour les élevages qui ont réalisé une mise aux normes, ce transfert vers la fosse est prévu par les ouvrages d'évacuation des eaux de la salle de traite. Si l'élevage ne possède pas de fosse de stockage des effluents, le lait du tank peut être pompé dans une tonne à lisier en vue d'un épandage rapide en mélange avec du lisier ou de l'eau. Si l'épandage ne peut pas être effectué rapidement, il est possible de transférer le contenu du tank chez un agriculteur voisin qui possède une fosse.
- A moyen terme, l'épandage du mélange « lait+lisier » apparaît comme une voie de valorisation intéressante. Les précautions d'épandage à respecter restent les mêmes, qu'il s'agisse de lisier ou d'un mélange « lisier+lait » (respect du calendrier d'épandage, du plan d'épandage, des doses autorisées), à moins que des dérogations ponctuelles ne soient mises en place par les autorités.

OBJECTIFS

Le stockage puis l'épandage du lait constituent une solution pour gérer, de manière simple et rapide, les laits produits sur les exploitations laitières (tanks à lait) ou dans les coopératives laitières (citernes à lait) et qui ne peuvent pas être valorisés.

Obj.

Gérer les laits non collectés ou non valorisables des exploitations

CIBLES

Cette action s'applique aux exploitations laitières dont le lait ne peut être collecté, pour des raisons radiologiques ou non, aux entreprises laitières dont les laits ne peuvent être valorisés ou aux exploitations ayant accepté de traiter ces laits.

Exploitations
dont le lait ne peut pas être collecté

Coopératives laitières
dont le lait n'est pas valorisable

MISE EN ŒUVRE

- **Stockage du lait dans la fosse à lisier :**
 - déverser le contenu de la citerne de lait de l'usine dans la fosse à lisier : une citerne d'usine contient de 15 à 20 000 litres de lait et correspond à la collecte d'une dizaine d'exploitations ;
 - vider le contenu du tank à lait dans la fosse à lisier : un tank à lait contient entre 500 et 3 500 litres et correspond à deux jours de traite au maximum.

ATTENTION : brasser le moins possible le mélange pour limiter les risques, pour les opérateurs, liés aux gaz produits dans la fosse.
- **Epandage du mélange « lait+lisier » sur les parcelles agricoles :**
 - le lait est riche en matière grasse qui peut colmater le matériel d'épandage et le sol. Il est donc conseillé de diluer au minimum le lait avec du lisier à hauteur de 50 %.
 - le matériel d'épandage qui dépose le liquide au sol (épandeur avec rampe à pendillards) doit être préféré à celui qui projette le liquide dans l'air (tonne à « buse-palettes »).
 - enfin, le liquide épandu doit être incorporé au sol, de préférence dans les deux heures qui suivent l'épandage, pour limiter le risque de ruissellement.

Délai de mise en oeuvre	Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Capacité de stockage sur l'exploitation pouvant être inférieure à 4 mois	Immédiat (stockage) Différé (épandage)	Faible	Exposition externe faible

EFFICACITE

- Le stockage du lait non valorisé dans la fosse à lisier permet, sur le court terme, de gérer très efficacement les traites effectuées durant les premiers jours voire les premières semaines suivant l'accident. La plupart des fosses à lisier sont dimensionnées pour stocker 4 à 6 mois d'effluents. Le déversement du lait réduirait de moitié cette durée qui reste cependant suffisante pour organiser la gestion de ces laits. Si la fosse est remplie, la capacité de stockage est d'autant limitée. Cependant, si elle est remplie, cela signifie que la période d'épandage est proche.
- Le niveau de contamination du mélange « lait+lisier » est d'autant plus faible que les animaux sont maintenus dans des bâtiments et nourris rapidement avec des aliments stockés. La contamination supplémentaire des parcelles agricoles due à l'épandage de ce mélange en est d'autant plus faible.
- Une évaluation du risque de contamination supplémentaire par l'apport de lait et de lisier contaminés sur des surfaces déjà contaminées sera fournie par l'IRSN au moment de l'accident, ce qui permettra de définir la stratégie à adopter, en fonction des volumes de lait à gérer, des surfaces d'épandage disponibles, des capacités de stockage des effluents des exploitations, ...

LEVEE DE L'ACTION

Le lait stocké dans la fosse à lisier doit par la suite être éliminé. La durée de ce stockage est fonction de la capacité de stockage sur l'exploitation et de la présence d'une filière d'élimination (valorisation) du mélange « lait+lisier ». L'épandage du mélange est soumis aux mêmes règles environnementales et sanitaires que celles concernant l'épandage de lisier seul (quantités d'azote, périodes d'épandage), sauf éventuelles dérogations.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action est certainement la moins coûteuse pour gérer le lait contaminé car elle n'entraîne pas de coût réel supplémentaire, hormis la perte de la production et les coûts de mise en œuvre (carburant...).

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- Les exploitations ayant un système de traitement des effluents peu chargés (ex : lagunage naturel, filtres à paille) ne doivent pas envoyer le lait dans ce système car cela le détruirait. Le lait a une charge organique trop importante.
- Pour les exploitations qui ont un stockage de lisier sous caillebotis, le mélange de lait dans ce type d'ouvrage est interdit (même le faible volume du tank à lait). L'ajout de lait au lisier amplifie les odeurs et les dégagements de gaz nocifs comme le sulfure d'hydrogène, toxique à faible concentration pour l'homme et l'animal. La seule possibilité est de stocker le lait dans des ouvrages situés à l'extérieur des bâtiments d'élevage.
- La tonne à lisier « buse palettes » est déconseillée pour l'épandage du mélange de façon à limiter la formation de brouillards fins.
- Tous les bâtiments d'élevage laitier ne produisent pas du lisier (ils ne sont cependant pas majoritaires). Ces exploitations ne disposent donc pas de fosse à lisier.
- L'épandage sur prairie est déconseillé pour ne pas contaminer les animaux les pâturant.

COMMENTAIRES

- L'incinération n'est pas *a priori* un mode de gestion à envisager, même à long terme. En effet, cela suppose d'adapter les installations existantes au traitement de déchets contaminés, de les décontaminer par la suite, etc.
- Pour en savoir plus : se référer à la brochure "Stockage et épandage des laits non collectés et refusés" (28 p.)
En vente chez Technipel - 149 rue de Bercy - 75 595 PARIS cedex 12 - Tél : 01 40 04 51 71 - Fax : 01 40 04 52 80
Téléchargeable sur www.laitel.com - Tél : 01 49 70 72 19

TROUPEAUX ALLAITANTS

PRINCIPALES VOIES DE CONTAMINATION ET PERIODES CRITIQUES

La principale voie de contamination des produits animaux issus des troupeaux allaitants est l'ingestion de fourrages (et de lait) contaminés. L'ingestion d'eau contaminée et les transferts cutanés contribuent également mais dans une moindre mesure. L'inhalation est par contre négligeable devant les autres voies. Au moment de l'accident, les animaux les plus exposés sont ceux qui pâturent dans les prairies, les animaux se trouvant dans les bâtiments, nourris à partir de fourrages stockés donc (partiellement) protégés, le seront beaucoup moins. Les cultures fourragères en cours de développement au moment du dépôt peuvent constituer une source ultérieure de contamination significative si elles entrent dans la ration alimentaire des animaux. La stratégie à mettre en œuvre pour les exploitations allaitantes doit donc intégrer, non seulement la gestion immédiate des troupeaux, mais aussi la possibilité de reconstituer des fourrages dont la qualité radiologique sera compatible avec la poursuite de l'exploitation à partir des parcelles exposées à la contamination.

	Alimentation	Risque
Animaux aux pâturages	INGESTION D'HERBE	+++
	EAU D'ABREUVEMENT	+
Animaux à l'intérieur des étables	FOURRAGE FRAIS / SEC (FOIN)	+++
	EAU D'ABREUVEMENT	+
	ALIMENTS STOCKES (ensilage, concentrés)	+

REPARTITION TEMPORELLE DU RISQUE

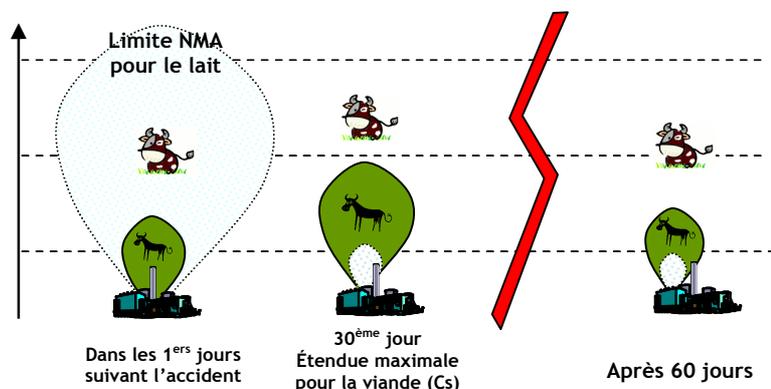
La densité des troupeaux est variable sur le territoire et influence le nombre d'animaux à gérer. De même, la conduite des troupeaux est fonction des espèces et de la localisation des exploitations [Cf. FICHE 5.3], ce qui influence le risque de contamination lié à l'alimentation au cours de l'année (cf. tableau).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Conduite des troupeaux	Vert	Jaune	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Jaune	Jaune	Vert	Vert
Risque faible Animaux dans les bâtiments	Vert			Orange				Jaune		Vert		
Risque variable Animaux dans les bâtiments ou au pâturage	Jaune			Orange				Jaune		Vert		
Risque fort Animaux au pâturage	Vert			Orange				Jaune		Vert		

CINETIQUE DE CONTAMINATION ET REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DE LA CONTAMINATION

Contrairement à la production laitière qui est continue, la production de viande est ponctuelle (abattage des animaux), avec un cycle de production plus lent (jusqu'à plusieurs années pour les bovins). La problématique principale est liée aux radionucléides à vie longue (Cs, Sr...) qui atteignent, sans action particulière, un niveau de contamination maximal au bout de 15 à 30 jours. L'élimination biologique de ces radionucléides dans la viande est ensuite plus lente que dans le lait. Dans les premiers instants, les zones de dépassement des NMA dans la viande sont beaucoup moins étendues que pour le lait. Elles diminuent ensuite beaucoup moins vite et tendent à les englober au bout de quelques semaines, si aucune action particulière n'est mise en œuvre, le transfert du césium et du strontium étant plus élevé dans la viande que dans le lait.

	Transfert	Délai d'apparition	Délai d'atteinte de l'activité maximale	Délai pour le retour au 1/2 de l'activité après nourrissage propre
Cs	Elevé	12 h	30 jours	30 jours
Sr	Moyen	12 h	15 jours	60 à 100 jours
I	Faible	2 à 3 h	7 jours	5 à 7 jours



Légende :

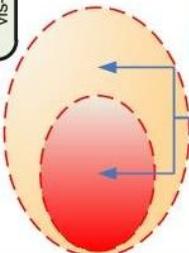
	Zone de dépassement des NMA pour le lait
	Zone de dépassement des NMA pour la viande (due au Cs)
	Viande contaminée
	Viande non contaminée

CONTRAINTES AGRICOLES ET ZOOTECHNIQUES ASSOCIEES A LA GESTION DES TROUPEAUX ALLAITANTS

	Contraintes	Délais
Gestion de la viande	Possibilité de reporter les dates d'abattage pour éviter de gérer de la viande contaminée	1 mois (agneaux) 6 mois à 1 an (bovins)
Gestion des animaux	Besoins en eau et en aliments	< à 2 ou 3 jours
Gestion des déjections	Si les animaux sont à l'étable : capacité de stockage d'effluents liquides avant épandage sur les parcelles agricoles	< 4 mois

PHASE D'URGENCE

Aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache



Hors périmètres

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection de la population vis-à-vis du panache (Mise à l'abri et à l'écoute, prise d'ode stable, évacuation...)

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Dans ces périmètres, l'objectif majeur est la protection des populations et des opérateurs à travers la mise en place d'actions de protection de la population vis-à-vis du panache (mise à l'abri et à l'écoute, prise d'ode stable, évacuation...)

Aucune action préventive pour la gestion des troupeaux allaitants ne peut donc être recommandée en phase de menace et en phase de rejet.

Hors périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Compte tenu des conséquences observées ou prévisibles liées au passage du panache dans cette zone, aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache n'est mise en œuvre ou envisagée.

Au plus tôt (si possible avant le passage du panache radioactif), mettre en œuvre des actions visant à protéger d'une part l'élevage et limiter son exposition à la contamination radiologique, d'autre part les stocks d'aliments sur l'exploitation :

- fermer les bâtiments (1)
- protéger les fourrages et les aliments stockés (2)
- rentrer ou maintenir dans les bâtiments les animaux (3) afin de maîtriser leur alimentation et de leur proposer au plus tôt de la nourriture (et de l'eau) non contaminée ou le moins possible contaminée.

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

Mise en place du zonage post-accidentel

Levée des actions de protection d'urgence

Contrôle d'accès Interdictions de consommation et de mise sur le marché

Hors ZST

ZST

ZPP

PE

Restrictions de consommation et de mise sur le marché des denrées alimentaires pour l'homme et les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produites localement, dans l'attente de contrôles libérateurs.

Restrictions systématiques de consommation et de mise sur le marché de denrées alimentaires pour l'homme et les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produites localement pendant, au minimum, un mois

Contamination des territoires n'autorisant pas le maintien sur place de la population
Eloignement de la population pendant au moins 1 mois
Accès contrôlé à la zone

Aucune action de protection de la population ni de restriction de mise sur le marché

STRATEGIE 1 – Option 1

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 : VALORISATION

1 Prérequis : assurer l'alimentation des animaux dans les 2 à 3 jours suivant le début de l'accident

Gestion du troupeau :

- Option 1 : Valoriser le troupeau pour produire de la viande à court terme

- Au plus tôt, rentrer ou maintenir les animaux dans les bâtiments (3) pour limiter l'ingestion d'herbe contaminée et maîtriser leur alimentation ;
- Fournir, le plus rapidement possible, une alimentation saine aux animaux (stocks protégés, approvisionnement extérieur, déplacement des animaux...);
- Abattre les animaux uniquement si les carcasses peuvent être valorisées en tenant compte du délai d'obtention des résultats des mesures radiologiques.

- Option 2 : Retarder l'abattage et valoriser le troupeau pour produire de la viande à moyen ou long terme, après une phase de décontamination dont la durée dépendra de la contamination interne initiale des animaux et de l'alimentation qui leur sera fournie :

- Au plus tôt, rentrer ou maintenir les animaux dans les bâtiments (3) pour limiter l'ingestion d'herbe contaminée et maîtriser leur alimentation ;
- Animaux en fin de cycle : les efforts doivent se concentrer sur ces animaux et sur la nourriture, le plus rapidement possible, d'une alimentation saine (stocks protégés (5), approvisionnement extérieur (6), déplacement des animaux dans des zones moins contaminées (8)) ;
- Animaux en cours de cycle : la nourriture, à très court terme, d'une alimentation saine à ces animaux est moins prioritaire que pour les animaux en fin de cycle. Néanmoins, celle-ci devra être apportée au plus tôt, afin de permettre la décontamination progressive des animaux ;
- Animaux non valorisables : maintenir en vie ces animaux (assurer leur alimentation en eau et en aliments même contaminés ainsi que des conditions de vie acceptables) et les éliminer (9) au sein d'une filière d'élimination adaptée.

Gestion des stocks (pour limiter la contamination de la ration alimentaire) :

- Limiter la contamination des stocks présents sur l'exploitation (5) ;
- Approvisionnement extérieur (6), envisageable après 3 jours à une semaine afin de suppléer les stocks contaminés de l'exploitation.

Gestion de l'installation (pour limiter les voies de contamination secondaires des animaux (4)) :

- Nettoyer l'intérieur des bâtiments à l'eau, chaude de préférence, par exemple, pour limiter la contamination des lieux de vie ;
- Nettoyer les animaux.

Gestion des parcelles et des cultures fourragères : gérer les parcelles et les cultures fourragères servant à l'alimentation des animaux les années suivantes de façon à garantir la viabilité de l'exploitation à moyen et long termes (cf. Fiches « Cultures de plein champ et prairies »).

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

1 Prérequis : assurer l'alimentation des animaux dans les 2 à 3 jours suivant le début de l'accident

Raisons possibles (liste non exhaustive) : la contamination de l'environnement est telle que :

- l'objectif prioritaire est la protection des intervenants en limitant les interventions (ex : PE) ce qui peut rendre impossibles les soins élémentaires à court terme (alimentation...);
- la valorisation ultérieure des troupeaux, même après décontamination, ou la poursuite de l'activité agricole ne sont pas envisageables sur l'exploitation.

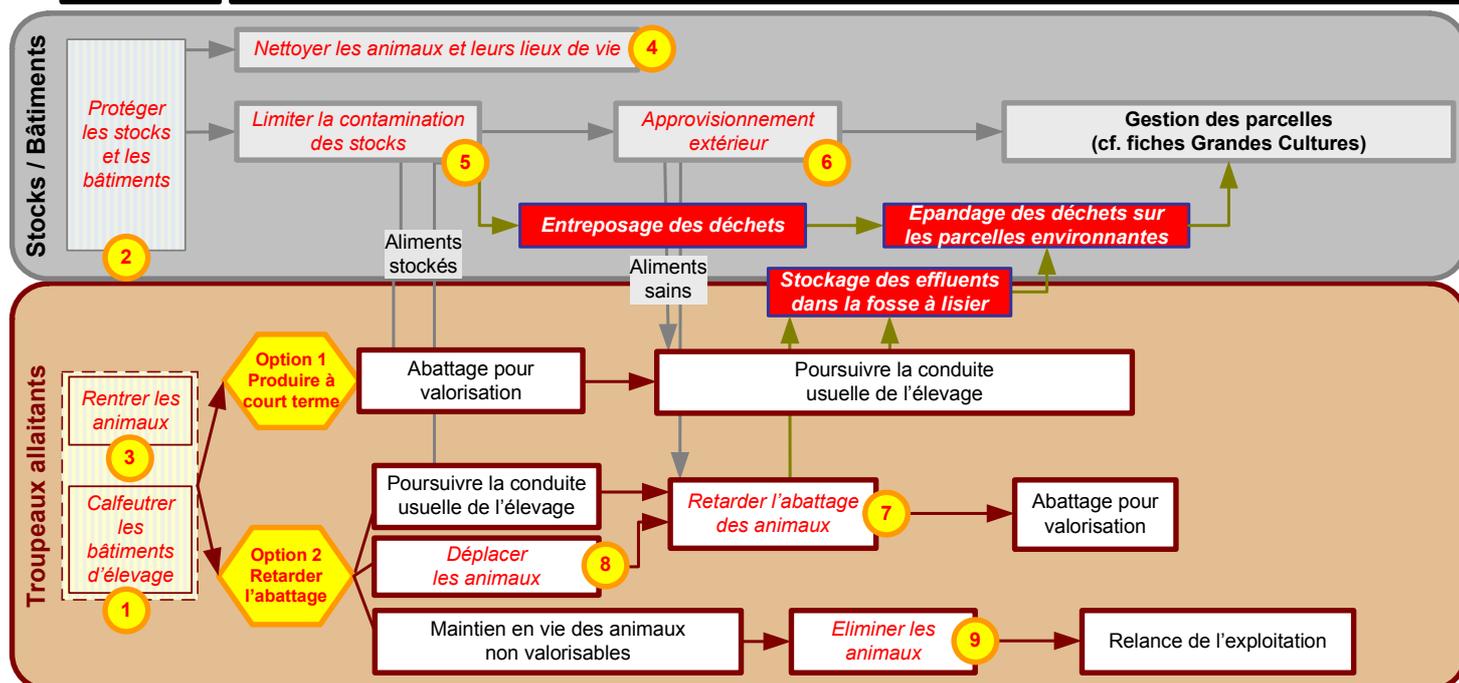
Gestion des troupeaux :

- Option 1 : éliminer les troupeaux dans les meilleurs délais, si les moyens et les conditions le permettent ;
- Option 2 : déplacer les animaux vers une zone moins contaminée afin de faciliter leur gestion, tout en minimisant les interventions (pâturage...).

STRATEGIE 1 : VALORISATION

PHASE D'URGENCE

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE



PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, **aucune action préventive ne doit être recommandée** (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence). Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions visant d'une part à protéger l'élevage et limiter son exposition à la contamination radiologique, d'autre part à protéger les stocks d'aliments sur l'exploitation. Il peut être recommandé de **protéger les stocks et le matériel** (2) et de **rentrer ou maintenir les animaux dans les bâtiments** (3) afin de maîtriser leur alimentation et de leur proposer, au plus tôt, de la nourriture (et de l'eau) non contaminée ou le moins possible contaminée. Si cela est possible, il convient également de **fermer les bâtiments** (1).

PHASE POST-ACCIDENTELLE

Contexte : même si peu d'informations sont disponibles dans les premiers instants de la phase post-accidentelle, il semble possible de valoriser le troupeau pour la production de viande, à court ou moyen terme. Le niveau de contamination effectif des animaux déterminera ensuite la date de leur abattage. Pour réaliser cette stratégie, l'élevage doit rester accessible par la main d'œuvre ainsi que pour les livraisons et les enlèvements. **Le cycle de production peut donc se poursuivre dans l'exploitation.**

1) Gestion des troupeaux

Prérequis : même en cas de rejet long (> 24h), l'exploitant doit impérativement intervenir sur son élevage (alimentation, ventilation et conditions d'élevage...).

- **Option 1 : Valoriser le troupeau pour produire de la viande à court terme :** la valorisation des animaux est possible à court terme (raisons possibles : niveaux de contamination des produits animaux suffisamment faibles pour respecter les normes de mise sur le marché au moment de l'abattage, filière opérationnelle...). Une alimentation la plus saine possible (cf. gestion des stocks) est fournie aux animaux (en priorité aux animaux en fin de cycle).

- **Option 2 : Valoriser le troupeau pour produire de la viande à moyen terme :** la valorisation des animaux n'est pas possible à court terme (raisons possibles : risque de dépassement des normes de mise sur le marché des produits animaux après l'abattage, désorganisation provisoire de la filière, baisse de la consommation...). Un report de l'abattage est mis en place pour décontaminer les animaux ou attendre l'amélioration de la situation de la filière. Le niveau de contamination effectif des animaux déterminera la durée d'allongement de la période d'engraissement (**retarder l'abattage des animaux** (7)).

- **Animaux en fin de cycle :** les efforts doivent se concentrer sur ces animaux à travers notamment la fourniture, au plus tôt, d'une alimentation saine (**stocks protégés** (5), **approvisionnement extérieur** (6), **déplacement des animaux dans des zones moins contaminées** (8)).

- **Animaux en cours de cycle :** la fourniture, à très court terme d'une alimentation saine à ces animaux est moins prioritaire que pour les animaux en fin de cycle. Néanmoins, celle-ci devra être apportée au plus tôt, afin de permettre la décontamination progressive des animaux.

2) Gestion des animaux non valorisables (pour des raisons radiologiques, sanitaires ou autres) :

L'objectif est d'éviter de gérer à court terme des cadavres d'animaux et des risques d'infection en maintenant en vie ces animaux dans des conditions acceptables (alimentation en eau et en aliments même contaminés...) jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des animaux contaminés soit mise en place. Ceci doit être assuré en limitant la durée et le nombre d'interventions des agriculteurs et en évitant de gêner la poursuite de l'activité de l'installation. Une fois la filière de traitement des carcasses définie, **l'élimination des animaux** (9) peut être mise en œuvre.

3) Gestion des effluents :

Les effluents d'élevage sont stockés sur l'exploitation (fosse à lisier, ...) puis seront épanchés sur les parcelles agricoles environnantes, sans entraîner une augmentation significative du niveau de contamination des parcelles.

4) Gestion des stocks :

L'agriculteur ne dispose, dans les premiers temps, que des aliments stockés sur l'exploitation. Des actions simples permettent de **limiter le niveau de contamination des produits stockés** (5). La durée d'autonomie d'une exploitation sur ses stocks dépend de ses capacités de stockage (taille des silos) et de la taille de l'élevage. Dans les meilleurs délais, un **approvisionnement en aliments issus des zones moins contaminées** sera engagé pour reconstituer les stocks de l'exploitation qui auront été épuisés. Parallèlement, différentes actions permettront de **réduire le niveau de contamination des animaux et de leur environnement de vie** (4) (nettoyage de l'intérieur des bâtiments, amélioration des parcours...).

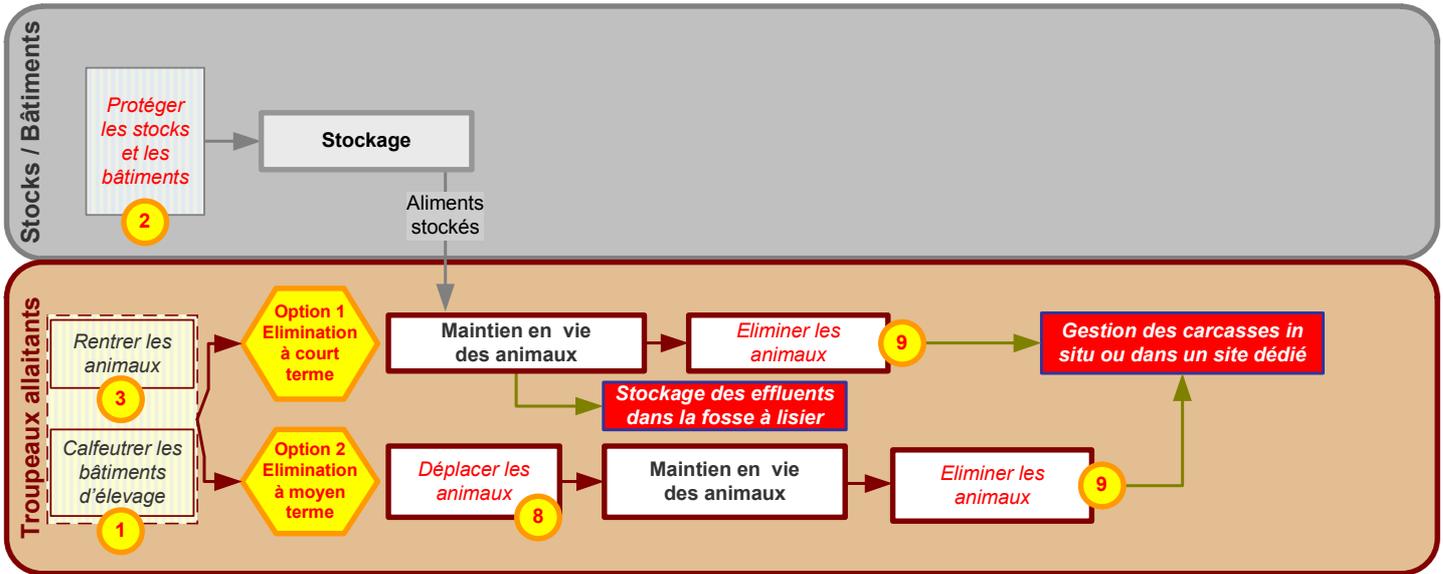
5) Gestion des installations

Même si des actions de **protection de l'intérieur des bâtiments** (2) ont pu être mises en œuvre avant le passage du panache radioactif, l'intérieur des bâtiments de l'installation et les équipements situés à l'intérieur seront vraisemblablement contaminés. Un **simple nettoyage à l'eau sous pression** (4) permet de réduire de manière significative leur contamination. Plus ce nettoyage est mis en œuvre précocement, meilleure est son efficacité.

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

PHASE D'URGENCE

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE



PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, **aucune action préventive ne doit être recommandée** (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence). Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions visant d'une part à protéger l'élevage et limiter son exposition à la contamination radiologique, d'autre part à protéger les stocks d'aliments sur l'exploitation. Il peut être recommandé de **protéger les stocks et le matériel** (2) et de **rentrer ou maintenir les animaux dans les bâtiments** (3) afin de maîtriser leur alimentation et de leur proposer, au plus tôt, de la nourriture (et de l'eau) non contaminée ou le moins possible contaminée. Si cela est possible, il convient également de **fermer les bâtiments** (1).

PHASE POST-ACCIDENTELLE

1) Gestion des troupeaux

- Option 1 : Eliminer à court terme le troupeau

Si des animaux ne sont pas valorisables pour des raisons radiologiques, sanitaires ou autres, l'objectif est d'éviter de gérer à court terme des cadavres d'animaux et les risques d'infection en maintenant en vie ces animaux dans des conditions acceptables (alimentation en eau et en aliments même contaminés...), jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des animaux contaminés soit mise en place. Ceci doit être assuré en limitant la durée et le nombre d'interventions des agriculteurs et, si l'exploitation poursuit son activité en parallèle, en évitant de gêner la poursuite de l'activité de l'installation. Une fois la filière de traitement des cadavres mise en place, **l'élimination des animaux** (9) peut être mise en œuvre.

- Option 2 : Déplacer les animaux pour les éliminer à moyen terme

Si les niveaux d'exposition des opérateurs ne permettent pas d'intervenir régulièrement (ex : périmètre d'éloignement), le troupeau pourrait être déplacé vers une zone moins contaminée pour faciliter sa gestion, jusqu'à ce qu'une **filière d'élimination** soit mise en place.

2) Gestion des effluents

Les effluents d'élevage sont stockés sur l'exploitation (fosse à lisier...) puis seront épandus sur les parcelles agricoles environnantes, sans entraîner une augmentation significative du niveau de contamination des parcelles.

3) Gestion des stocks

Les stocks servent à l'alimentation des animaux maintenus en vie. Une fois le troupeau éliminé, ces stocks ne sont pas valorisés.

4) Gestion des installations

L'exploitation est suspendue.

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Il s'agit de calfeutrer, dans la mesure du possible, les bâtiments et les installations d'une exploitation agricole. En effet, différents types de bâtiments et d'installations sont présents sur une exploitation. Ces bâtiments peuvent être ouverts ou fermés, avec ventilation statique ou dynamique.

OBJECTIFS

Cette action préventive vise à réduire, voire empêcher, la contamination de l'intérieur des bâtiments (ou des espaces isolables) et de ce qu'ils abritent (animaux, stocks, récoltes, matériels) *via* les mouvements d'air dus à une ventilation dynamique ou statique.

Obj. 1	Eviter la contamination des stocks, animaux, équipements situés à l'intérieur des bâtiments et des installations
Obj.2	Limiter l'exposition à l'intérieur des bâtiments

CIBLES

Il s'agit de tous les bâtiments ou installations, en particulier :

- les **bâtiments d'élevage à ventilation statique** (stabulations) : cette action est difficile pour les étables semi-ouvertes, voire impossible (elles ne sont pas toutes équipées de pare-vents) ;
- les **bâtiments d'élevage à ventilation dynamique** (veaux uniquement) : cette action vise à préserver l'intérieur des bâtiments (structure, sol, litière) et les animaux qui y séjournent ;
- les **silos verticaux de stockage d'aliments** (céréales, aliments concentrés...) ;
- les **hangars, entrepôts et bâtiments de l'exploitation** pouvant être fermés.



MISE EN ŒUVRE

Il s'agit de limiter les entrées d'air et de poussières dans les bâtiments d'élevage en fermant les portes, en étanchéifiant (si possible) les entrées d'air, en obstruant les entrées d'air parasites, en coupant les ventilateurs et les systèmes de régulation, en obstruant les ventilateurs non équipés de volets antiretour.

- La **fermeture des bâtiments équipés de portes** et l'**arrêt des systèmes de ventilation** (coupure de l'alimentation électrique) peuvent être rapides (de quelques minutes à une heure environ). Tout dépend de la localisation des installations par rapport au domicile de l'agriculteur, du nombre et de la dimension des installations.
- Le **calfeutrage des ouvertures d'aération statique** nécessite du matériel spécifique généralement non disponible sur les exploitations et des délais plus longs (obturation d'ouvertures non prévue en temps ordinaire), surtout si l'on doit effectuer l'opération sur plusieurs ouvertures situées de différentes installations.

Bâtiments ou installations	Délai de mise en oeuvre	Difficulté
Stabulation	Rapide	Pas toujours possible (dépend de la conception des bâtiments <i>(présence de porte)</i>)
Hangar, entrepôt avec porte		Facile

EFFICACITE

Plusieurs niveaux d'efficacité peuvent être attendus :

- l'efficacité est totale lorsque l'espace est totalement calfeutré, c'est-à-dire lorsque les entrées d'air sont obstruées et lorsque les systèmes de ventilation sont coupés de manière à empêcher toute entrée d'air et de particules contaminées ;
- l'efficacité est plus limitée lorsque les ouvertures de l'espace sont fermées mais qu'il reste des entrées d'air liées à la ventilation naturelle ou à des fermetures structurellement non hermétiques. Elle est alors fonction du bâtiment et des conditions météorologiques au moment de l'accident.

LEVEE DE L'ACTION

L'action peut être levée juste après le passage du panache, sur décision des pouvoirs publics. Cependant, si l'efficacité de cette action dépend de la capacité à fermer hermétiquement le bâtiment, elle dépend aussi de la manière dont sa levée est gérée pour éviter une contamination par remise en suspension de la contamination environnante.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action, si elle demeure transitoire, ne devrait pas induire de surcoût spécifique (sauf éventuellement celui du matériel utilisé pour calfeutrer les bâtiments et les installations).

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action préventive ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de dispositions de protection d'urgence). Par ailleurs, une protection particulière peut être nécessaire pour les opérateurs lors de la levée de l'action.
- En plein été, l'absence de ventilation peut avoir des répercussions sanitaires sur les animaux.

COMMENTAIRES

Si la fermeture d'un bâtiment ou d'une installation est relativement rapide, il faut multiplier les interventions pour la totalité des bâtiments et des installations de l'exploitation. Ces opérations nécessitent du sang froid et la réflexion de l'agriculteur pour le choix des priorités. Cette manœuvre, si le temps le permet, peut également permettre de protéger le matériel agricole situé à l'extérieur des bâtiments (mise à l'abri dans les bâtiments, couverture...). Cependant, la protection des stocks de fourrage des animaux est prioritaire par rapport à la protection du matériel.

STRATEGIE VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Il s'agit de prévenir la contamination des stocks (fourrages, concentrés, litière...) et du matériel présents sur l'exploitation, avant le passage du nuage radioactif. Il convient par exemple de couvrir les stocks de foin, de fermer les silos de maïs ou d'herbe à l'aide de films en plastique ou de bâches étanches et, en dernier ressort, si le temps le permet, de rentrer le matériel agricole à l'intérieur des bâtiments étanches.

OBJECTIFS

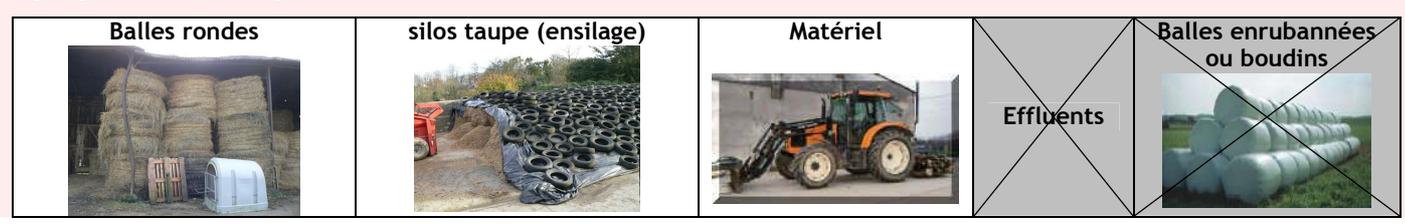
L'objectif prioritaire est de protéger les stocks d'aliments du bétail du dépôt de particules radioactives lors du passage du panache afin de disposer, si la valorisation du troupeau est souhaitée, d'aliments le moins possible contaminés. Cette action est d'autant plus importante que l'exploitant agricole ne dispose, dans les premiers jours suivant l'accident, que des aliments stockés sur l'exploitation pour nourrir son troupeau. L'objectif secondaire est la protection du matériel agricole pour limiter d'une part la contamination de la ration alimentaire si le matériel est en contact avec les aliments, d'autre part l'exposition externe des opérateurs agricoles.

Obj. 1	limiter l'ingestion de radionucléides par les animaux
Obj. 2	limiter la contamination du matériel et l'exposition des opérateurs à moyen et long termes

CIBLES

- Cette action peut s'appliquer :
- aux **aliments du bétail** stockés à l'extérieur ou dans un bâtiment ouvert (fourrages en silos, foin ou paille en tas, matières premières diverses) ;
 - aux **produits utilisés comme litière et non emballés** (paille, big bags ouverts de copeaux de bois...) ;
 - au **matériel utilisé quotidiennement** (tracteur...).

Si l'action s'applique à l'ensemble des aliments et fourrages stockés sur l'exploitation et destinés à alimenter les troupeaux allaitants, la **priorité doit être donnée aux fourrages par rapport aux concentrés** (moins importants dans les rations et plus faciles à se procurer). La protection des effluents et de certains produits disposant déjà d'une protection (balles enrubannées, big bags fermés...) n'est pas nécessaire.



MISE EN ŒUVRE

L'action n'est envisageable que si le délai entre le début de l'alerte et le passage du panache est suffisamment long. Il convient de fixer des priorités pour l'application de cette action en fonction de la nature des stocks (fourrages) et de leur état au moment de l'accident. En pratique, l'action se traduit de différentes manières, selon le type de stockage :

- **Silos « couloirs » ou silos « taupes » (ensilage d'herbe, maïs...)** : ces silos, dont les jus s'écoulent vers une fosse à lisier ou à purin, sont couverts sur le dessus par une bâche en plastique étanche. Lorsque le silo est entamé, la bâche est relevée pour dégager un front d'attaque du silo. Il suffit donc de dérouler la bâche sur le front d'attaque.
- **Balles rondes et balles carrées** : ces stocks sont empilés et recouverts d'une bâche en plastique plus ou moins étanche à l'air ou bien stockés dans un hangar (avec portes ou non). La protection de ces deux modes d'entreposage n'est pas parfaite vis-à-vis du panache radioactif. Si le hangar est équipé de portes, il s'agit de les fermer. Concernant les entreposages extérieurs, il paraît difficile de les couvrir avec une bâche supplémentaire dans le délai imparti (cf. commentaires).
- **Cellules de stockage en vrac** : ces cellules contiennent principalement des concentrés (céréales, protéagineux, etc.). Ils sont généralement situés dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. La partie la plus exposée est la couche supérieure du silo. Il s'agit soit de fermer les portes du hangar dans lequel ces cellules sont situées (situation la plus fréquente) [FICHE 1], soit de placer une bâche sur la partie supérieure mais cette action semble très difficile à mettre en œuvre (cf. commentaires).

- **Stockage à plat en vrac dans un bâtiment :** les stocks sont constitués d'aliments secs (céréales, protéagineux, aliments concentrés). Ils sont placés dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. Ils sont exposés sur toute la surface en contact avec l'air. La partie la plus exposée est la couche supérieure. Il s'agit soit de fermer les portes du hangar dans lequel ils sont situés (situation la plus fréquente) [FICHE 1], soit de placer une bâche sur le tas mais cette action semble difficilement réalisable (cf. commentaires).

	Type de stocks	Nature des produits stockés	Méthode de protection	Délai	Difficulté
DEHORS ou SOUS HANGAR OUVERT	Silo taube ou couloir	Mais ou herbe	Repositionner la bâche	Rapide	Facile
	Stock emballé	Enrubannage copeaux de bois	Ne rien faire	-	-
	Balle ronde ou carré	Foin, paille	Couverture par une bâche	Long <i>(entre 30 minutes à 2h par entité à protéger)</i>	Difficile <i>(besoin de main d'œuvre pour placer la bâche)</i>
EN BÂTIMENT	Divers	Foin, paille, matériel, engrais, ...	Fermeture des portes [FICHE 1]	Rapide	Facile pour les cellules Plus difficile pour les tas
	Tas et cellule de stockage de céréales, ...	Céréales, protéagineux, Aliment concentré			

EFFICACITE

Cette action s'inscrit dans une démarche préventive d'optimisation et de limitation des risques de contamination de la viande par ingestion d'aliments contaminés ou par d'autres voies de contamination secondaire. Son efficacité en termes de qualité radiologique de la viande est difficilement quantifiable mais peut être significative en permettant, notamment, de bénéficier, dans les premiers jours de l'accident, d'une alimentation pour les animaux beaucoup moins contaminée. Elle peut, cependant, être limitée pour certains stocks (balles rondes ou carrées) du fait de la difficulté et du manque de moyens matériels et humains pour la mettre en œuvre dans les temps impartis.

LEVEE DE L'ACTION

Cette action peut être levée juste après la fin des rejets et le passage de la masse d'air contaminée (sur consigne des pouvoirs publics). Des précautions doivent être prises pour éviter la contamination des produits lorsque leur protection est enlevée.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'entraîne pas de coût supplémentaire.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs :** cette action préventive ne pourra être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence).
- **Gestion des déchets :** en temps normal, l'élimination des bâches en plastique utilisées en agriculture est problématique, surtout dans certains départements dépourvus de filière de gestion de ces déchets. Cette action en produirait une grande quantité, de surcroît contaminée. **Les déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière doit être organisée.**

COMMENTAIRES

La difficulté pour couvrir certains stocks qui peuvent être très volumineux (ex : paille et de foin), la disponibilité réduite des moyens matériels (bâches) et humains et les contraintes liées à l'élimination des bâches contaminées laissent penser qu'il paraît, en pratique, plus opportun dans certains cas de laisser le stock en l'état exposé à la contamination puis d'éliminer la couche superficielle contaminée.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Cette action préventive consiste à rentrer les troupeaux pâture à l'extérieur, avant le passage du panache radioactif. Dans le cadre d'une stratégie de valorisation des troupeaux, cette action peut également être mise en œuvre, le plus tôt possible, au cours du passage du nuage et après ce passage, là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache ne sont pas justifiées.

OBJECTIFS

Cette action vise à maîtriser l'alimentation des animaux pour limiter l'ingestion de contamination et, par suite, le niveau de contamination de la viande. En effet, au cours du rejet et durant les premiers instants de la phase post-accidentelle, la principale voie de contamination des animaux est leur alimentation. Les animaux pâture à l'extérieur sont donc les plus exposés.

Obj.	Maîtriser l'alimentation des animaux et réduire l'ingestion de radionucléides
------	---

CIBLES

Cette action s'applique pendant la période de pâture à l'ensemble des animaux pâture (bovins, ovins).

Bovins	Ovins	Caprins
--------	-------	---------

MISE EN ŒUVRE

D'un point de vue pratique, la mise en œuvre de cette action pour les troupeaux allaitants n'est pas difficile mais elle risque de ne pas pouvoir être réalisée rapidement car les animaux peuvent pâture sur des parcelles éloignées des bâtiments.

Dans le cadre d'une stratégie de valorisation, si cette action n'a pu être mise en œuvre avant le passage du panache radioactif, elle reste très intéressante en phase post-accidentelle. Cependant, plus le délai de mise en œuvre est important, plus la période de décontamination risque d'être longue.

	Délai de mise en œuvre	Durée de mise en œuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Ovins, Bovins	Le plus tôt possible	Au minimum 30 min à 1h (pour les animaux sur des parcelles proches de l'exploitation)	Facile	Exposition interne par inhalation et exposition externe (panache) (pour une mise en œuvre au cours du rejet) Exposition externe (dépôt) (pour une mise en œuvre après le passage du panache)

EFFICACITE

L'efficacité de cette action est difficilement quantifiable. Elle dépend principalement de l'ampleur de l'accident et du délai de mise en œuvre. D'une manière générale, elle dépend du niveau de contamination des animaux : plus les animaux sont rentrés tôt et nourris avec des aliments sains, plus le risque de contamination de leur viande est faible.

LEVEE DE L'ACTION

STRATEGIE 1 (VALORISATION) :

La levée de l'action est liée au délai nécessaire avant la valorisation des animaux. Ainsi :

- **Si les animaux sont abattus pour être valorisés à court terme**, la levée de l'action dépend directement de la capacité de l'exploitation à fournir une alimentation propre aux animaux présents dans les bâtiments. La levée de l'action peut être décrétée si les mesures effectuées dans les prairies garantissent que la contamination de l'herbe de pâture est suffisamment basse pour permettre la valorisation ultérieure du troupeau. Dans ce cas, elle se traduit par un retour à une conduite normale des troupeaux, à savoir par un retour aux pâtures ou par le maintien des animaux dans les bâtiments si la période de pâture est terminée.
- **Si les animaux ne sont pas valorisés à court terme**, il n'est pas impératif de les nourrir à partir de fourrages totalement sains (produits hors ZST) pendant les premiers jours de la phase post-accidentelle. Cependant, il peut être préférable de les maintenir dans des bâtiments pour maîtriser au mieux leur alimentation. L'alimentation des animaux avec une ration le moins possible contaminée éviterait de devoir les décontaminer avant leur abattage. La levée de l'action sera décidée en

fonction de la capacité de l'exploitant à fournir de l'alimentation saine aux animaux et des mesures effectuées sur les prairies.

STRATEGIE 2 (NON VALORISATION) :

La levée de cette action dépend de la stratégie choisie pour gérer les animaux destinés à être éliminés. L'action la plus souple, si elle est possible, est le maintien en vie des animaux en les laissant sur les pâtures jusqu'à ce que les modalités de leur élimination soient mises en œuvre.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'entraîne pas de coût direct immédiat. Par contre, dans le cadre d'une stratégie de valorisation des animaux, les coûts indirects dus aux actions complémentaires, notamment l'approvisionnement de l'exploitation en aliments sains, risquent d'être importants.

Aucun coût direct mais coûts indirects importants

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action préventive ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence).
- En plein été, les animaux peuvent souffrir de problèmes sanitaires s'ils doivent rester plus d'une semaine dans un bâtiment sans en sortir. Ce problème est moins important pour les bovins que pour les ovins.
- Si l'exploitant nourrit son troupeau à partir de ses stocks pendant plusieurs semaines, il devra tôt ou tard s'approvisionner en fourrages pour pouvoir reconstituer les stocks.

COMMENTAIRES

Si la question de la contamination des animaux par la nourriture est importante, celle de la qualité de l'eau d'abreuvement apportée aux animaux est également importante. Il est nécessaire de préconiser aux éleveurs de privilégier l'utilisation de l'eau du réseau, dans le cas où ils utilisent en temps normal de l'eau d'un puit ou d'une rivière pour abreuver leur troupeau.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à nettoyer à l'eau les animaux, leur lieu de vie (murs...) et les équipements en contact avec leur alimentation. Pour les élevages sur litière accumulée, elle consiste à enlever et remplacer cette litière. L'eau doit être de préférence chaude, être associée à des détergents et projetée par un nettoyeur à « haute pression » (sauf pour le nettoyage des animaux).

OBJECTIFS

Au cours du rejet et durant les premiers instants de la phase post-accidentelle, la principale source de contamination des animaux est leur alimentation. Une fois les animaux rentrés dans les bâtiments, l'éleveur met en œuvre des actions visant à réduire le niveau de contamination de la ration alimentaire. D'autres sources de contamination peuvent cependant contribuer à la contamination par des animaux (léchage...). Cette action vise également à limiter l'exposition des agriculteurs à moyen et long termes.

Obj.1	Limiter la contamination des animaux par contact avec des éléments du lieu de vie contaminés
Obj.2	Limiter la contamination des animaux par ingestion (hors qualité radiologique de la ration alimentaire de base) (ex : léchage, contamination des aliments due au matériel...)
Obj.3	Limiter l'exposition à moyen et long termes des opérateurs agricoles

CIBLES

Les cibles de cette action sont les animaux, les stabulations, les équipements en contact avec l'alimentation (godets, auge...), les pierres à lécher...

Animaux	Lieux de vie	Equipements en contact avec l'alimentation	Aliments au contact de l'air
---------	--------------	--	------------------------------



MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : l'éleveur doit limiter la contamination déposée sur les animaux en les nettoyant ou les tondant (ovins). Pour être efficace, cette action doit impérativement être accompagnée d'un nettoyage des lieux de vie des animaux : **enlèvement des litières et nettoyage des surfaces bétonnées** à l'eau chaude, avec un nettoyeur à haute pression et le plus tôt possible. Il est impératif de prendre des précautions quant à la qualité de la litière utilisée par la suite (l'extérieur des bottes de paille rondes doit, par exemple, être éliminé sur quelques centimètres ; pour les bottes de paille carrées, n'utiliser que les bottes situées à l'intérieur du tas, etc.).
- **Délai de mise en œuvre** : ces actions doivent être réalisées **dès la fin des rejets et réitérées le plus souvent possible** pour éliminer la contamination apportée par la remise en suspension de particules venues de l'extérieur des bâtiments.

Délai de mise en œuvre	Durée de mise en œuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Immédiate	3 jours à 1 semaine	Importante pour la majorité des bâtiments et des équipements de l'installation	Exposition externe faible Exposition cutanée et par inhalation si les opérateurs ne sont pas protégés

EFFICACITE

Cette action s'inscrit dans une démarche d'optimisation et de limitation des risques de contamination des animaux et d'exposition externe des opérateurs. Son efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **qualité radiologique de la viande** : son efficacité est difficilement quantifiable mais peut se révéler tout à fait significative dès lors que la contamination par ingestion de nourriture contaminée a été stoppée.
- **exposition externe des opérateurs** : plus l'action est mise en œuvre rapidement, plus la contamination enlevée par le nettoyage est importante car la fraction mobile n'a pas eu le temps de se fixer de manière irréversible aux matériaux.

LEVEE DE L'ACTION

Le nettoyage du lieu de vie pourra être répété afin d'éliminer les particules radioactives provenant de l'extérieur par remise en suspension. Le facteur limitant est la disponibilité de l'exploitant agricole et sa capacité à gérer l'eau de nettoyage.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Le coût de cette action s'évalue en termes de temps de travail, de quantité d'eau consommée et de paille impropre à la litière et devant être rachetée par l'exploitant.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Exposition des opérateurs** : les opérateurs sont exposés principalement par irradiation externe. Cependant, les projections lors du nettoyage peuvent entraîner une contamination cutanée et par inhalation, moins importante que l'irradiation externe, qui peut être réduite par l'utilisation de masques et de combinaisons jetables.
- Le nettoyage régulier des bâtiments peut produire une quantité supplémentaire d'effluents à stocker dans la fosse de l'exploitation. Celle-ci est dimensionnée pour assurer le stockage des effluents produits pendant au moins 4 mois. D'autres solutions doivent donc être trouvées à moyen terme pour la gestion de ces effluents.
- Le nettoyage des lieux de vie des animaux est une opération beaucoup plus lourde à mettre en œuvre. Une protection particulière des intervenants est certainement nécessaire.

COMMENTAIRES

- Il est difficile de quantifier les volumes d'eau nécessaires pour le nettoyage d'une exploitation. Ces volumes peuvent être importants et produire des quantités importantes d'effluents. Ceci peut poser des problèmes de capacité de stockage des effluents sur l'exploitation et de qualité de l'effluent qui sera épandu (dilution de l'engrais de ferme initial).
- La qualité radiologique de l'eau de nettoyage est un objectif beaucoup moins important que dans le cas de l'abreuvement des animaux. Il n'est donc pas impératif de privilégier l'eau du réseau pour le nettoyage.
- En cas d'accident pendant la période de pâturage, les stocks de paille risquent d'être inexistant dans les élevages (printemps ou début de l'été).

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à limiter la contamination des aliments (concentrés) ou des fourrages destinés aux animaux de l'exploitation en enlevant, après le passage du panache radioactif :

- la protection temporaire de façon à ne pas mettre en contact la surface externe de la bâche avec le matériel qu'elle protégeait, dans le cas où cette action [FICHE 2] a été mise en œuvre de manière préventive avant le passage du panache radioactif ;
- la partie des stocks la plus exposée au dépôt au moment du passage du panache radioactif (c'est-à-dire la plus exposée à l'air extérieur).

Par ailleurs, il s'agit également de protéger les stocks d'une éventuelle contamination liée à la remise en suspension des particules de l'environnement de l'exploitation.

OBJECTIFS

Au cours du rejet et durant les premiers instants de la phase post-accidentelle, la principale voie de contamination des animaux est leur alimentation. Les animaux pâturant à l'extérieur sont donc les plus exposés. Une fois les animaux mis ou maintenus dans des bâtiments pour maîtriser leur alimentation, l'éleveur ne dispose, dans les premiers temps, que d'aliments stockés sur l'exploitation. Ces stocks ont été exposés au passage du panache. Leur contamination est très variable mais étroitement liée à leur exposition à l'air extérieur. Des solutions simples et de bon sens doivent permettre de limiter la contamination de ces stocks.

Obj.

Limitier la contamination des aliments et des fourrages destinés à l'alimentation des animaux

CIBLES

Cette action vise l'ensemble des aliments et des fourrages stockés sur l'exploitation et destinés à alimenter les animaux.



MISE EN ŒUVRE

- **Silos « couloirs » ou silos « taupes » (ensilage d'herbe, maïs...)** : ces silos, dont les jus s'écoulent dans une fosse à lisier ou à purin, sont couverts par une bâche en plastique étanche. Lorsqu'ils sont ouverts, ils sont principalement exposés par leur front d'attaque. La densité de l'ensilage (principe du procédé) rend *a priori* la pénétration d'air très réduite. Par conséquent, en éliminant le front d'attaque du silo sur quelques centimètres de profondeur à l'aide d'un outil de désilage (qu'il est nécessaire de nettoyer ensuite à l'eau chaude), il est possible d'atteindre une couche d'ensilage quasiment exempte de contamination. Par la suite, le front d'attaque peut être « recontaminé » par remise en suspension de la contamination de l'environnement extérieur de l'exploitation. Une protection du front d'attaque du silo à l'aide d'une bâche peut permettre de le protéger.
- **Balles enrubannées ou boudins** : ces techniques de conservation permettent *a priori* de protéger efficacement la ressource. Des précautions doivent principalement être prises lors de la manipulation des balles pour éviter les contacts entre l'extérieur du film en plastique et le fourrage. Pour les boudins ouverts avant l'accident, l'agriculteur doit éliminer le front d'attaque sur plusieurs centimètres de profondeur.
- **Balles rondes et balles carrées** : ces deux types de conditionnement ne bénéficient pas de protection sur leur surface. Ces balles peuvent être stockées à l'extérieur et, dans ce cas, recouvertes d'une bâche en plastique plus ou moins étanche à l'air, ou bien stockées dans un hangar (avec portes ou non). La protection de ces deux modes d'entreposage n'est pas parfaite. Dès lors, il s'agit d'éliminer l'extérieur de la balle ou bien d'éliminer les balles situées à l'extérieur du stock.
- **Silos « tours »** : *a priori*, ce mode de stockage est fortement étanche par rapport à l'air extérieur. Les grains qu'ils contiennent sont donc sains.

- **Cellules de stockage en vrac** : ces cellules contiennent principalement les concentrés (céréales, protéagineux, etc.). Ils sont généralement implantés dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. La partie la plus exposée est la couche supérieure du silo. Il s'agit donc d'éliminer cette partie, ce qui semble difficile à mettre en œuvre. Une autre possibilité est de considérer que la pollution de la surface supérieure est diluée dans le volume stocké, permettant alors de fournir ces stocks aux animaux.
- **Stockage à plat en vrac dans un bâtiment** : ces stocks sont constitués d'aliments secs (céréales, protéagineux, aliments concentrés). Ils sont situés dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. Ils sont exposés sur toute leur surface en contact avec l'air. La partie la plus exposée est la couche supérieure des tas. Il s'agit d'éliminer cette partie, ce qui peut être difficile à mettre en œuvre en fonction de la taille et de la forme des tas.

Délai de mise en oeuvre	Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Avant d'alimenter les animaux à partir de stocks	Quelques heures	Variable en fonction du type d'ouvrage	Exposition externe faible Exposition cutanée et exposition interne par inhalation de poussières

EFFICACITE

Cette action s'inscrit dans une démarche d'optimisation et de limitation des risques de contamination des animaux par ingestion d'aliments contaminés. Son efficacité en termes de qualité radiologique de la viande est difficilement quantifiable mais peut s'avérer très significative par rapport à une alimentation à partir d'herbe pâturée ou de fourrages contaminés.

LEVEE DE L'ACTION

Le nettoyage et la protection des stocks d'aliments doivent être maintenus aussi longtemps que les animaux sont nourris à partir des stocks afin d'éviter leur contamination par remise en suspension de particules provenant de l'environnement de l'exploitation.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'engendre pas de coût supplémentaire, hormis la perte d'une partie des stocks et la nécessité de s'approvisionner à l'extérieur.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

Cette action présente l'inconvénient de produire des déchets. Ces derniers peuvent être stockés à un endroit identifié de l'exploitation en attendant éventuellement la mise en place d'une collecte particulière ou bien épanchés puis enfouis sur une parcelle de l'exploitation, leur niveau de contamination étant, de toute façon, nettement inférieur à celui du sol. **Ces déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière devra être organisée.**

COMMENTAIRES

Si la question de la contamination des animaux par la nourriture est importante, celle de la qualité de l'eau d'abreuvement apportée aux animaux est également importante. Il est nécessaire de prévenir les éleveurs de privilégier l'utilisation de l'eau du réseau, dans le cas où ils utilisent normalement de l'eau d'un puit ou d'une rivière pour abreuver leur troupeau.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Il s'agit de mettre en œuvre, dès que possible, un approvisionnement en aliments sains produits en dehors de la ZST.

OBJECTIFS

Au cours du rejet et durant les premiers instants de la phase post-accidentelle, la principale voie de contamination des animaux est leur alimentation. Les animaux pâturant à l'extérieur sont donc les plus exposés. Une fois les animaux placés dans des bâtiments pour, en partie, maîtriser leur alimentation, l'éleveur ne dispose, dans les premiers temps, que d'aliments stockés sur l'exploitation. Des solutions simples permettent de limiter la contamination de ces stocks [FICHE 5]. Cependant, leur quantité peut être rapidement limitée en fonction du mode de conduite des troupeaux. Leur niveau de contamination ne sera de plus connu que plusieurs jours après l'accident (délai d'obtention des résultats des mesures). Cette action répond donc à trois objectifs :

Obj. 1	Garantir une alimentation non contaminée des animaux et éventuellement une diminution des niveaux de contamination des animaux
Obj. 2	Remplacer les stocks d'aliments présents sur l'exploitation
Obj. 3	Reconstituer les stocks d'aliments au sein des exploitations (dimensionnés pour des durées correspondant à un usage normal).

CIBLES

Cette action s'applique d'une façon générale à tous les animaux présents sur l'exploitation. Les animaux destinés à être abattus pour valoriser les carcasses dans des délais courts, compte tenu de leur période d'engraissement et du niveau de contamination sont prioritaires.

Bovins allaitants	Ovins allaitants	Caprins
-------------------	------------------	---------

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : cette action peut être délicate pour les ruminants car les fourrages qui servent base à leur alimentation sont produits sur une zone relativement proche du siège de l'exploitation. Dans les zones non contaminées, la disponibilité de ces fourrages en quantité suffisante pour approvisionner les zones contaminées risque donc d'être très limitée. Les dispositifs mis en place après les sécheresses passées montrent que cette action est toutefois possible. De plus, différentes ressources alimentaires de substitution peuvent être mobilisées (cf. moyens nécessaires).
- **Délai de mise en œuvre** : si nécessaire, cette action doit être initiée dès que possible. Cependant, un délai minimum de 3 jours à une semaine est nécessaire pour sa mise en œuvre. Plus le délai de mise en œuvre est important, plus la période ultérieure de décontamination des animaux risque d'être longue.
- **Moyens nécessaires** : les ressources alimentaires pour faire face à un déficit fourrager sont les suivantes :
 - valoriser les repousses (pour les prairies non contaminées),
 - utiliser la paille (provenant des régions céréalières françaises ou européennes),
 - réorienter les cultures initialement prévues pour l'alimentation humaine vers l'alimentation animale (maïs grain -> ensilage ; céréales -> ensilage de céréales immatures),
 - utiliser les coproduits secs et humides (la marge de manœuvre est réduite car les débouchés de ces produits sont déjà prévus), voire des coproduits importés,
 - mettre en pâturage les jachères, implanter des cultures dérobées et dans certaines régions mettre en pâturage les sous-bois et les landes, acheter du foin ou de la luzerne déshydratée (par exemple, en provenance d'Espagne),
 - utiliser des aliments spécifiques fabriqués à partir des matières premières disponibles.

Délai de mise en oeuvre	Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Immédiate	3 jours à 1 semaine	Importante	Exposition externe faible

EFFICACITE

Cette action s'appuie sur l'arrêt de l'ingestion de radionucléides et la décontamination de l'animal par décroissance radioactive et élimination biologique des radionucléides. Son efficacité s'exprime en durée nécessaire à la diminution de moitié de l'activité des radionucléides dans la viande. Celle-ci est variable selon les radionucléides considérés.

	Durée nécessaire pour qu'après fourniture d'une alimentation propre	
	l'activité de la viande soit divisée par 2	l'activité de la viande soit divisée par 10
Cs134 et Cs137	45 à 60 jours	6 mois
I131	20 jours	40 jours
Ru103	40 jours	3 mois
Sr89 et Sr90	30 à 45 jours	3 à 8 mois

LEVEE DE L'ACTION

- L'action peut être levée dès lors que l'éleveur a la garantie que les fourrages produits (ensilage, herbe,...) ou stockés sur son exploitation sont suffisamment propres pour ne pas entraîner une contamination de la viande susceptible de limiter sa valorisation. Il convient donc de mettre en œuvre dès que possible des actions de réhabilitation des parcelles contaminées (*se reporter aux fiches relatives à la gestion des parcelles contaminées*).
- L'approvisionnement de l'exploitation en aliments sains pourra se poursuivre, parallèlement à un retour à une conduite usuelle des troupeaux, pour permettre de reconstituer les stocks de l'exploitation.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

L'achat d'aliments constitue un surcoût pour l'exploitation d'autant plus important que le maintien de cette action est long. Il est difficile d'évaluer ce coût qui dépend du coût de la matière première, du marché, des coûts de transport (distance depuis la zone d'approvisionnement et coût du carburant) et de son mode de conservation.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

Le nettoyage des équipements en contact avec l'alimentation des animaux (outils de distribution, auges...) est indispensable pour obtenir le niveau de contamination le plus faible possible de l'alimentation. Ce nettoyage doit être régulier (élimination des particules introduites par remise en suspension) et effectué, de préférence, à l'eau chaude et au nettoyeur à « haute pression » **[FICHE 5]**.

COMMENTAIRES

- Si la question de la contamination des animaux par la nourriture est importante, celle de la qualité de l'eau d'abreuvement apportée aux animaux est également essentielle. Il est nécessaire de préconiser aux éleveurs de privilégier l'utilisation de l'eau du réseau, dans le cas où ils utiliseraient normalement de l'eau d'un puits ou d'une rivière pour abreuver leur troupeau.
- La période de l'accident peut augmenter les difficultés d'approvisionnement (en hiver, absence de récolte). L'intérêt d'une telle action doit être analysé à l'échelle du territoire, en fonction des caractéristiques de l'accident de manière à pouvoir mobiliser à l'échelle nationale, voire européenne, les aliments disponibles. Le groupe d'experts "Alimentation des vaches en période difficile" de l'Institut de l'Élevage peut être sollicité pour proposer des rations et aider à la mise en œuvre logistique.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Dans le cas où des animaux ayant atteint leur date d'abattage au moment de l'accident doivent être abattus et traités hors de l'exploitation et où le calendrier de traitement permet de prolonger leur élevage, cette action vise à retarder la date normale d'abattage. Cette action s'intègre dans une **stratégie de valorisation** des carcasses des animaux et non pas dans une stratégie d'élimination.

OBJECTIFS

Cette action vise à éviter l'engorgement de toute la filière d'abattage et à réguler dans le temps la valorisation des carcasses. Elle permet ainsi aux différents partenaires de la filière de se consacrer à d'autres actions jugées prioritaires.

Cette action permet également de diminuer le niveau de contamination des animaux pour le ramener à des valeurs les plus basses possibles (dans tous les cas inférieures aux niveaux réglementaires [Cf. FICHE 4.2]) grâce à la décroissance radioactive et à l'élimination biologique au cours du temps, effet accentué par la mise en œuvre d'actions réduisant la contamination de la ration alimentaire des animaux.

Obj. 1	Permettre une meilleure organisation en période de crise (premiers instants de la phase post-accidentelle)
Obj. 2	Bénéficier de la décroissance biologique et radioactive des radionucléides et de l'effet d'actions complémentaires

CIBLES

Dans les premiers instants de la phase post accidentelle, cette action est possible pour tous les élevages allaitants (bovins, ovins).

Bovins allaitants	Ovins allaitants	Caprins
-------------------	------------------	---------

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : la mise en œuvre de cette action est simple. Il s'agit de poursuivre les pratiques usuelles pendant une période qui devra être limitée de façon à ne pas altérer la qualité des productions.
- **Moyens nécessaires** : cette action nécessite de disposer d'aliments en quantité suffisante pour poursuivre l'élevage durant la durée souhaitée, tout en réduisant le niveau de contamination de la ration alimentaire des animaux et de l'environnement d'élevage. Lorsque les stocks d'aliments sains ou très faiblement contaminés sont épuisés dans l'exploitation, un approvisionnement extérieur doit être organisé (gestion de l'accès des camions ayant à effectuer des allers-retours entre des zones peu ou pas contaminées, et des zones qui le sont).

	Durée normale d'un cycle de production	Délai supplémentaire possible pour l'abattage	Difficulté	Exposition des opérateurs
Génisses maigres	20 à 24 mois	jusqu'à 6 mois	Facile <i>(faire néanmoins attention à la gestion de l'accès des camions d'aliments ayant à effectuer des allers-retours entre des zones peu ou pas contaminées, et des zones qui le sont)</i>	Faible <i>(tant en termes d'exposition externe et d'exposition par inhalation (panache) qu'en termes d'exposition externe par les dépôts)</i>
Génisses de boucherie	2 à 3 ans	jusqu'à 6 mois		
Jeunes bovins	18 mois	jusqu'à 1 an		
Vaches adultes	5 ans	jusqu'à 1 an		
Agneaux	6 mois	1 mois		

EFFICACITE

L'efficacité de cette action est difficile à évaluer. Elle peut se traduire par la possibilité de mettre en œuvre des actions visant à limiter la contamination de la viande ou bien par un délai supplémentaire permettant à la filière de s'organiser et par conséquent de valoriser plus facilement les animaux.

LEVEE DE L'ACTION

L'action peut être maintenue pendant des durées plus ou moins longues en fonction des élevages et en fonction du calendrier imposé par le traitement des animaux abattus (voir *mise en œuvre*).

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

La poursuite de l'élevage d'animaux ayant atteint leur date normale d'abattage est, sous réserve de disposer d'aliments sains, possible pendant un certain temps variable en fonction du type d'élevage. Toutefois, cette pratique risque d'obérer la viabilité économique de l'exploitation (consommation accrue d'aliments sans plus-value économique sur les carcasses), de limiter le revenu de l'agriculteur et d'augmenter sa charge de travail.

Coût de l'aliment et du travail supplémentaires

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

COMMENTAIRES

- Cette action ne pose pas de problème d'application dans les premiers instants de la phase post accidentelle. Elle peut être plus difficile si elle est maintenue à moyen terme. Cependant, elle peut également faciliter la valorisation ultérieure des animaux puisqu'elle permet aux filières de s'organiser pour faire face à la crise.
- Dans une moindre mesure, il est également possible d'allonger la conservation de la viande avant consommation afin de bénéficier de la décroissance radiologique : après abattage, on peut laisser « mûrir » la viande jusqu'à un mois si elle est conditionnée sous vide et conservée au froid (4°C) avant la consommation. Cependant, cette action n'est envisageable que si les capacités de conditionnement et de stockage de la viande sont suffisantes. En temps normal, la viande n'est stockée que 2 à 3 jours à l'abattoir et est consommée de 7 à 11 jours après l'abattage de l'animal, les capacités de stockage des différents acteurs de la filière étant limitées.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à déplacer les troupeaux présents dans le Périmètre d'éloignement (PE), dans le reste de la Zone de Protection des Populations (ZPP) ou dans la Zone de Surveillance renforcée des Territoires (ZST) vers des parcelles situées dans des zones moins contaminées où ils sont parqués et maintenus en vie. Les troupeaux pourront plus tard être valorisés ou éliminés en fonction de différents paramètres (niveaux de contamination, état sanitaire, choix stratégique...).

OBJECTIFS

Cette action vise avant tout à limiter l'exposition des opérateurs lors des interventions sur les troupeaux implantés initialement dans le Périmètre d'éloignement des populations. Elle doit permettre le maintien en vie dans des conditions décentes des troupeaux dans l'attente de leur abattage, que les carcasses soient valorisées ou non, ou de leur éventuel retour sur les parcelles initiales.

Obj.1	PE : limiter l'exposition des opérateurs
Obj.2	PE : maintenir les animaux en vie jusqu'à la mise en place d'une filière d'élimination
Obj.3	ZPP et ZST : valoriser au plus tôt les animaux

CIBLES

Cette action concerne :

- les animaux situés dans le Périmètre d'éloignement (dans l'objectif de limiter l'exposition des intervenants) ;
- les animaux situés dans la Zone de protection des populations (ZPP) et dans la Zone de surveillance renforcée des territoires (ZST) (pour limiter la contamination des animaux).

ATTENTION: cette action peut être pertinente si la zone contaminée touche des troupeaux de rares à petits effectifs. Associé à une alimentation non contaminée, le déplacement des animaux de certaines races peut permettre de conserver le potentiel génétique des animaux présents uniquement sur le sol français. Cette action permettrait donc de ne pas perdre certaines races.

Animaux et races à petits effectifs présents dans le Périmètre d'éloignement quel que soit la stratégie envisagée (valorisation/non-valorisation)

Animaux et races à petits effectifs présents dans le reste de la ZPP et dans la ZST dans le cadre d'une stratégie de valorisation

MISE EN ŒUVRE

- **Déplacement des animaux :** la principale difficulté pour mettre en œuvre cette action est l'organisation du déplacement des animaux vers des zones moins contaminées. Des camions spécialisés dans le transport d'animaux sont nécessaires mais il y a un risque de contaminer les outils de travail.
- **Accueil des animaux :** deux solutions sont possibles :
 - **Parcage des animaux sur des pâtures, sans apport de nourriture :** 20 ares par jour et par vache au printemps sont nécessaires pour constituer une ration à base d'herbe (30 à 40 ares par jour et par vache en été). Des jachères peuvent être réquisitionnées pour nourrir les animaux.
 - **Parcage des animaux sur des parcelles, avec apport de nourriture :** il convient de préparer au préalable la parcelle (clôturer la parcelle et préparer une zone de couchage avec de la paille ou de la sciure) et d'éviter un chargement excessif. Pour cela, prévoir 5 à 8 ares par vache selon la nature du sol. Les fourrages sont distribués au sol dans la parcelle.

REMARQUE: un troupeau allaitant comprenant entre 30 et 100 vaches (sans compter les génisses), la faisabilité de cette action dépend beaucoup du nombre d'exploitations concernées. Elle peut être envisagée si les troupeaux de 2 à 3 exploitations doivent être déplacés. Au-delà, le nombre total d'animaux serait très difficile à gérer (tant leur déplacement que leur stockage sur de nouvelles parcelles).

	Délai	Durée	Difficulté	Exposition des opérateurs
Animaux	Le plus tôt possible	Au moins une semaine	<u>Très importante</u> (moyens logistiques à mobiliser)	Liée aux interventions sur le troupeau (apport de fourrages)

EFFICACITE

L'efficacité de cette action s'évalue en termes de « doses évitées » pour les opérateurs apportant les soins aux animaux (par rapport à des interventions répétées effectuées dans une zone fortement contaminée comme le périmètre d'éloignement). Cette action permet une plus grande souplesse pour intervenir auprès des animaux.

Concernant la valorisation au plus tôt des animaux, l'efficacité de l'action dépend principalement des niveaux de contamination des animaux et de l'alimentation qui leur sera fournie.

LEVEE DE L'ACTION

La levée de l'action se traduit par la levée de l'éloignement des personnes, par la valorisation possible des animaux déplacés ou par le retour des animaux dans leurs exploitations d'origine. Ce retour suppose un approvisionnement en fourrages sains. Dans le cas d'une contamination rendant impossible toute valorisation du troupeau, la levée de l'action se traduit par la mise en place d'une filière adaptée d'élimination des animaux.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Le coût de mise en œuvre de cette action est important, principalement en raison du déplacement des animaux (logistique ...).

Coûts directs et coûts indirects importants

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

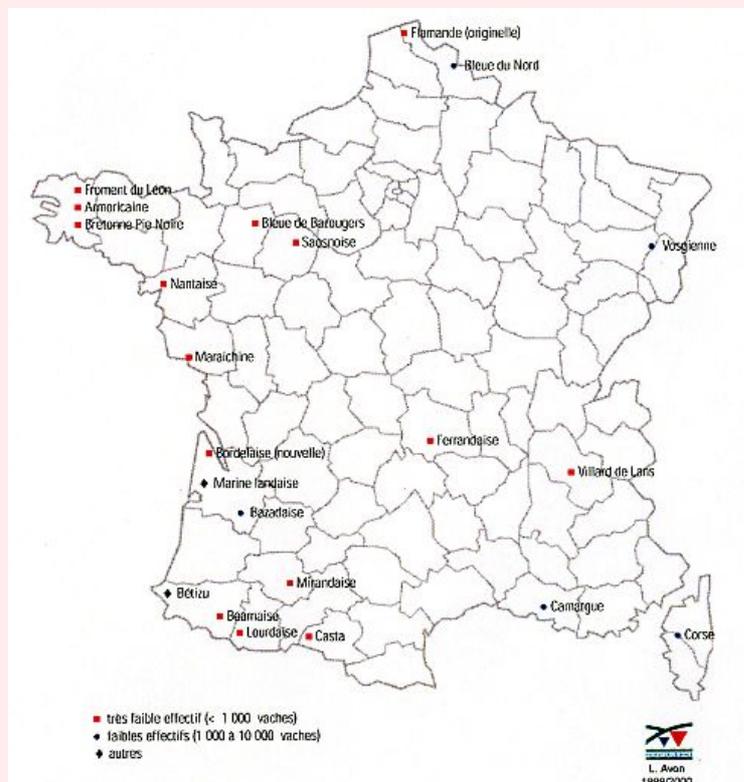
L'intérêt de cette action doit être apprécié par rapport au maintien des animaux dans leurs exploitations d'origine. Si les animaux sont fortement contaminés, ils risquent, par leurs déjections, de contaminer les parcelles les accueillant. L'évaluation de ce risque ne peut être fournie par l'IRSN qu'au moment de l'accident, afin de définir la stratégie à adopter en fonction du nombre d'animaux, de la durée de maintien de l'action et des surfaces disponibles.

COMMENTAIRES

Cette action ne peut pas être mise en œuvre à l'échelle de l'exploitation. Son organisation doit être établie à un niveau plus large, comme le département par exemple. En cas de crise, si cette action s'avère pertinente, la décision de la mettre en œuvre doit être prise le plus rapidement possible pour pouvoir l'appliquer au plus tôt.

Les races à petits effectifs représentent un patrimoine génétique important. Déplacer ces animaux et les maintenir en vie à des fins de reproduction permet de préserver la diversité génétique.

Carte ci-contre : berceau des races bovines françaises à faible effectif



DESCRIPTION

L'élimination d'un troupeau est une opération difficile et délicate :

- difficile car elle nécessite une infrastructure (couloirs, parcs) et des moyens de manipulation des cadavres qui n'existent pas dans toutes les exploitations ;
- délicate en raison des effets psychologiques pour l'exploitant et sa famille, ainsi que pour le public.

L'élimination comprend deux volets : l'**euthanasie des animaux** et l'**élimination des cadavres**. Habituellement, l'abattage d'un animal intervient dans un abattoir et l'élimination du cadavre associé dans une installation d'équarrissage. Néanmoins, l'introduction d'animaux ou de cadavres contaminés par des radionucléides dans ce circuit "classique" de gestion des cadavres animaux pose question et tendrait, a priori, à privilégier l'élimination des animaux contaminés en dehors de ce circuit. Si le temps le permet, une analyse préalable est donc opportune pour apprécier les bénéfices et les risques associés aux différentes actions envisagées. A court terme et dans la mesure du possible, le maintien en vie, dans des conditions sanitaires acceptables, des animaux à éliminer est donc un objectif important pour permettre cette analyse.

Cette action nécessite de déterminer :

- les modalités d'euthanasie des animaux : sur l'exploitation ou dans un abattoir ;
- les modalités d'élimination des cadavres contaminés : enfouissement sur l'exploitation ou sur un site dédié.

OBJECTIFS

- **Elimination d'urgence (action envisageable uniquement dans le Périmètre d'éloignement):**

Dans le **Périmètre d'éloignement**, l'exposition radiologique est telle qu'elle nécessite d'éloigner la population. Les actions de protection mises en œuvre limitent la possibilité d'intervenir pour gérer les troupeaux.

- Si les animaux ne peuvent pas recevoir les soins minimaux (ou être mis au pré), plutôt que d'exposer de nombreux opérateurs pour une opération d'euthanasie, il convient de **déplacer les animaux vers une zone moins contaminée [FICHE 8]**, ce qui renvoie à la valorisation ou à une élimination hors urgence ;
- S'il n'est pas envisagé de déplacer les animaux vers une zone moins contaminée (vers la ZPP, voire sur dérogation vers la ZST) et d'intervenir régulièrement pour les nourrir, **l'élimination sur place des animaux** peut être envisagée. Elle nécessite cependant des moyens humains et matériels importants pour gérer ensuite les cadavres des animaux et entraîne une exposition des opérateurs.

Cette action est envisageable **uniquement dans le Périmètre d'éloignement** car au-delà, la priorité est de maintenir en vie les animaux destinés à être éliminés jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des cadavres soit opérationnelle.

- **Elimination concertée, à moyen terme :**

Une fois la décision prise d'éliminer un cheptel, il convient de tenir compte de :

- l'absence d'urgence de l'abattage et les bonnes conditions de sa réalisation ;
- de l'objectif de bien-être des animaux dans l'attente de leur élimination.

Il n'y a en effet aucun caractère d'urgence au sens sanitaire à abattre des cheptels contaminés puisque ces animaux, dans la mesure où leurs produits ne sont pas consommés, ne présentent aucun risque sanitaire (il convient ici de différencier cette gestion de celle d'une épizootie comme la fièvre aphteuse ou l'influenza aviaire où il faut impérativement éviter la dissémination des agents infectieux et neutraliser le foyer initial en abattant le plus rapidement possible les animaux).

Obj.1	Limiter le nombre et la durée des interventions pour le maintien en vie des animaux dans le Périmètre d'éloignement (uniquement)
Obj.2	Gérer les animaux non valorisés et contaminés

CIBLES

- **Elimination d'urgence (Périmètre d'éloignement):** tous les troupeaux dont le maintien en vie implique une exposition trop importante des opérateurs ;

ATTENTION : si des troupeaux de **races à petits effectifs** dont la qualité génétique constitue un objectif (ex : présence uniquement sur le sol français) sont présents dans le Périmètre d'éloignement, leur déplacement vers une zone moins contaminée puis leur décontamination sont préférables à une élimination en urgence. Ces animaux ne seraient, par contre, pas destinés à être valorisés pour l'alimentation humaine.

- **Elimination concertée, à moyen terme,** après la mise en place d'une filière de gestion des cadavres adaptée : les animaux dont la valorisation n'est pas possible pour des raisons économiques, éthiques ou radiologiques.

MISE EN ŒUVRE

La première étape consiste à rassembler les animaux sur l'exploitation. Différentes actions sont envisageables par la suite :

1) Pour l'euthanasie :

- Euthanasie sur l'exploitation avec l'apport des infrastructures nécessaires (parcs, couloirs de contention, appareil de levage...);
- Euthanasie dans un site dédié : abattoir, équarrissage, en général plus pratique qu'une exploitation agricole et surtout présentant un impact psychologique moindre.

2) Pour l'élimination (après analyse par les pouvoirs publics) :

- Enfouissement sur l'exploitation ou dans un site géologiquement satisfaisant ;
- Crémation des cadavres sur l'exploitation ;
- Élimination par la voie classique de l'équarrissage.

Les actions envisagées ci-dessus peuvent nécessiter le transport des animaux ou de leurs cadavres.

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons en termes de :

- **exposition de la population par ingestion** : l'efficacité est de 100 % puisque la viande contaminée n'entre pas dans la chaîne alimentaire.
- **exposition des opérateurs** : l'efficacité doit être appréhendée par rapport à l'exposition des opérateurs associée à d'autres stratégies.
- **quantités de déchets** : l'efficacité est fonction de l'existence d'une filière d'élimination des cadavres, du devenir des cadavres contaminés et doit être confrontée à d'autres stratégies envisageables pour la gestion des troupeaux contaminés.

	Poids moyen des cadavres
Vaches	740 kg
Brebis	80 kg

LEVEE DE L'ACTION

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre de cette action entraîne des conséquences économiques lourdes pour les élevages (à court terme, arrêt de la production et élimination des cadavres ; à moyen et long termes, reconstitution du troupeau pour la reprise de l'activité). Le coût de l'élimination du cheptel peut être évalué quand les modalités de mise en œuvre ont été définies par les services de l'Etat.

Conséquences économiques lourdes pour les élevages

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- Les opérations d'euthanasie sont à la fois difficiles et délicates. C'est pourquoi il convient d'être très attentifs aux bonnes conditions de leur réalisation et de rappeler que l'urgence d'éliminer des animaux qui ne présentent aucun risque direct en termes de santé publique ne peut qu'être exceptionnelle.
- L'euthanasie et l'enfouissement de cadavres contaminés ne devraient pas poser de problème radiologique majeur étant donné la contamination déjà présente dans l'environnement. La réalisation est surtout sujette à l'examen des questions sanitaires, environnementales (gestion des effluents) et logistiques. En fonction des moyens disponibles et du volume de cadavres à enfouir, une étude de la structure de la fosse devra être menée par les pouvoirs publics.
- Si des traces de l'enfouissement persistent dans le paysage, elles accentuent la stigmatisation du site d'enfouissement (l'exploitation) et limitent le retour à une activité « normale ».

COMMENTAIRES

- Il convient de se référer aux procédures d'urgence mises en œuvre par l'Etat en cas de problème sanitaire (grippe aviaire, fièvre catarrhale, ESB, fièvre aphteuse, etc.). L'intérêt et les modalités de mise en œuvre d'une telle action doivent être analysés à l'échelle du territoire et en fonction des caractéristiques de l'accident qui permettent de définir la zone concernée par cette action et les volumes de déchets à gérer.
- Les crises sanitaires rencontrées par les éleveurs constituent des expériences de gestion de crise qui peuvent apporter des enseignements pour la gestion de cette action. Il convient de ne pas incinérer les cadavres, **sauf si l'analyse préalable des pouvoirs publics donne un avis contraire**, ou éventuellement dans des centres équipés pour traiter des déchets radioactifs.

ELEVAGES DE PORCS, DE VOLAILLES ET DE VEAUX

PRINCIPALES VOIES DE CONTAMINATION

Un élevage de porcs, de volailles ou de veaux de boucherie sera généralement contaminé essentiellement par l'air qui pénètre dans les bâtiments et les installations durant la phase post-accidentelle. Les animaux eux-mêmes vont se contaminer par inhalation, par les dépôts de surface à l'intérieur des bâtiments et par les dépôts superficiels (peau, plumes, etc.).

L'eau et l'alimentation sont distribuées en circuit fermé ; ils ne sont donc pas a priori contaminants, hormis les éventuels dépôts sur les matériels d'abreuvement et de distribution d'aliments.

Les porcs élevés en plein air et les volailles ayant accès à un parcours ne pouvant pas être mis à l'abri faute d'un bâtiment disponible ou adapté, seront contaminés par inhalation et par dépôts superficiels à des niveaux supérieurs aux animaux situés dans des bâtiments, et par ingestion d'aliments contaminés par le passage du nuage radioactif.

Les aliments sont stockés dans des silos fermés (ou en sacs, pour les veaux) ; ils ne peuvent avoir été contaminés que par des dépôts de surface via les trappes d'aération des silos. Si ces dépôts ne peuvent pas être éliminés, une contamination légère des animaux se fera par l'alimentation. La poursuite de l'alimentation des animaux par des aliments non contaminés n'est possible que si des camions de livraison peuvent circuler entre la zone contaminée et les zones non contaminées afin de réapprovisionner les exploitations en aliments.

CINETIQUE DE CONTAMINATION ET REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DE LA CONTAMINATION

Dans les premiers instants suivant l'accident, si la protection accordée par les bâtiments d'élevage et de stockage des aliments est suffisante, les niveaux de contamination des animaux seront relativement faibles. L'efficacité de la protection des bâtiments peut être améliorée par des actions mises en œuvre dès la fin des rejets et permettant de limiter la contamination de l'alimentation et des lieux de vie des animaux.

Pour les porcs élevés en plein air et les volailles ayant accès à un parcours, les niveaux de contamination peuvent être importants. La diminution de leur contamination peut être accélérée en fournissant le plus tôt possible des aliments sains aux animaux, facilement disponibles sur l'exploitation (aliments protégés à l'intérieur des silos).

INFLUENCE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES ET EFFICACITE DE LA PROTECTION DES BATIMENTS

Lors du passage de la masse d'air contaminée, la majorité de la contamination susceptible de pénétrer à l'intérieur des bâtiments d'élevage hors sol provient de la fraction sèche du panache radioactif. L'efficacité de la protection des bâtiments, qu'ils soient fermés ou partiellement ouverts, est donc d'autant plus grande que la fraction sèche est faible.

- **En conditions sèches**, seules les ouvertures des bâtiments et les systèmes de ventilation influencent l'entrée de la contamination.
- **En conditions humides**, la protection par les bâtiments se conjugue à la réduction de la fraction sèche par la pluie : plus la pluie est intense, plus la fraction sèche est réduite.

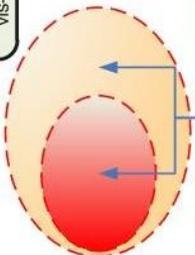
Une fois la contamination déposée dans l'environnement, si aucune précaution n'est prise, la remise en suspension et les entrées et sorties pourraient favoriser la contamination progressive de l'intérieur des bâtiments.

CONTRAINTES AGRICOLES ET ZOOTECHNIQUES

	Contraintes		Délais
Conduite de l'élevage	Au sein d'une exploitation porcine, les animaux sont séparés en bandes correspondant à des stades physiologiques différents. Chaque bande est décalée de quelques semaines (2 à 5 semaines). Les exploitations sont donc adaptées à un fonctionnement en flux tendu.		La décision concernant le devenir des animaux en fin de bande ne peut pas excéder 15 jours
	Au sein d'une exploitation avicole, la conduite d'une seule bande dans tous les bâtiments de l'exploitation est conseillée (animaux tous au même stade physiologique).		De quelques jours à quelques semaines , selon les espèces.
	Au sein d'un élevage de veaux de boucherie , les animaux sont séparés en bandes (animaux au même stade physiologique). La durée d'élevage maximale est de 20 à 24 semaines.		Possibilité de les convertir en jeunes bovins (attente possible de plusieurs mois)
Gestion des animaux	Besoins en eau et en aliments	Porcs et volailles élevés dans des bâtiments	Alimentation automatique
		Porcs et volailles élevés en plein air	Dans un délai inférieur à 24h
		Veaux	Alimentation manuelle deux fois par jour avec des seaux
Gestion des déjections	Capacité de stockage d'effluents avant épandage sur les parcelles agricoles		Au moins 4 mois (cf. réglementation)

PHASE D'URGENCE

Aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache



Hors périmètres

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection de la population vis-à-vis du panache (Mise à l'abri et à l'écoute, prise d'ode stable, évacuation...)

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Dans ces périmètres, l'enjeu majeur est la protection des populations et des opérateurs à travers la mise en place d'actions de protection de la population vis-à-vis du panache (mise à l'abri et à l'écoute, prise d'ode stable, évacuation...)

Aucune action préventive pour la gestion des élevages de porcs, de volailles et de vœux ne peut donc être imposée en phase de menace et en phase de rejet.

Hors périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

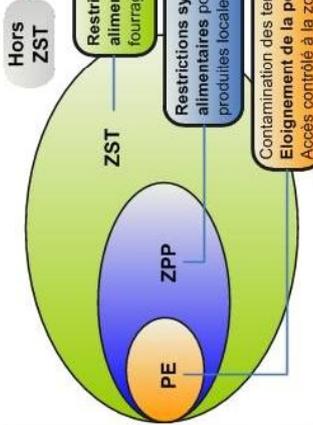
Compte tenu des conséquences observées ou prévisibles liées au passage du panache dans cette zone, aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache n'est mise en œuvre ou envisagée.

Au plus tôt (si possible avant le passage du panache radioactif), mettre en œuvre des actions visant à limiter la contamination externe et surtout interne des animaux et la contamination des stocks d'aliments sur l'exploitation :

- fermer les bâtiments (1)
- protéger les fourrages et les aliments stockés (2)
- rentrer ou maintenir les animaux dans les bâtiments (3) afin de maîtriser leur alimentation et de leur proposer au plus tôt de la nourriture (et de l'eau) non contaminée ou le moins possible contaminée.

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

Mise en place du zonage post-accidentel



Hors ZST

Restrictions de consommation et de mise sur le marché des denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...), produites localement, dans l'attente de contrôles libérateurs.

Restrictions systématiques de consommation et de mise sur le marché de denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produites localement pendant, au minimum, un mois

Contamination des territoires n'autorisant pas le maintien sur place de la population
Eloignement de la population pendant au moins 1 mois
Accès contrôlé à la zone

Aucune action de protection de la population ni de restriction de mise sur le marché

STRATEGIES A ENGAGER EN PRIORITE

STRATEGIE 1 – Option 1

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 : VALORISATION

Prérequis : assurer l'alimentation des animaux dans les 24h suivant le début de l'accident

Gestion du troupeau

- **Option 1 : Valoriser le troupeau à court terme**
 - Au plus tôt, **rentrer ou maintenir les animaux dans des bâtiments (1)** pour limiter l'ingestion d'herbe contaminée et maîtriser leur alimentation ;
 - Fournir le plus rapidement possible une alimentation saine aux animaux (stocks protégés, approvisionnement extérieur...);
 - Abattre les animaux uniquement si les carcasses peuvent être valorisées en tenant compte du délai d'obtention des résultats de mesures radiologiques.
- **Option 2 : Valoriser le troupeau à moyen terme**, après une phase de décontamination dont la durée dépendra de la contamination interne des animaux et de leur alimentation:
 - Au plus tôt, **rentrer ou maintenir les animaux dans des bâtiments (1)** pour limiter l'ingestion d'herbe contaminée et maîtriser leur alimentation ;
 - **Animaux en fin de cycle** : les efforts doivent se concentrer sur ces animaux et sur la fourniture, le plus rapidement possible, d'une alimentation saine (**stocks protégés (4)**, **approvisionnement extérieur**) ;
 - **Animaux en cours de cycle** : la fourniture à très court terme d'une alimentation saine à ces animaux est moins prioritaire que pour les animaux en fin de cycle. Néanmoins, celle-ci devra être apportée au plus tôt, afin de permettre la décontamination progressive des animaux ;
 - **Animaux non valorisables** : maintenir en vie ces animaux (assurer leur alimentation en eau et en aliments même contaminés ainsi que des conditions de vie acceptables) et les **éliminer (9)** au sein d'une filière d'élimination adaptée.

Gestion des stocks pour limiter la contamination de la ration alimentaire

- **Limitier la contamination des stocks présents sur l'exploitation (4) ;**
- **Approvisionnement extérieur**, envisageable après 3 jours à une semaine afin de suppléer les stocks contaminés de l'exploitation.

Gestion de l'installation : nettoyer l'intérieur des bâtiments à l'eau (6), chaude de préférence, par exemple, pour limiter la contamination du lieu de vie.

Gestion des parcelles et des cultures fourragères : gérer les parcelles et les cultures fourragères servant à l'alimentation des animaux les années suivantes de façon à garantir la viabilité de l'exploitation à moyen et long termes (cf. Fiches « Cultures de plein champ et prairies »).

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

Prérequis : assurer l'alimentation des animaux dans les 24h suivant le début de l'accident

Raisons possibles (liste non exhaustive) : la contamination de l'environnement est telle que :

- l'objectif prioritaire est la protection des intervenants en limitant les interventions (ex : PE) ce qui peut rendre impossibles les soins élémentaires à court terme (alimentation...)
- la valorisation ultérieure des troupeaux, même après décontamination, ou la poursuite de l'activité agricole ne sont pas envisageables sur l'exploitation.

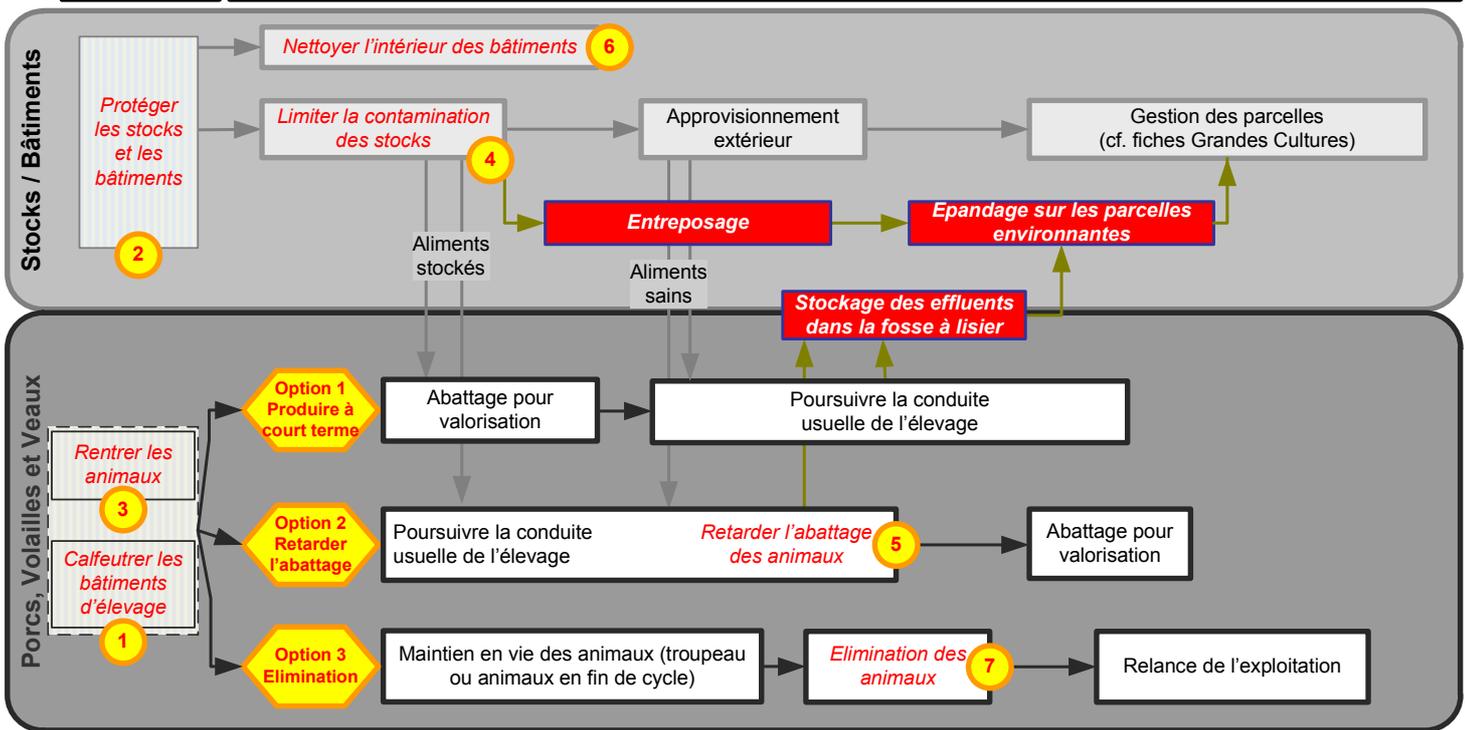
Gestion des troupeaux :

- **éliminer les troupeaux (7)**, dans les meilleurs délais, si les moyens et les conditions le permettent et si les soins élémentaires ne peuvent pas être réalisés à court terme ;
- éviter de gérer à court terme de cadavres d'animaux et des risques d'infection en maintenant en vie ces animaux dans des conditions acceptables dans l'attente de la mise en place d'une filière d'élimination adaptée, et dans la mesure où les soins élémentaires (alimentation même contaminée...) peuvent leur être fournis sans entraîner une exposition notable des intervenants. Un déplacement des troupeaux vers des zones moins contaminées afin de faciliter les interventions pourrait être envisagé pour certaines productions.

STRATEGIE 1 : VALORISATION

PHASE D'URGENCE

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE



PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, aucune action préventive ne doit être recommandée (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence). Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions visant à protéger l'élevage et limiter son exposition à la contamination radiologique, en coupant ou en réduisant au minimum la ventilation (calfeutrer les bâtiments d'élevage (1)). Les animaux évoluant sur des parcours pourront également être rentrés (3). Enfin, l'agriculteur s'attachera à protéger les stocks présents sur l'exploitation et à fermer les autres bâtiments (2).

PHASE POST-ACCIDENTELLE

Prérequis : même en cas de rejet long (> 24h), l'exploitant doit impérativement intervenir sur son élevage (alimentation, ventilation et conditions d'élevage...).

Contexte : même si peu d'informations sont disponibles dans les premiers instants de la phase post-accidentelle, il semble possible de valoriser le troupeau pour la production de viande, à court ou moyen terme. Le niveau de contamination effectif des animaux déterminera ensuite la date de leur abattage. Pour réaliser cette stratégie, l'élevage doit rester accessible par la main-d'œuvre ainsi que pour les livraisons et les enlèvements. Le cycle de production peut donc se poursuivre dans l'exploitation :

1) Gestion des troupeaux

- Option 1 : Valoriser le troupeau pour produire de la viande à court terme : dans les premiers instants de la phase post-accidentelle, le cycle de production normal peut être poursuivi. Le niveau de contamination effectif des animaux déterminera l'orientation ultérieure vers une valorisation normale des animaux dans la chaîne alimentaire. Les effluents d'élevage seront stockés sur l'exploitation (fosse à lisier...) puis seront épanchés sur les parcelles agricoles environnantes, sans entraîner un apport significatif de contamination sur les parcelles.

- Option 2 : Valoriser le troupeau pour produire de la viande à moyen terme : dans les premiers instants de la phase post-accidentelle, le cycle de production normal peut être poursuivi. Le niveau de contamination effectif des animaux déterminera l'orientation ultérieure vers un léger allongement de la période d'engraissement (retarder l'abattage des animaux (5)). Durant cette période, les efforts doivent se concentrer sur la fourniture d'une alimentation la plus saine possible aux animaux en fin de cycle. Les effluents d'élevage seront stockés sur l'exploitation (fosse à lisier...) puis seront épanchés sur les parcelles agricoles environnantes, sans entraîner un apport significatif de contamination sur les parcelles.

Si certains animaux ne sont pas valorisables pour des raisons radiologiques, sanitaires ou autres, l'objectif est de les maintenir en vie, c'est-à-dire d'assurer leur alimentation en eau et en aliments même contaminés ainsi que des conditions de vie acceptables, jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des animaux contaminés soit mise en place. Ceci doit être assuré en limitant la durée et le nombre d'interventions des agriculteurs et, si l'exploitation poursuit son activité en parallèle, en évitant de gêner la poursuite de l'activité de l'installation. Une fois la filière de traitement des cadavres opérationnelle, l'élimination des animaux peut être mise en œuvre.

2) Gestion des stocks et des installations d'élevage

L'agriculteur ne dispose, à court terme, que des aliments stockés sur l'exploitation. Des actions simples permettent de limiter le niveau de contamination des produits stockés (4). La durée d'autonomie d'une exploitation sur ses stocks dépend de ses capacités de stockage (taille des silos) et de la taille de l'élevage. Dans un délai souvent inférieur à une ou deux semaines respectivement pour un élevage de porcs ou de volailles et pour un élevage de veaux de boucherie, un approvisionnement en aliments issus des zones moins contaminées sera engagé pour reconstituer les stocks de l'exploitation qui auront été épuisés. Parallèlement, différentes actions permettront de réduire le niveau de contamination des animaux et de leur environnement de vie (6) (nettoyage de l'intérieur des bâtiments, amélioration des parcours...).

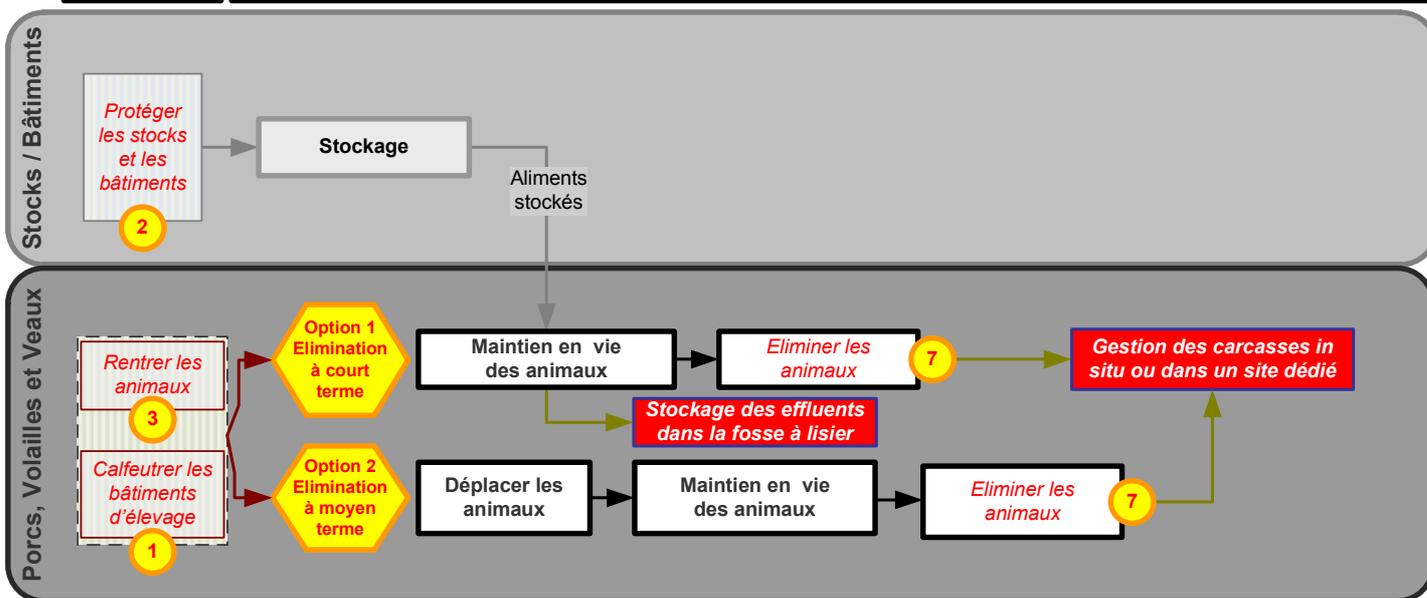
3) Gestion des bâtiments

Même si des actions de protection de l'intérieur des bâtiments (2) ont pu être mises en œuvre avant le passage du panache radioactif, l'intérieur des bâtiments de l'installation et les équipements situés à l'intérieur seront vraisemblablement contaminés. Un simple nettoyage à l'eau sous pression (6) permettrait de réduire de manière significative leur contamination. Plus ce nettoyage est mis en œuvre rapidement, plus son efficacité est importante.

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

PHASE D'URGENCE

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE



PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, aucune action préventive ne doit être recommandée (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence). Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions visant à protéger l'élevage et limiter son exposition à la contamination radiologique, en coupant ou en réduisant au minimum la ventilation (chauffer les bâtiments d'élevage 1). Les animaux évoluant sur des parcours pourront également être rentrés 3. Enfin, l'agriculteur s'attachera à protéger les stocks présents sur l'exploitation et à fermer les autres bâtiments 2.

PHASE POST-ACCIDENTELLE

1) Gestion des troupeaux

- **Option 1 : Éliminer le troupeau à court terme** : si des animaux ne sont pas valorisables pour des raisons radiologiques, sanitaires ou autres, l'objectif est d'éviter de gérer à court terme des cadavres d'animaux et des risques d'infection en maintenant en vie ces animaux dans des conditions de vie acceptables (alimentation en eau et aliments même contaminés...), jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des animaux contaminés soit mise en place. Ceci doit être assuré en limitant la durée et le nombre d'interventions des agriculteurs et, si l'exploitation poursuit son activité en parallèle, en évitant de gêner la poursuite de l'activité de l'installation. Une fois la filière de traitement des cadavres construite, l'élimination des animaux 7 peut être mise en œuvre.

- **Option 2 : Déplacer les animaux pour les éliminer à moyen terme** : si les niveaux d'exposition des opérateurs ne permettent pas d'intervenir régulièrement (ex : périmètre d'éloignement), le troupeau pourrait être déplacé vers une zone moins contaminée pour faciliter sa gestion, le temps qu'une filière d'élimination soit mise en place. Il est à noter que cette opération n'est pas envisageable pour certaines productions pour divers raisons (logistiques...).

2) Gestion des effluents

Les effluents d'élevage seront stockés sur l'exploitation (fosse à lisier...) puis pourront être épandus sur les parcelles agricoles environnantes, sans entraîner une augmentation significative du niveau de contamination des parcelles.

3) Gestion des stocks

Les stocks servent à l'alimentation des animaux maintenus en vie. Une fois le troupeau éliminé, ils ne sont pas valorisés.

4) Gestion des installations

L'exploitation est suspendue.

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Il s'agit de calfeutrer, dans la mesure du possible, les bâtiments et installations d'élevage d'une exploitation agricole. En effet, différents types de bâtiments et installations sont présents sur une exploitation. Ces bâtiments peuvent être ouverts ou fermés, avec ventilation statique ou dynamique.

OBJECTIFS

Cette action préventive vise à réduire, voire empêcher, la contamination de l'intérieur des bâtiments (ou des espaces isolables) et de ce qu'ils abritent (animaux, stocks, récoltes, matériels) via les mouvements d'air dus à une ventilation dynamique ou statique.

Obj. 1	Eviter la contamination des stocks, animaux, équipements situés à l'intérieur des bâtiments et des installations
Obj.2	Limiter l'exposition à l'intérieur des bâtiments

CIBLES

Il s'agit de tous les bâtiments ou installations, en particulier :

- les divers **bâtiments d'élevage à ventilation dynamique** pour les élevages de porcs, de volailles et de veaux de boucherie. Cette action vise à préserver l'intérieur des bâtiments (structures, sols, litières) et les animaux qui y séjournent ;
- les **bâtiments à ventilation statique** : dans les filières avicoles et porcines, il est possible, selon la conception des bâtiments, de limiter la contamination en fermant les trappes d'aération ou en baissant les rideaux ;
- les **hangars, entrepôts ou bâtiments de l'exploitation** pouvant être fermé.

REMARQUE : il convient de noter que certains bâtiments d'élevage de volailles sont ouverts la journée afin de donner accès aux volailles à un parcours. Il est cependant possible de les fermer.

Bâtiment d'élevage de volailles fermé



Bâtiment d'élevage porcin fermé



Bâtiments d'élevage de veaux



MISE EN ŒUVRE

Les bâtiments d'élevage de porcs, de volailles et de veaux sont des bâtiments permettant, le plus souvent, de maîtriser l'ambiance interne. Cette action vise à limiter les entrées d'air et de poussières dans les bâtiments d'élevage en fermant les portes (voire les fenêtres), en étanchéifiant (si possible) les entrées d'air, en obstruant les entrées d'air parasites, en coupant les ventilateurs et les systèmes de régulation, en obstruant les ventilateurs non équipés de volets antiretour.

- La **fermeture des bâtiments équipés de portes et l'arrêt des systèmes de ventilation** (coupure de l'alimentation électrique) peuvent être rapides (de quelques minutes à une heure environ). Tout dépend de la localisation des installations par rapport au domicile de l'agriculteur, du nombre et de la dimension des installations.
- Le **calfeutrage des ouvertures d'aération statique** nécessite du matériel spécifique généralement non disponible sur les exploitations et des délais plus longs (obturation d'ouvertures non prévue en temps ordinaire), surtout si l'on doit effectuer l'opération sur plusieurs ouvertures de différentes installations.
- Certains bâtiments (pour les volailles notamment) sont équipés de « pad-cooling » (systèmes de refroidissement par passage de l'air au travers d'un filtre humide). Il s'agit de les maintenir en marche ou de les rendre opérationnels (commande électrique).

IMPORTANT : compte tenu des conséquences d'un confinement total des bâtiments d'élevage (cf. Levée de l'action et Précautions), l'agriculteur pourra réduire au minimum la ventilation des bâtiments en fonction des conditions au moment de l'accident. Il est à noter qu'en temps normal, l'air à l'intérieur des bâtiments peut être renouvelé jusqu'à 20 fois par heure.

Bâtiment ou installation	Délai de mise en oeuvre	Difficulté
Bâtiment d'élevage	Rapide	Toujours possible et facile pour les élevages de porcs, de volailles et de veaux
Hangar, entrepôt avec porte		Facile

EFFICACITE

Plusieurs niveaux d'efficacité peuvent être attendus :

- l'efficacité est totale lorsque l'espace est totalement calfeutré, c'est-à-dire que les entrées d'air sont obstruées et lorsque les systèmes de ventilation sont coupés de manière à empêcher toute entrée d'air et de particules contaminées ;
- l'efficacité est plus limitée lorsque les ouvertures de l'espace sont fermées mais qu'il reste des entrées d'air liées à la ventilation naturelle ou à des fermetures structurellement non hermétiques. Elle est alors fonction du bâtiment et des conditions météorologiques au moment de l'accident.

LEVEE DE L'ACTION

- Pour les bâtiments d'élevage avec ventilation dynamique, nombreux dans les élevages de porcs, de volailles et de veaux, le confinement total des animaux dans les bâtiments d'élevage ne peut pas excéder 2 à 4 heures (voire 30 minutes pour certains élevages de volailles). La durée de confinement est variable selon les animaux (les animaux en fin de bande sont très sensibles) et les conditions d'élevage (température extérieure, densité). Au-delà de ces durées, la mortalité des animaux risque d'être très importante. Ces durées peuvent être allongées par le confinement partiel (baisse et non arrêt de la ventilation) (cf. *mise en œuvre*).
- Si l'état sanitaire des animaux le permet, la levée de cette action se traduit par l'ouverture des bâtiments (systèmes de ventilation) et la poursuite des pratiques usuelles d'élevage. Si les conditions d'élevage le permettent, l'agriculteur peut tenter de réhabiliter les parcours avant que les animaux y retournent.

REMARQUE : il est important de noter que l'efficacité de cette action dépend aussi de la manière dont sa levée est gérée pour éviter une contamination par remise en suspension de la contamination environnante.

- Si les animaux ne sont pas valorisés, la levée de l'action se traduit par la réouverture, après plusieurs heures ou plusieurs jours, des bâtiments et l'élimination des animaux. L'agriculteur, si les conditions le permettent, entreprendra un nettoyage des bâtiments d'élevage et une amélioration des parcours avant de relancer une nouvelle production.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

- Cette action appliquée aux bâtiments d'élevage peut avoir des conséquences très coûteuses puisque sa mise en œuvre menace la survie des animaux confinés dans les bâtiments.
- La mise en œuvre de cette action ne devrait pas induire de surcoût spécifique (sauf éventuellement celui du matériel utilisé pour calfeutrer les bâtiments et les installations).

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs :** cette action ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence).
- Afin de maintenir cette action pendant la durée souhaitée, il est nécessaire de veiller à ce que les systèmes de sécurité ne réactivent pas la ventilation des bâtiments d'élevage en cas de montée de la température à l'intérieur des bâtiments (il s'agit donc de couper la programmation).
- Le risque de mort des animaux est élevé (cf. levée de l'action).

COMMENTAIRES

- Si l'arrêt des systèmes de ventilation risque d'entraîner des difficultés respiratoires à l'impact plus ou moins élevé, on peut conseiller de **réduire la ventilation** pour permettre le maintien des animaux dans des conditions de vie convenables tout en limitant la contamination de l'atmosphère interne des bâtiments.
- La pertinence de cette action et son application à certains bâtiments et installations en priorité doivent être réfléchies en fonction de la situation rencontrée (compromis entre l'importance de la contamination potentielle et le fort risque de mortalité des animaux).

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Il s'agit de prévenir la contamination des stocks (aliments, litière...) et du matériel présents sur l'exploitation, avant le passage du nuage radioactif. Il convient par exemple de couvrir les stocks de foin, de fermer les silos de maïs ou d'herbe à l'aide de films en plastique ou de bâches étanches, de fermer les hangars....

OBJECTIFS

L'objectif prioritaire est de protéger les stocks d'aliments des animaux du dépôt de particules radioactives lors du passage du panache afin de disposer, si la valorisation des animaux est souhaitée, d'aliments le moins possible contaminés. Cette action est d'autant plus importante que l'exploitant agricole ne dispose, dans les premiers jours suivant l'accident, que des aliments stockés sur l'exploitation pour nourrir ses animaux. L'objectif secondaire est la protection du matériel agricole pour limiter, d'une part la contamination de la ration alimentaire si le matériel est en contact avec les aliments, d'autre part l'exposition externe des opérateurs agricoles.

Obj. 1	Limitier l'ingestion de radionucléides par les animaux
Obj. 2	Limitier la contamination du matériel et l'exposition des opérateurs à moyen et long termes

CIBLES

Cette action peut s'appliquer :

- aux aliments des animaux stockés sur l'exploitation, contenus dans :
 - des cellules cylindriques métalliques pouvant avoir une hauteur de 6 m, généralement sans toit et situées dans un hangar ou un bâtiment fermé ;
 - des cases réalisées dans des bâtiments fermés avec des cloisons en bois ou en béton pouvant avoir une hauteur de 3 m ; Elles n'ont habituellement pas de protection haute, à l'exception du toit du bâtiment.
- aux produits utilisés comme litières et non emballés (paille, big-bags de copeaux de bois...) ;
- au matériel utilisé quotidiennement pour la conduite de l'élevage (tracteurs...).

REMARQUE : la protection des effluents et de certains produits disposant déjà d'une protection (notamment les aliments d'allaitement pour les veaux) n'est pas nécessaire.



MISE EN ŒUVRE

Cette action n'est envisageable que si le délai entre le début de l'alerte et le passage du panache est assez long, et si les moyens matériels et humains sont suffisants. En pratique, cette action se traduit de différentes manières, selon le type de stockage :

- **Silos « tours » :** il s'agit de s'assurer que les trappes supérieures des silos sont bien fermées.
- **Cellules de stockage en vrac :** ces cellules sont généralement situées dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. La partie la plus exposée est la partie supérieure de la cellule. Il s'agit soit de fermer les portes du hangar dans lequel elles sont situées (situation la plus fréquente), soit de placer une bâche sur la partie supérieure mais cette option semble très peu probable.
- **Produits utilisés comme litières et non emballés :** la protection de ces stocks consiste à fermer les portes du hangar dans lequel ils sont abrités ou à les couvrir par une bâche.

	Nature des produits stockés	Délai	Difficulté
Couverture d'un stock par une bâche	Copeaux de bois, autres litières	-	-
Fermeture des trappes des silos-tours	Aliments	Long (entre 30 minutes et 2h par entité à protéger)	Difficile
Fermeture des portes d'un hangar	Cellules de stockage d'aliments, stockage de litières, etc.	Rapide	Facile (surtout si la fermeture est automatisée)

EFFICACITE

Cette action s'inscrit dans une démarche préventive d'optimisation et de limitation des risques de contamination des animaux par ingestion d'aliments contaminés ou par contamination secondaire. Son efficacité en termes de qualité radiologique des animaux est difficilement quantifiable mais peut être significative en permettant, notamment, aux animaux de bénéficier, dans les premiers jours suivant l'accident, d'une alimentation beaucoup moins contaminée.

- **Silos « tours »** : la fermeture de ces bâtiments assure une étanchéité presque totale du stock. Le risque d'explosion d'un silo est minime.
- **Cellules de stockage en vrac dans des bâtiments** : l'efficacité de la protection n'est pas totale ; elle est surtout fonction de l'étanchéité des bâtiments et des conditions météorologiques au moment de l'accident. Elle demeure cependant significative et peut être augmentée par la mise en place de bâches en plastique sur les cellules.
- **Produits utilisés comme litières et non emballés** : l'efficacité de la protection de ces stocks est plus aléatoire bien qu'elle puisse être significative. Elle peut être augmentée par l'élimination de la partie superficielle du stock avant son utilisation.

LEVEE DE L'ACTION

Cette action peut être levée juste après la fin des rejets et le passage de la masse d'air contaminée (sur consigne des pouvoirs publics). Des précautions doivent être prises pour éviter la contamination des produits lorsque leur protection est enlevée.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'entraîne pas de coûts supplémentaires importants.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action préventive ne pourra être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence). Par ailleurs, une protection particulière pourra être nécessaire pour les opérateurs lors de la levée de l'action.
- **Gestion des déchets** : en temps normal, l'élimination des bâches en plastique utilisées en agriculture est problématique, surtout dans certains départements dépourvus de filière de gestion de ces déchets. Cette action en produirait une grande quantité, de surcroît contaminée. **Les déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière doit être organisée.**

COMMENTAIRES

La difficulté pour couvrir des stocks qui peuvent être très volumineux (litières), la disponibilité réduite des moyens matériels (bâches) et humains et les contraintes liées à l'élimination des bâches contaminées laissent penser qu'il apparaît, en pratique, plus opportun dans certains cas de laisser le stock en l'état exposé à la contamination puis d'éliminer la couche superficielle contaminée. C'est le cas pour les stocks de litières et d'aliments dans les silos « tours ».

STRATEGIE VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Cette action préventive consiste à rentrer les animaux situés à l'extérieur au moment de l'accident et à les maintenir dans les bâtiments pour une durée indéterminée, si possible avant le passage du panache radioactif. Cette option doit être accompagnée d'un certain nombre d'actions visant à maintenir les animaux dans des conditions d'élevage acceptables.

OBJECTIFS

Cette action a pour objectif de limiter la contamination des animaux ayant accès à l'extérieur des bâtiments, non seulement par dépôt direct mais également par ingestion d'aliments contaminés.

Obj.	Limiter la contamination des animaux ayant accès à l'extérieur par dépôt ou ingestion de radionucléides.
------	--

CIBLES

Cette action ne concerne potentiellement que les volailles ayant accès à un parcours. Elle est plus difficilement applicable aux porcs élevés en plein air et aux élevages de volailles ne disposant pas de bâtiments adaptés (canards prêts à gaver...).

Volailles ayant accès à un parcours (canards prêts à gaver, volailles de chair, poules pondeuses...)	Porcs élevés en plein air	Veaux
---	---------------------------	------------------

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : la mise en œuvre de cette action est difficile car :
 - dans la plupart des cas, il n'y a pas de bâtiments disponibles ou adaptés pour parquer les animaux dans des conditions de vie satisfaisantes (porcs de plein air, canards prêts à gaver). Lorsqu'ils existent (volailles de chair, poules pondeuses), les animaux seraient parqués dans un bâtiment à ventilation statique, difficile à calfeutrer ;
 - il n'est pas aisé de rentrer plusieurs centaines à plusieurs milliers de volailles en dehors des horaires auxquels elles sont habituées (fin d'après-midi, début de soirée) ;
 - il convient, par ailleurs, de mettre à l'abri tout le matériel d'alimentation et d'abreuvement.
- **Délai de mise en œuvre** :
 - cette action préventive doit être mise en œuvre avant le passage du panache radioactif. D'un point de vue radiologique, cette action demeure intéressante dans les premiers jours suivant la fin des rejets pour limiter la contamination des animaux par ingestion et contamination directe.
 - si l'alerte de l'accident a lieu lorsque les volailles sont à l'abri (la nuit), il convient de ne pas leur donner accès au parcours le lendemain matin.

	Difficulté	Exposition des opérateurs
Volailles de chair avec parcours	Moyenne	Exposition interne par inhalation et exposition externe (panache) <i>(pour une mise en œuvre au cours du rejet)</i> Exposition externe (dépôt) <i>(pour une mise en œuvre après le passage du panache)</i>
Porcs de plein air	Très importante	

EFFICACITE

- L'efficacité de cette action est limitée :
- par le nombre restreint de situations où elle peut être mise en œuvre pendant la phase d'urgence ;
 - du fait de la courte durée des cycles de production de certaines volailles qui ne permet pas à des animaux ayant été contaminés de se décontaminer par une alimentation saine.

Exemple :	Durée du cycle de production	Age à partir duquel les animaux ont accès au parcours	Période de la journée où les volailles ont accès au parcours
Poulets label	80 jours	à partir de 40 jours	de 9h à 19h en moyenne
Canards prêts à gaver	87 jours	à partir de 28 jours	

LEVEE DE L'ACTION

- **Maintien des animaux dans les bâtiments** : la production en cours au moment de l'accident peut être maintenue dans des bâtiments jusqu'à sa valorisation. Il est important de noter que le confinement prolongé des volailles peut entraîner des problèmes de comportement (picage, cannibalisme) et une dégradation des performances zootechniques.
- **Retour des animaux à l'extérieur et poursuite de la conduite usuelle de l'élevage** :
 - Si un maintien prolongé des animaux dans des bâtiments n'est pas envisageable ou si les mesures réalisées dans l'environnement montrent que la contamination des parcours et des parcelles est compatible avec la valorisation des productions, la levée de cette action se traduit par un **retour des animaux à l'extérieur et par la poursuite usuelle de l'élevage**.
 - Ce retour peut éventuellement être accompagné d'une **amélioration de la qualité des parcours et des parcelles**. Il peut être envisagé, pour des raisons pratiques, de redonner accès aux volailles à un parcours réduit à une zone relativement étroite (10 m) devant les bâtiments et clôturée par du grillage.
- **Éliminer les animaux** : la levée de l'action se traduit par un retour des animaux à l'extérieur et par le maintien de conditions de vie acceptables jusqu'à leur élimination

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Les coûts directs de la mise en œuvre de cette action sont modérés et constitués du coût direct du grillage utilisé. Par contre, les coûts indirects engendrés par cette action sont nombreux (pertes de qualité des productions liées à l'enfermement des animaux, non-conformité au cahier des charges, etc.).

Coûts directs modérés mais coûts indirects importants

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action préventive ne pourra être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence).
- En phase d'urgence, le maintien des animaux dans des bâtiments doit être accompagné d'un ensemble d'actions visant à préserver la qualité des conditions d'élevage ou de vie en prévision d'un nombre d'interventions limité.
- Sans être nourries à partir d'aliments situés à l'extérieur du bâtiment, les volailles, lorsqu'elles sont sur le parcours, sont exposées à d'autres sources de contamination (sol lors de la recherche de nourriture ...). L'analyse du maintien de l'élevage en extérieur devra en tenir compte.

COMMENTAIRES

- Cette action concerne principalement les élevages de volailles ayant accès à un parcours mais présente des contraintes pour son maintien pendant plusieurs jours.
- Un lavage préalable des animaux serait inapplicable pour les volailles (comment laver des plumes, des animaux qui s'ébouriffent).

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à limiter la contamination des aliments (concentrés) ou des fourrages destinés aux animaux de l'exploitation en enlevant, après le passage du panache radioactif :

- la protection temporaire de façon à ne pas mettre en contact la surface externe de la bâche avec le matériel qu'elle protégeait, dans le cas où cette action [FICHE 2] a été mise en œuvre de manière préventive avant le passage du panache radioactif ;
- la partie des stocks la plus exposée au dépôt au moment du passage du panache radioactif (c'est-à-dire la plus exposée à l'air extérieur).

Par ailleurs, il s'agit également de protéger les stocks d'une éventuelle contamination liée à la remise en suspension des particules de l'environnement de l'exploitation.

OBJECTIFS

Au cours du rejet et durant les premiers instants de la phase post-accidentelle, la principale voie de contamination des animaux est leur alimentation. Les animaux pâturant à l'extérieur sont donc les plus exposés. Une fois les animaux mis ou maintenus dans des bâtiments pour maîtriser leur alimentation, l'éleveur ne dispose, dans les premiers temps, que d'aliments stockés sur l'exploitation. Ces stocks ont été exposés au passage du panache. Leur contamination est très variable mais étroitement liée à leur exposition à l'air extérieur. Des solutions simples et de bon sens doivent permettre de limiter la contamination de ces stocks.

Obj.	Limiter la contamination des aliments et des fourrages destinés à l'alimentation des animaux
------	---

CIBLES

Cette action vise l'ensemble des aliments et du matériel utilisé comme litière et stockés sur l'exploitation.



MISE EN ŒUVRE

- **Balles rondes et balles carrées** : ces deux types de conditionnement ne bénéficient pas d'une protection de leur surface. Ces balles peuvent être stockées à l'extérieur et, dans ce cas, recouvertes d'une bâche en plastique plus ou moins étanche à l'air, ou bien stockées dans un hangar (avec portes ou non). La protection de ces deux modes d'entreposage n'est pas parfaite. Dès lors, il s'agit d'éliminer l'extérieur de la balle ou bien d'éliminer les balles situées à l'extérieur du stock, qui auraient intercepté la plus grande partie des radionucléides.
- **Silos « tours »** : ce mode de stockage est *a priori* étanche à l'air extérieur. Les grains qu'ils contiennent sont donc sains.
- **Cellules de stockage en vrac** : ces cellules sont généralement situées dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. La partie la plus exposée est la couche supérieure des cellules. Il s'agit donc d'éliminer cette partie, ce qui semble difficile à mettre en œuvre. Une autre possibilité est de considérer que la pollution de la surface supérieure est diluée dans le volume stocké, permettant alors de fournir ces stocks aux animaux.
- **Stockage à plat en vrac dans un bâtiment** : ces stocks sont constitués d'aliments secs (céréales, protéagineux, aliments concentrés). Ils sont situés dans des hangars plus ou moins étanches à l'air extérieur. Ils sont exposés sur toute leur surface en contact avec l'air. La partie la plus exposée est la couche supérieure. Il s'agit d'éliminer cette partie, ce qui peut être difficile à mettre en œuvre en fonction de la taille et de la forme des tas.

Délai de mise en oeuvre	Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Avant d'alimenter les animaux à partir de stocks	Quelques heures	Variable en fonction du type d'ouvrages	Exposition externe faible Exposition cutanée et exposition interne par inhalation de poussières

EFFICACITE

Cette action s'inscrit dans une démarche d'optimisation et de limitation des risques de contamination des animaux par ingestion d'aliments contaminés. Son efficacité en termes de qualité radiologique de la viande est difficilement quantifiable mais peut s'avérer très significative par rapport à une alimentation à partir d'herbe pâturée ou de fourrages contaminés.

LEVEE DE L'ACTION

Le nettoyage et la protection des stocks d'aliments doivent être maintenus aussi longtemps que les animaux sont nourris à partir des stocks afin d'éviter leur contamination par remise en suspension de particules issues de l'environnement de l'exploitation.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'engendre pas de coût supplémentaire, hormis la perte d'une partie des stocks et l'éventuelle nécessité de s'approvisionner à l'extérieur.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

Cette action présente l'inconvénient de produire des déchets. Ces derniers peuvent être stockés à un endroit identifié de l'exploitation ou bien épandus puis enfouis sur une parcelle de l'exploitation, leur niveau de contamination étant, de toute façon, nettement inférieur à celui du sol. **Ces déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière devra être organisée.**

COMMENTAIRES

Si la question de la contamination des animaux par la nourriture est importante, celle de la qualité de l'eau d'abreuvement ou utilisée dans la fabrication des aliments est également importante. Il est nécessaire de prévenir les éleveurs de privilégier l'utilisation de l'eau du réseau, dans le cas où ils utilisent normalement de l'eau d'un puit.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à retarder la date « normale » d'abattage des animaux qui auraient dû l'être après l'accident. Elle s'intègre dans une **stratégie de valorisation** des carcasses des animaux (permise par les niveaux mesurés de contamination des animaux, et par l'assainissement de ceux-ci lié à la décroissance radioactive et à l'élimination biologique) et non pas dans une stratégie d'élimination.

OBJECTIFS

Cette action vise à éviter l'engorgement de toute la filière d'abattage et à réguler dans le temps la valorisation des carcasses. Elle permet ainsi aux différents partenaires de la filière de se consacrer à d'autres actions jugées prioritaires. Cette action permet également de diminuer le niveau de contamination des animaux pour le ramener à des valeurs les plus basses possibles (dans tous les cas inférieures aux niveaux réglementaires [Cf. FICHE 4.2]) grâce à la décroissance radioactive et à l'élimination biologique au cours du temps, effet accentué par la mise en œuvre d'actions réduisant la contamination de la ration alimentaire des animaux.

Obj. 1	Permettre une meilleure organisation en période de crise de la filière
Obj. 2	Bénéficier de la décroissance biologique et radioactive des radionucléides et de l'effet d'actions complémentaires

CIBLES

Dans les premiers instants de la phase post accidentelle, cette action est possible pour tous les élevages de veaux de boucherie, de porcs charcutiers, de volailles et de poules pondeuses.

Veaux de boucherie	Porcs charcutiers	Volailles
--------------------	-------------------	-----------

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : la mise en œuvre de cette action est simple. Il s'agit de poursuivre les pratiques usuelles pendant une période qui reste limitée afin de ne pas altérer les qualités des productions.
- **Moyens nécessaires** : cette action nécessite de disposer d'aliments en quantité suffisante pour poursuivre l'élevage durant la durée souhaitée, tout en réduisant le niveau de contamination de la ration alimentaire des animaux et de l'environnement d'élevage. Lorsque les stocks d'aliments sains ou très faiblement contaminés sont épuisés sur l'exploitation, un approvisionnement extérieur doit être organisé (gestion de l'accès des camions ayant à effectuer des allers-retours entre des zones peu ou pas contaminées, et des zones qui le sont).

	Durée normale d'un cycle de production	Délai supplémentaire possible pour l'abattage	Difficulté
Veaux de boucherie	20 à 24 semaines	Les veaux de boucherie peuvent être transformés en jeunes bovins pour retarder la date d'abattage de plusieurs mois (20 mois).	Facile (en tenant compte des délais pour chaque production) Attention néanmoins à la gestion de l'accès des camions d'aliments ayant à effectuer des allers-retours entre des zones peu ou pas contaminées, et des zones qui le sont
Porcs charcutiers	6 mois	Jusqu'à 15 jours <i>cette durée limitée est imposée par le cycle de production et le nombre de places disponibles dans les bâtiments d'élevage</i>	
Volailles (hors pondeuses)	de 40 jours (poulets « standards ») à 120 jours (dindes)	Quelques jours pour les animaux à cycle court (poulets...) à quelques semaines (2 à 3) pour les animaux à cycle long (dindes).	
Poules pondeuses	1 an	Quelques semaines (5 à 10)	

EFFICACITE

L'efficacité de cette action est difficile à évaluer. Elle peut se traduire par la possibilité de mettre en œuvre des actions visant à limiter la contamination de la viande ou bien par un délai supplémentaire permettant à la filière de s'organiser et par conséquent de valoriser plus facilement les animaux.

LEVÉE DE L'ACTION

L'action peut être maintenue pendant des délais plus ou moins longs en fonction des élevages et en fonction du calendrier imposé par le traitement des animaux abattus (voir *Mise en œuvre*).

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

La poursuite de l'élevage d'animaux ayant atteint leur date normale d'abattage est, sous réserve de disposer d'aliments sains, possible pendant un certain temps variable en fonction du type d'élevage. Toutefois, cette pratique risque d'obérer la viabilité économique de l'exploitation (**consommation accrue d'aliment sans plus-value économique sur les carcasses**), de limiter le revenu de l'agriculteur et d'augmenter sa charge de travail.

Coût de l'aliment supplémentaire

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

COMMENTAIRES

Cette action ne pose pas de problème d'application dans les premiers instants de la phase post accidentelle. Elle peut être plus difficile si elle est maintenue à moyen terme (> 15 jours).

REMARQUE : la plupart des veaux produits en France n'y sont pas abattus mais partent en Italie et en Espagne pour y être engraisés. Le marché risque de ne plus accepter ces animaux, qu'ils présentent ou non un risque de contamination.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à nettoyer à l'eau les animaux (sauf les volailles), leurs lieux de vie et les équipements en contact avec leur alimentation. Pour une meilleure efficacité, l'eau doit être chaude, être associée à des détergents et projetée par un nettoyeur à « haute pression » (sauf pour le nettoyage des animaux). L'action consiste aussi à améliorer la qualité radiologique des parcours.

OBJECTIFS

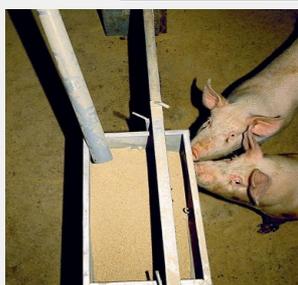
Cette action vise à limiter la contamination directe (dépôts) ou indirecte des animaux (contamination cutanée par leurs lieux de vie, ingestion d'aliments contaminés ou ayant été en contact avec des équipements contaminés). Elle vise également à limiter l'exposition des agriculteurs à moyen et long termes lorsqu'ils travaillent dans ces installations.

Obj.1	Limitier la contamination des animaux par contact avec des éléments contaminés du lieu de vie
Obj.2	Limitier la contamination des animaux par ingestion de denrées ayant été en contact avec des équipements contaminés
Obj.3	Limitier l'exposition à moyen et long termes des opérateurs agricoles

CIBLES

Les cibles de cette action sont les animaux, les bâtiments d'élevage, les équipements en contact avec leur alimentation : lignes d'abreuvement et d'alimentation avec leur matériel spécifique (pipettes, récupérateurs, assiettes...), cornadis, distributeurs d'aliments, etc.

Animaux	Lieux de vie	Equipements en contact avec l'alimentation
---------	--------------	--



Distribution d'aliments pour porcs



Bâtiment d'élevage de volailles



Elevage de veaux sur caillebotis

MISE EN ŒUVRE

- Méthode de mise en œuvre :
 - **Bâtiments à caillebotis** (volailles, porcs, veaux) : nettoyer à l'eau l'intérieur des bâtiments (parois, équipements et caillebotis). Les eaux de lavage sont évacuées vers la fosse à lisier.
 - **Bâtiments avec animaux sur litières (surtout des volailles)** : les parois et les équipements sont lavés à l'eau, le fumier en place servant « d'éponge ». Ce dernier est ensuite évacué (stockage ou épandage). Le sol peut ensuite être décapé s'il est en terre battue, ou lavé à l'eau s'il est bétonné, avant d'être recouvert d'une nouvelle litière. Il est impératif de prendre des précautions quant à la qualité de la litière utilisée (l'extérieur des bottes de paille ronde peut, par exemple, être éliminé sur quelques centimètres ; pour les bottes de paille carrées n'utiliser que les bottes situées à l'intérieur du tas).
 - **Bâtiments de volailles en cages** : nettoyer à l'eau l'intérieur des bâtiments (parois, équipements et cages). La tâche est particulièrement compliquée pour les élevages de poules pondeuses en cages pour les raisons suivantes :
 - le cycle d'élevage des poules pondeuses est habituellement de un an. Les poules doivent donc être retirées de manière anticipée ;
 - le matériel d'élevage utilisé comprend les cages, les systèmes de distribution d'aliments et d'eau, les systèmes de collecte des œufs, les systèmes de traitement (préséchage) et de collecte des déjections ...
 - enfin, la récupération des eaux de lavage est difficile puisqu'il n'y a pas de fosse à lisier dans ce type d'installation.
 - **Parcours** : effectuer un labour du sol, éventuellement précédé d'un décapage de la partie superficielle. Cette opération peut être limitée à une zone relativement étroite (10 m) devant les bâtiments, clôturée par des grillages.

- **Animaux** : nettoyer à l'eau froide est facilement envisageable pour les porcs et les veaux, contrairement aux volailles.
- **Délai de mise en œuvre** : pour une meilleure efficacité, ces actions doivent être envisagées dès la fin des rejets. Cependant, le **nettoyage des installations ne peut être réalisé qu'après le retrait des animaux** .
- **Moyens nécessaires** : le nettoyage des bâtiments est d'autant plus efficace que l'eau utilisée est chaude, associée à des détergents et projetée à l'aide d'un nettoyeur à « haute pression ».

Délai de mise en oeuvre	Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Le plus tôt possible pour une meilleure efficacité mais lorsque les bâtiments sont vides	3 jours à 1 semaine	Moyenne pour les bâtiments à caillebottis Importante pour les autres bâtiments à litière accumulée, cages, etc.	Exposition externe faible Exposition cutanée et exposition interne par inhalation si les opérateurs ne sont pas protégés

EFFICACITE

Cette action s'inscrit dans une démarche préventive d'optimisation et de limitation des risques de contamination des animaux et d'exposition externe des opérateurs. Son efficacité en termes de qualité radiologique des animaux est difficilement quantifiable. Cependant, **plus le nettoyage est mis en œuvre rapidement, plus l'efficacité de cette action est importante** . Un nettoyage à l'eau chaude et haute pression d'une surface bétonnée, dans la semaine suivant le dépôt, peut réduire la contamination d'un facteur 1,5 à 5 pour la plupart des radionucléides et d'un facteur 2 à 10 pour le plutonium. Pour certains radionucléides très solubles (iode, tritium...), son efficacité peut être supérieure. Le nettoyage des surfaces lisses (verre, inox...) a une efficacité encore plus importante.

LEVEE DE L'ACTION

Cette opération n'est à effectuer qu'une fois, à condition que les systèmes de ventilation ou d'aération ainsi que l'extérieur du bâtiment aient été lavés, afin d'éviter toute « recontamination », même faible, de l'intérieur du bâtiment.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Le coût de cette action s'évalue en termes de temps de travail, de quantité d'eau consommée et de litière non utilisable car contaminée.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Exposition des opérateurs** : les opérateurs sont exposés principalement par irradiation externe. Cependant, les projections lors du nettoyage peuvent entraîner une contamination cutanée et par inhalation, moins importante que l'irradiation externe, qui peut être réduite par l'utilisation de masques et de combinaisons jetables.
- Le nettoyage des bâtiments peut produire une quantité supplémentaire d'effluents à stocker dans la fosse de l'exploitation. Celle-ci est dimensionnée pour assurer le stockage des effluents produits pendant au moins 4 mois. D'autres solutions doivent donc être trouvées à moyen terme pour la gestion de ces effluents.

COMMENTAIRES

- Il est difficile de quantifier les volumes d'eau nécessaires pour le nettoyage d'une exploitation. Ces volumes peuvent être importants et produire des quantités importantes d'effluents. Ceci peut poser des problèmes de capacité de stockage des effluents sur l'exploitation et de qualité de l'effluent qui sera épandu (dilution de l'engrais de ferme initial).
- Le nettoyage extérieur des bâtiments d'élevage doit également être envisagé pour éviter à moyen et long termes la « recontamination » de l'intérieur des bâtiments (mouvements du personnel, matériel, remise en suspension...). De manière générale, les bâtiments d'élevage ne sont pas équipés de gouttières mais il peut exister au sol un caniveau ou un système de drainage qui dirige les eaux dans la nature. L'eau de lavage des toitures et des parois tombe sur le sol, avec un risque de contamination de tout le pourtour du bâtiment. Une averse suffisamment importante peut avoir les mêmes effets. En fonction de la nature du revêtement, des opérations particulières peuvent être envisagées à moyen terme (décapage, labour, nettoyage à l'eau, revêtement...).

STRATEGIE VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

L'élimination d'un troupeau est une opération difficile et délicate :

- difficile car nécessitant une infrastructure (couloirs, parcs) et des moyens de manipulation des cadavres qui n'existent pas dans toutes les exploitations ;
- délicate en raison des effets psychologiques pour l'exploitant et sa famille, ainsi que pour le public.

Cette élimination comprend deux volets : l'**euthanasie des animaux** et l'**élimination des cadavres**. Habituellement, l'abattage d'un animal intervient dans un abattoir et l'élimination du cadavre associé dans une installation d'équarrissage. Néanmoins, l'introduction d'animaux ou de cadavres contaminés par des radionucléides dans ce circuit "classique" de gestion des cadavres animaux pose question et tendrait, a priori, à privilégier l'élimination des animaux contaminés en dehors de ce circuit. Si le temps le permet, une analyse préalable est donc opportune pour apprécier les bénéfices et les risques associés aux différentes actions envisagées. A court terme et dans la mesure du possible, le maintien en vie, dans des conditions sanitaires acceptables, des animaux à éliminer est donc un objectif important pour permettre cette analyse.

Cette action nécessite de déterminer :

- les modalités d'euthanasie des animaux : sur l'exploitation ou dans un abattoir ;
- les modalités d'élimination des cadavres contaminés : enfouissement sur l'exploitation ou sur un site dédié.

OBJECTIFS

- **Elimination d'urgence (action envisageable uniquement dans le Périmètre d'éloignement) :**
 Dans le **Périmètre d'éloignement**, l'exposition radiologique est telle qu'elle nécessite d'éloigner la population. Les actions de protection mises en œuvre limitent la possibilité d'intervenir pour gérer les troupeaux.
 1. Si les animaux ne peuvent pas recevoir les soins minimaux (ou être mis au pré), plutôt que d'exposer de nombreux opérateurs pour une opération d'euthanasie, il convient de **déplacer les animaux vers une zone moins contaminée [FICHE 8]**, ce qui renvoie à la valorisation ou à une élimination hors urgence ;
 2. S'il n'est pas envisagé de déplacer les animaux vers une zone moins contaminée (vers la ZPP, voire sur dérogation vers la ZST) et d'intervenir régulièrement pour les nourrir, **l'élimination sur place des animaux** peut être envisagée. Elle nécessite cependant des moyens humains et matériels importants pour gérer ensuite les cadavres des animaux et entraîne une exposition des opérateurs.
 Cette action est envisageable **uniquement dans le Périmètre d'éloignement** car au-delà, la priorité est de maintenir en vie les animaux destinés à être éliminés jusqu'à ce qu'une filière d'élimination des cadavres soit opérationnelle.
- **Elimination concertée, à moyen terme :**
 Une fois la décision prise d'éliminer un cheptel, il convient de tenir compte de :
 - l'absence d'urgence de l'abattage et les bonnes conditions de sa réalisation ;
 - de l'objectif de bien-être des animaux dans l'attente de leur élimination.
 Il n'y a en effet aucun caractère d'urgence au sens sanitaire à abattre des cheptels contaminés puisque ces animaux, dans la mesure où leurs produits ne sont pas consommés, ne présentent aucun risque sanitaire (il convient ici de différencier cette gestion de celle d'une épizootie comme la fièvre aphteuse ou l'influenza aviaire où il faut impérativement éviter la dissémination des agents infectieux et neutraliser le foyer initial en abattant le plus rapidement possible les animaux).

Obj.1	limiter le nombre et la durée des interventions pour le maintien en vie des animaux dans le Périmètre d'éloignement (uniquement)
Obj.2	Gérer les animaux non valorisés et contaminés

CIBLES

- **Elimination d'urgence (dans un délai inférieur à une semaine) :** tous les troupeaux dont le maintien en vie impliquerait une exposition trop importante des opérateurs (**Périmètre d'éloignement**) ou les élevages de poules pondeuses produisant des œufs contaminés et de volailles de reproduction (œufs à couvrir) ;
- **Elimination concertée, à moyen terme,** après la mise en place d'une filière de gestion des cadavres adaptée : les animaux dont la valorisation n'est pas possible pour des raisons économiques, éthiques ou radiologiques.

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre :** la première étape consiste à rassembler les animaux sur l'exploitation. Différentes actions sont envisageables pour la suite des opérations :
 - 1) **Pour l'euthanasie :**
 - Euthanasie sur l'exploitation avec l'apport des infrastructures nécessaires (parcs, appareils de levage...) ;
 - Euthanasie dans un site dédié : abattoir, équarrissage, en général plus pratique qu'une exploitation agricole et surtout présentant un impact psychologique moindre.

2) Pour l'élimination :

- Enfouissement sur l'exploitation ou dans un site géologiquement satisfaisant ;
- Crémation des cadavres sur l'exploitation ;
- Elimination par la voie classique de l'équarrissage.

Les actions envisagées ci-dessus peuvent nécessiter le transport des animaux ou de leurs cadavres.

• Délai de mise en œuvre :

- Elimination en urgence : dès que le mode d'élimination des carcasses est choisi ;
- Elimination concertée :

- ⇒ Les volailles peuvent "survivre" sans soins pendant quelques jours, tant que l'aliment est disponible (en principe, les exploitations s'approvisionnent régulièrement, tous les mois, voire tous les 10 jours pour les exploitations aux effectifs les plus importants). Les éleveurs qui fabriquent les aliments à la ferme peuvent disposer d'installations leur permettant de stocker des matières premières sur l'exploitation.
- ⇒ Le maintien en vie des porcs, même si leur alimentation est automatisée, nécessite un accès permanent d'un opérateur dans l'élevage pour effectuer les tâches courantes d'élevage.
- ⇒ Pour les élevages de veaux de boucherie, une intervention humaine est nécessaire au minimum matin et soir pour préparer les aliments (préparation liquide à base de lait en poudre et céréales). Laisser les veaux sans soin plus d'un jour entraîne un risque accru de mortalité.

- **Moyens nécessaires** : la mise en œuvre de cette action nécessite une logistique importante, les éleveurs ne disposant pas de moyens pour gérer sur l'exploitation l'élimination de la totalité des animaux. Une organisation à l'échelle du territoire est impérative.

- **Déchets produits** : les cadavres animaux doivent être gérés extrêmement rapidement.

	Poids maximal des cadavres (poids vifs à l'âge de l'abattage)
Volaille	1,8 kg (poulet standard) à 5,8 kg (canard gras)
Porc	100 kg
Veau	110 à 190 kg

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons en termes de :

- **exposition de la population par ingestion** : l'efficacité est de 100 % puisque les produits animaux (viande et œufs) contaminés n'entrent pas dans la chaîne alimentaire ;
- **exposition des opérateurs** : l'efficacité de cette action doit être appréhendée par rapport à l'exposition des opérateurs associée à d'autres stratégies.
- **quantités de déchets** : l'efficacité est fonction de l'existence d'une filière d'élimination des cadavres, du devenir des cadavres contaminés, et doit être confrontée à d'autres stratégies envisageables pour la gestion des animaux non valorisables.

LEVEE DE L'ACTION

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre de cette action entraîne des conséquences économiques lourdes pour les élevages (à court terme, arrêt de la production et élimination des cadavres ; à moyen et long termes, reconstitution du troupeau pour la reprise de l'activité). Le coût de l'élimination du cheptel peut être évalué quand les modalités de mise en œuvre ont été définies par les services de l'Etat.

Conséquences économiques lourdes pour les élevages

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- Les opérations d'euthanasie sont à la fois difficiles et délicates. C'est pourquoi il convient d'être très attentifs aux bonnes conditions de sa réalisation et de rappeler que l'urgence d'éliminer des animaux qui ne présentent aucun risque direct en termes de santé publique ne peut qu'être exceptionnelle.
- L'euthanasie et l'enfouissement de cadavres contaminés ne devraient pas poser de problème radiologique majeur étant donné la contamination déjà présente dans l'environnement. La réalisation est surtout sujette à l'examen des questions sanitaires, environnementales (gestion des effluents) et logistiques. En fonction des moyens disponibles et du volume de cadavres à enfouir, une étude de la structure de la fosse devra être menée par les pouvoirs publics.
- Si des traces de l'enfouissement persistaient dans le paysage, elles accentueraient la stigmatisation du site d'enfouissement (l'exploitation) et limiteraient le retour à une activité « normale ».

COMMENTAIRES

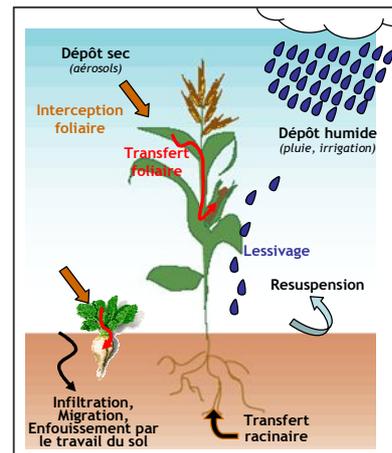
- Il convient de se référer aux procédures d'urgence mises en œuvre par l'Etat en cas de problème sanitaire (grippe aviaire, fièvre catarrhale, ESB, etc.). L'intérêt et les modalités de mise en œuvre d'une telle action doivent être analysés à l'échelle du territoire et en fonction des caractéristiques de l'accident qui permettent de définir la zone concernée par cette action et les volumes de déchets à gérer.
- Les crises sanitaires rencontrées par les éleveurs constituent des expériences de gestion de crise qui peuvent apporter des enseignements pour la gestion de cette action. Il conviendrait dans tous les cas de ne pas incinérer les cadavres, sauf éventuellement dans des centres équipés pour traiter des déchets radioactifs.

CULTURES DE PLEIN CHAMP ET PRAIRIES

PRINCIPALES VOIES DE CONTAMINATION

Lors du passage du panache radioactif et selon le stade végétatif de la culture, le **dépôt direct** et le **transfert foliaire** constituent les principales voies de contamination des parties comestibles d'une plante. Celles-ci bénéficient généralement d'une protection naturelle (cuticule ou terre pour les organes souterrains) qui peut limiter la contamination par dépôt direct. Plus la date de l'accident est proche de celle de la récolte, plus l'interception du dépôt par les parties aériennes, et par conséquent la contamination de la plante, est importante. Leur contribution relative des voies de contamination est cependant variable selon les radionucléides et les cultures.

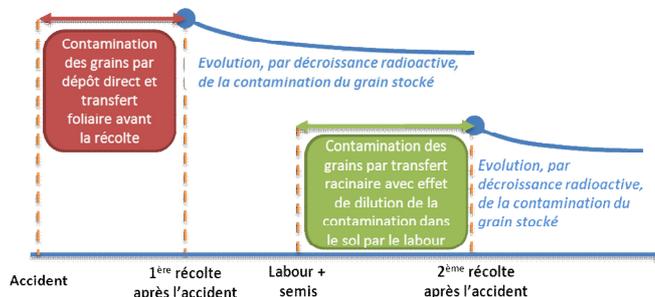
Contrairement au cas des cultures pérennes (ou pluriannuelles), la translocation des radionucléides depuis les organes de réserve de la plante n'intervient pas pour les cultures annuelles voire à cycle court. Le **transfert racinaire**, par contre, devient prédominant dès la culture suivante, sous l'effet de l'enfouissement du dépôt par le travail du sol, notamment le labour. Dans les systèmes de cultures sans labour, certains radionucléides restent dans les premiers centimètres du sol. Le niveau de contamination de la plante par transfert racinaire dépend alors de son type de système racinaire (fasciculé, superficiel, profond...).



REPARTITION TEMPORELLE DU RISQUE DE CONTAMINATION

Risque de contamination des parties comestibles :

- Plus la date de l'accident est proche de celle de la première récolte, plus l'intensité de la contamination de celle-ci est importante.
- Pour les récoltes suivantes, l'effet du travail du sol, couplé au transfert racinaire, tend à diminuer de manière très significative le niveau de contamination.



Risque d'exposition des opérateurs :

- A court terme, le risque d'exposition des opérateurs est principalement lié aux radionucléides à vie courte si la mise en œuvre d'actions de réhabilitation est réalisée dans les jours suivant l'accident.
- A moyen et long termes, ce risque est lié aux interventions culturales dans le cadre d'une conduite « classique » des cultures qui varie en fonction des espèces, des variétés et des situations pédoclimatiques (localisation, type de sol, températures, précipitations, ensoleillement, etc.):
 - travaux de préparation du sol (fumure de fond ou fertilisant organique, labour, décompactage, préparation du lit de semence, etc.) pouvant produire de la poussière et remettre en suspension dans l'air des radionucléides déposés sur le sol ;
 - travaux de fertilisation : apports d'azote et d'autres éléments pouvant nécessiter plusieurs passages sur la parcelle (certains agriculteurs fractionnent les apports d'azote sur le blé en quatre) ;
 - travaux de protection des cultures, qui peuvent donner lieu à plusieurs passages sur la parcelle, en fonction des cultures, des modes de conduite (agriculture conventionnelle, protection intégrée, agriculture biologique...);
 - travaux éventuels spécifiques à certaines cultures (inexistants pour les céréales) ;
 - travaux de récolte.

Préparation du sol	Labour ou travail de sol simplifié (avant semis)											
Semis												
<i>Céréales à paille (sauf orge et avoine de printemps)</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Orge et avoine de printemps, maïs, pois, féverole</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Pomme de terre</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Récolte												
<i>Céréales à paille (blé, orge, etc.)</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Maïs ensilé</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Maïs grain</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Pois et féverole</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Pomme de terre primeur</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Pomme de terre de conservation</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

INFLUENCE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES PENDANT ET APRES L'ACCIDENT

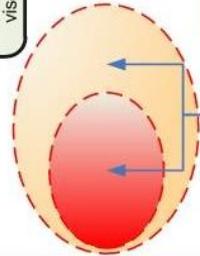
En cas de dépôt sec, pour un accident ayant eu lieu dans les semaines qui précèdent la récolte, une partie non négligeable de la contamination peut être interceptée par les parties aériennes des plantes.

En cas de conditions humides au moment du dépôt, la fraction sèche du dépôt interceptée par les parties aériennes est en partie lessivée par la pluie vers le sol. Le transfert foliaire et le dépôt direct sont ainsi réduits. Cependant, il faut rappeler que la pluie tend à lessiver le panache et à accroître la contamination du sol (par rapport à une situation sans pluie) [Cf. FICHE 3.2].

Les premières pluies suivant le dépôt peuvent éliminer une partie importante du dépôt intercepté par les parties aériennes (jusqu'à 50% pour une pluie 6 jours après le dépôt). Par contre, les autres pluies n'ont qu'un faible effet.

PHASE D'URGENCE

Aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache



Hors périmètres

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection de la population vis-à-vis du panache (Mise à l'abri et à l'écoute, prise d'ode stable, évacuation...)

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Dans ces périmètres, l'enjeu majeur est la protection des populations et des opérateurs à travers la mise en place d'actions de protection de la population vis-à-vis du panache (mise à l'abri et à l'écoute, prise d'ode stable, évacuation...)

Aucune action préventive pour la gestion des cultures de plein champ ne peut donc être imposée en phase de menace et en phase de rejet.

Hors périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Compte tenu des conséquences observées ou prévisibles liées au passage du panache dans cette zone, aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache n'est mise en œuvre ou envisagée.

Au plus tôt (si possible avant le passage du panache radioactif), des actions préventives peuvent être mises en œuvre pour :

- préserver l'efficacité potentielle de certaines actions post-accidentelles (arrêt de l'irrigation (1))
- protéger les stocks et les bâtiments (2)

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

Mise en place du zonage post-accidentel

Levée des actions de protection d'urgence

Contrôle d'accès Interdictions de consommation et de mise sur le marché

Hors ZST

ZST

ZPP

PE

Aucune action de protection de la population ni de restriction de mise sur le marché

Restrictions de consommation et de mise sur le marché des denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produits localement, dans l'attente de contrôles libérateurs.

Restrictions systématiques de consommation et de mise sur le marché de denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produites localement pendant, au minimum, un mois.

Contamination des territoires n'autorisant pas le maintien sur place de la population Eloignement de la population pendant au moins 1 mois Accès contrôlé à la zone

STRATEGIES A ENGAGER EN PRIORITE

STRATEGIE 1

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 : VALORISATION

Gestion des cultures en cours et du système de production :

- Option 1 : Valoriser la récolte en cours
 - lever les actions préventives ;
 - poursuivre la conduite de la culture ou la réorienter (3), sous réserve des restrictions de mise sur le marché en vigueur et de la conformité des produits ;
- Option 2 : Limiter les contraintes de gestion à court terme (abandonner les cultures en cours).

I Evite d'exposer les opérateurs jusqu'au lancement d'une nouvelle production et d'engendrer des déchets ailleurs qu'au champ

Aucun effet de « décontamination » sur la parcelle

- abandonner temporairement la culture en cours (5) au moment de l'accident ;
- avant la relance d'une production, enfouir les résidus de culture et la contamination par un travail du sol (7) (avec, si nécessaire, ajout de chaux ou d'engrais potassiques (6))
- si nécessaire et possible, réorientation agricole des parcelles vers, par exemple, des productions industrielles (biocarburant, amidon...).

- Option 3 : Limiter la contamination de la parcelle pour valoriser au mieux les prochaines récoltes (abandon de la production en cours)

I Efficacité très variable selon la culture, son stade végétatif au moment de l'accident, les conditions météorologiques et l'arrêt de l'irrigation

- Expose les opérateurs aux radionucléides à vie courte et produit des quantités de déchets importantes devant être gérées à court terme
- ramasser, au plus tôt, les parties aériennes des cultures en cours (4) et susceptibles d'avoir intercepté une partie de la contamination ;
- collecter puis gérer les déchets verts et putrescibles sur un site dédié avec l'ensemble des déchets produits dans la zone ;
- avant la relance d'une production, enfouir les résidus de culture et la contamination par un travail du sol (7) (avec, si nécessaire, ajout de chaux ou d'engrais potassiques (6))
- si nécessaire et possible, réorientation agricole des parcelles vers, par exemple, des productions industrielles (biocarburant, amidon...).

Gestion des stocks (stocks quasiment exempts de contamination si des actions préventives ont été mises en œuvre avant le passage du panache) :

- Option 1 : Valoriser les stocks (leur nature devrait permettre de les stocker avant d'obtenir les résultats de mesures garantissant leur qualité radiologique) ;
- Option 2 : Eliminer suivant le même circuit que les autres déchets de l'exploitation (cf. gestion des déchets).

Gestion des déchets :

- Option 1 : les déchets sont gérés selon les modalités usuelles ;
 - Option 2 : les déchets sont gérés sur l'exploitation (enfouissement sur les parcelles...);
 - Option 3 : les déchets sont collectés puis gérés sur un site dédié avec l'ensemble des déchets produits dans la zone.
- Gestion des bâtiments : nettoyage simple à l'eau sous pression (8). Plus ce nettoyage sera mis en œuvre rapidement, plus son efficacité sera importante.

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

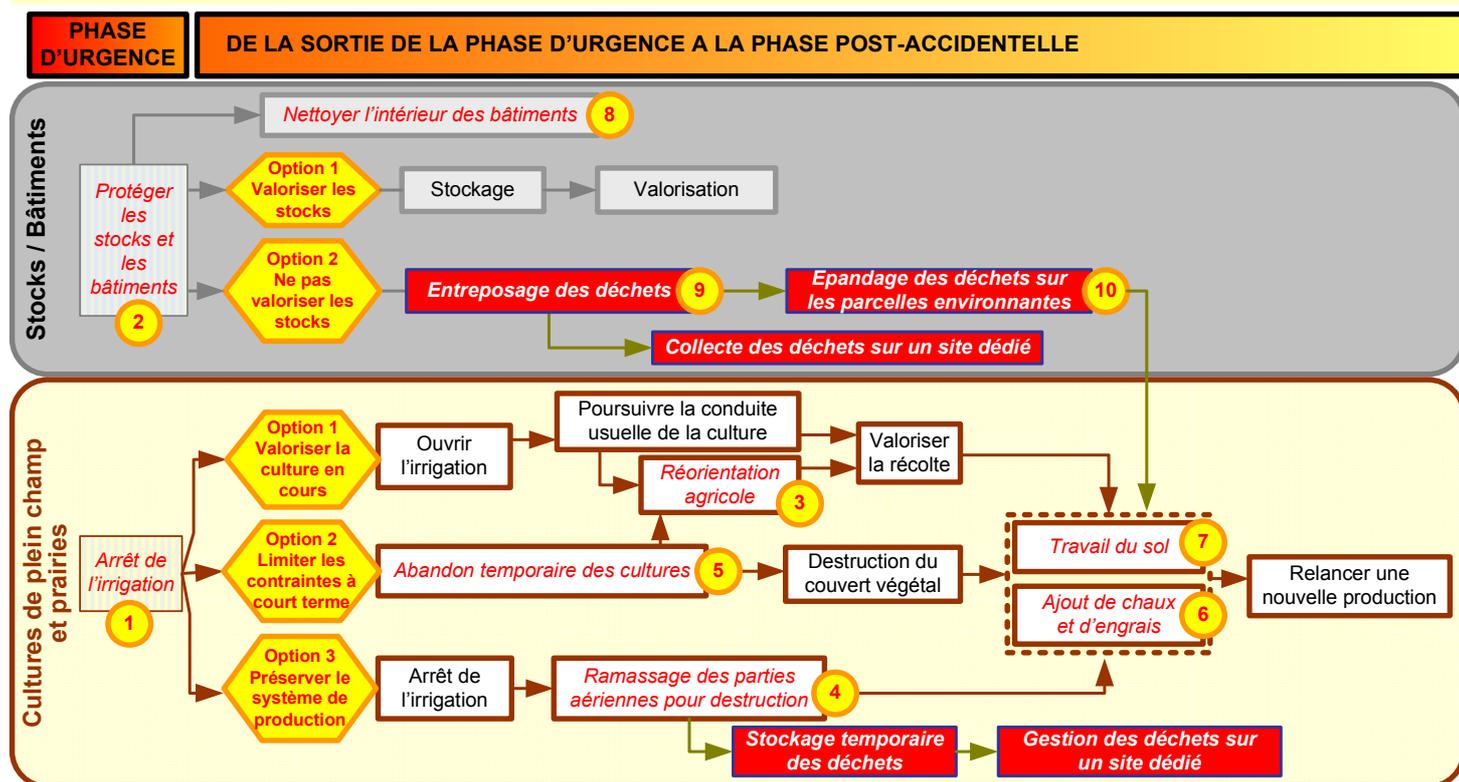
Raisons possibles (liste non exhaustive) : la contamination est telle que :

- l'objectif prioritaire est la protection des intervenants en limitant les interventions (ex : PE) ;
- la valorisation ultérieure de la récolte n'est pas envisageable et la priorité est donnée à la limitation de la quantité de déchets.

Gestion des cultures en cours et des stocks : abandon

Gestion du système de production (terre, bâtiments, engins agricoles...) : abandon

STRATEGIE 1 : VALORISATION



PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, aucune action préventive ne doit être recommandée (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence). Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions préventives visant à protéger les stocks et l'intérieur des bâtiments (2) et à préserver au maximum l'efficacité de certaines actions envisageables à la suite des rejets (arrêt de l'irrigation (1)).

PHASE POST-ACCIDENTELLE

1) Gestion des cultures en cours

- Option 1 : Valoriser la récolte en cours

L'irrigation doit être rétablie en tant que de besoin. En fonction des exigences des filières et des niveaux de contamination, un choix doit être fait sur la voie de valorisation des cultures en cours de développement. Ce choix amène l'exploitant agricole à poursuivre la conduite normale de sa culture ou bien à la réorienter (3) pour satisfaire les exigences du nouveau débouché. Il est à noter que toute transformation permet de réduire le niveau de contamination de certains produits mais est à l'origine de coproduits qui concentrent la radioactivité et dont le niveau de contamination doit être suivi.

- Option 2 : Limiter les contraintes de gestion à court terme (abandonner les cultures en cours)

Cette option consiste à ne pas valoriser la production en cours de développement au moment de l'accident et à l'abandonner sur la parcelle (5). Elle présente l'avantage de ne pas exposer les opérateurs jusqu'au lancement d'une nouvelle production et de ne pas engendrer de déchets ailleurs qu'au champ. Par contre, elle n'a aucun effet de « décontamination » de la parcelle.

- Option 3 : Limiter la contamination de la parcelle pour valoriser au mieux les prochaines récoltes (abandon de la production en cours)

Cette option vise à réduire la contamination déposée sur le sol pour limiter la contamination potentielle des parcelles et des futures récoltes. Elle se traduit par la destruction de certaines cultures en cours de développement au moment de l'accident et par le ramassage précoce de leurs parties aériennes (4) susceptibles d'avoir intercepté une partie de la contamination. L'efficacité de cette action est cependant très variable et dépend fortement de la culture, de son stade végétatif au moment de l'accident et des conditions météorologiques. Si la culture est irriguée, l'irrigation doit impérativement avoir été arrêtée avant le passage du panache radioactif, sans quoi l'efficacité de cette action serait fortement réduite. Cette stratégie présente, cependant, le désavantage d'exposer les opérateurs aux radionucléides à vie courte et de produire des quantités de déchets importantes à gérer à court terme. Ces déchets putrescibles devront être collectés et gérés en dehors de l'exploitation, sur un site dédié.

2) Gestion des parcelles et des futures récoltes

Avant le lancement d'une nouvelle production, un traitement particulier du sol est effectué pour faciliter l'enfouissement des résidus de culture ou des repousses et de la contamination par un travail du sol (7) qui pourra être précédé d'un épandage de chaux ou d'engrais potassiques (6) afin de réduire les transferts respectifs du strontium et du césium vers les récoltes futures. Si la relance d'une production destinée à l'alimentation humaine ou animale n'est pas envisageable, l'exploitation pourrait, si sa taille le lui permet (> 50 ha), se convertir à des productions industrielles (biocarburant, amidon...).

3) Gestion des stocks

Si les stocks ont été protégés avant le passage du panache radioactif, ils ne devraient être que très faiblement contaminés.

- Option 1 : Valorisation des stocks

Les produits peuvent être valorisés, éventuellement à la suite d'une transformation industrielle, dans l'alimentation humaine, animale ou dans une filière non alimentaire. Leur nature permet un stockage suffisant pour vérifier leur conformité.

- Option 2 : Non valorisation des stocks

Dans certains cas, les pouvoirs publics peuvent être amenés à décider la destruction à moyen voire long termes de ces produits. Ces déchets, très faiblement contaminés, pourraient être restitués à la parcelle agricole par épandage (10) puis enfouis par un travail du sol (7) accompagné ou non d'un ajout de chaux ou d'engrais potassiques (6). Une autre solution serait leur mise en tas temporaire sur l'exploitation ou au bout d'un champ (9) avant une gestion comme déchets spécifiques ou un épandage sur les parcelles agricoles environnantes. Enfin, il serait également envisageable de les éliminer sur des sites dédiés avant leur stockage dans des centres spécifiques.

4) Gestion des bâtiments

Même si des actions de protection de l'intérieur des bâtiments (8) ont pu être mises en œuvre avant le passage du panache radioactif, l'intérieur des bâtiments de l'installation et les équipements situés à l'intérieur seront vraisemblablement contaminés. Un simple nettoyage à l'eau sous pression permettrait de réduire de manière significative leur contamination. Plus ce nettoyage sera mis en œuvre rapidement, plus son efficacité sera importante.

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

PHASE
D'URGENCE

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

Gestion des stocks
et des bâtiments

Protéger
les stocks
et les
bâtiments

2

Abandon

Cultures de plein champ
et prairies

Arrêt de
l'irrigation

1

Abandon temporaire
des cultures

5

Abandon

PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, **aucune action préventive ne doit être recommandée (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence)**. Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions préventives visant à *protéger les stocks et l'intérieur des bâtiments* 2 et à préserver, au maximum, l'efficacité de certaines actions envisageables à la suite des rejets (*arrêt de l'irrigation* 1).

PHASE POST-ACCIDENTELLE

Les cultures en cours, les parcelles, les stocks et les bâtiments sont abandonnés.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Cette action préventive consiste à fermer les systèmes d'irrigation avant le passage du panache radioactif.

OBJECTIFS

Cette action préventive permet, selon les conditions météorologiques au moment du dépôt et durant les jours qui suivent, de préserver la ressource en eau (provenant des nappes souterraines) en limitant son utilisation. Elle vise également à limiter le lessivage, par l'eau d'irrigation, de la contamination interceptée sur les parties aériennes des végétaux (tiges et feuilles) et permet ainsi de préserver l'efficacité potentielle de l'action « *Ramassage des parties aériennes pour destruction* ». Enfin, elle vise à éviter une contamination supplémentaire des parcelles si l'eau utilisée pour l'irrigation est contaminée.

Obj. 1	Préserver la ressource en eau (notamment en cas d'utilisation d'eau profonde non contaminée)
Obj. 2	Préserver l'efficacité potentielle de l'action « <i>Ramassage des parties aériennes pour destruction</i> » (cf partie introductive)
Obj. 3	Eviter une nouvelle contamination des cultures et du sol par l'eau contaminée utilisée pour l'irrigation

CIBLES

Cette action s'applique à l'ensemble des parcelles avec cultures irriguées.

- **Céréales, betteraves, oléagineux, protéagineux et pommes de terre irriguées** : la période d'irrigation s'étend d'avril à septembre selon les régions, et principalement de juin à août.
- **Cultures légumières de plein champ** : elles sont toutes irriguées à quelques exceptions (endives, pommes de terre et oignons de conservation dans le Nord de la France, artichauts et choux-fleurs en Bretagne, melons dans le sud-ouest et le centre-ouest,...). La période d'irrigation va d'avril à septembre mais les besoins sont les plus importants en juin, juillet et août où les apports doivent être journaliers sur les cultures les plus sensibles (salades, fraisiers et toutes les cultures venant d'être implantées avec un enracinement faible et superficiel).



Martine Giban

Prairies	Céréales, protéagineux, pommes de terre, oléagineux, betteraves	Cultures légumières de plein champ	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

MISE EN ŒUVRE

- **Délai de mise en œuvre** : les systèmes d'irrigation peuvent être arrêtés rapidement (entre 5 minutes et 3 heures), si les dispositifs de commande ne sont pas trop éloignés du siège de l'exploitation (ex : retenues collinaires fréquentes dans le sud-ouest, ou pompages dans des cours d'eau) et si le délai entre l'alerte et le passage du nuage est suffisant.
- **Moyens** : aucun moyen spécifique n'est nécessaire, puisqu'il suffit d'arrêter les systèmes d'irrigation en coupant leur alimentation électrique.

Moyens nécessaires	Délai de mise en oeuvre	Difficulté
Aucun <i>(coupure de l'alimentation électrique)</i>	5 minutes à 3 heures	Faible <i>(sauf si les points d'eau sont éloignés)</i>

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **préservation de la ressource en eau issue de forages** : l'efficacité est totale, quel que soit le système d'irrigation ;
- **contamination des cultures par de l'eau d'irrigation contaminée** : l'efficacité est totale. Il faut noter que la sensibilité de la ressource en eau (lac, retenue collinaire, rivière, canal à ciel ouvert...) devra être analysée au plus vite par les pouvoirs publics.
- **impact sur l'action "Ramassage des parties aériennes pour destruction"**: l'efficacité dépend des conditions météorologiques au moment du dépôt et durant les jours qui suivent, de la culture et de son système d'irrigation.

▪ Influence des conditions météorologiques :

- En cas de dépôt sec, une part significative du dépôt peut être interceptée par la végétation d'une culture à un stade végétatif avancé (cf. fiche « *Ramassage des parties aériennes pour destruction* »). L'arrêt de l'irrigation a alors un intérêt et une efficacité significatifs. Par contre, la première pluie suivant le dépôt entraîne au sol la majeure partie de la contamination interceptée par les parties aériennes des végétaux et rend quasiment nul l'intérêt de cette action, ce qui explique que le « *Ramassage des parties aériennes pour destruction* » devra être décidé et mis en œuvre très rapidement.
- En cas de dépôt humide, la part du dépôt interceptée par les parties aériennes est directement lavée. Dans ce cas, un arrêt préventif de l'irrigation n'a pas d'impact sur l'efficacité de l'action « *Ramassage des parties aériennes pour destruction* ».

- **Influence de la culture et du système d'irrigation** : cette action ne peut être efficace que pour les cultures irriguées par un système d'irrigation aérien (pivot, asperseur). Pour les systèmes d'irrigation enterrés (goutte-à-goutte, etc...), à la raie ou par immersion (rare), l'arrêt ou le maintien de l'irrigation n'influence pas le lessivage des parties aériennes. Sur ce point, l'intérêt est nul.

LEVÉE DE L'ACTION

La levée de cette action se traduit par :

- la remise en route des systèmes d'irrigation afin de valoriser la production en cours. Elle dépendra principalement de l'analyse de la sensibilité de la culture, de la qualité de la ressource en eau (surtout si celle-ci provient de lacs ou de retenues collinaires).
- la poursuite de l'arrêt de l'irrigation sur si la culture en cours n'est pas valorisée ou si des actions de réhabilitation sont décidées.
- Un abandon temporaire ou définitif de la parcelle.

ATTENTION : l'arrêt prolongé de l'irrigation sur une culture potentiellement valorisable (ZST principalement) risque de dégrader la qualité de sa récolte et de limiter sa valorisation ultérieure. La levée de cette action doit donc être exclusivement étudiée dans les zones potentiellement valorisables.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

S'il n'y a pas de surcoût associé à la mise en œuvre de cette action, cette dernière peut entraîner un manque à gagner dû aux pertes éventuelles de récolte ou de qualité consécutives à l'arrêt de l'irrigation, dans le cas d'une stratégie de valorisation des cultures.

Coûts directs faibles mais coûts indirects potentiellement élevés

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence).
- La sensibilité à la contamination des sources d'eau servant à l'irrigation est fortement liée au contexte environnemental de l'accident. Elle sera étudiée en priorité avant la réouverture de l'irrigation.

COMMENTAIRES

- Cette action apparaît facile à mettre en œuvre (du moins pour les parcelles proches de l'exploitation). A priori, son application ne devrait pas poser de problème d'acceptabilité.
- D'un point de vue agronomique, la principale problématique est liée à l'arrêt prolongé de l'irrigation sur une culture qui serait potentiellement valorisable (ZST principalement) (cf. levée de l'action). Toutefois, les baisses de quantité et de qualité des récoltes ne pèseront pas beaucoup face aux probables interdictions de commercialisation ou aux réactions hostiles des consommateurs et des transformateurs à l'égard de ces produits.

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Cette action préventive consiste à couvrir, avant le passage du nuage radioactif, les stocks situés à l'extérieur, voire à l'intérieur des bâtiments, à l'aide d'un film en plastique ou d'une bâche étanche, de fermer les bâtiments équipés de portes et d'arrêter, si possible, les mouvements d'air engendrés, à l'intérieur des bâtiments, par les ventilations dynamiques ou statiques.

OBJECTIFS

Obj. 1	Eviter la contamination des stocks présents dans l'exploitation
Obj. 2	Réduire la contamination du matériel et de l'intérieur des bâtiments

CIBLES

Cette action vise à protéger les récoltes de grains, graines et pommes de terre stockées sur l'exploitation, voire sur les champs :

- **les céréales, les oléagineux et les protéagineux** sont majoritairement stockés par des organismes stockeurs (contrairement à d'autres pays, ex : Grande Bretagne). Ils peuvent cependant être stockés à la ferme dans des cellules sans toit situées dans un hangar ou dans des silos, parfois ventilés et plus ou moins protégés de la contamination due au passage d'un panache radioactif.

stockage de céréales en vrac dans un hangar



Ventilateur d'un silo à céréales

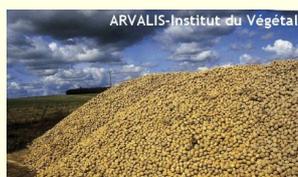


Silo « tour »



- **les pommes de terre** peuvent être stockées soit temporairement en bout de champ après la récolte (rare), au début de l'automne, avant conditionnement, soit sur l'exploitation, en vrac et dans une zone ventilée ou en palox et en filets dans des chambres frigorifiques (les pommes de terre doivent être au froid et ventilées pour ne pas verdier et s'asphyxier).
- **les betteraves** sont systématiquement stockées dans des silos en bout de champ avant leur enlèvement par l'usine. La durée moyenne de stockage est de 15 jours après la récolte. Il y a généralement un seul silo par parcelle récoltée, constitué sur une aire dédiée. Le bâchage d'un silo est une opération manuelle longue (compter 1/2 journée par silo). Seule une bâche en plastique étanche peut être utilisée. Il convient de laisser une "cheminée" au sommet du silo pour évacuer l'humidité et l'air chaud résultant de la fermentation (inévitable).

Stockage en bout de champ



Stockage en chambre froide



Stockage ventilé en vrac



- **les productions légumières** sont stockées dans des chambres frigorifiques pendant une courte durée (jusqu'à 8 jours) (pour les produits récoltés), dans des bâtiments isothermes non fermés et à ventilation statique pendant 3 à 4 jours (pour les tomates...) et dans des silos ventilés en vrac ouverts dans des bâtiments ouverts (pour les oignons, etc.).

MISE EN ŒUVRE

Il s'agit de limiter les entrées d'air et de poussières dans les bâtiments, en fermant les portes, en étanchéifiant au mieux les entrées d'air et les ventilateurs non équipés de volets antiretour et en coupant les ventilateurs et les systèmes de régulation.

- **Dans le cas des bâtiments de stockage équipés de portes et de systèmes de ventilation (silos de pommes de terre, cellules de stockage en vrac)**, la fermeture des bâtiments et l'arrêt des systèmes de ventilation (coupure d'alimentation électrique) peuvent être rapides (en théorie : de quelques minutes à une heure environ) mais fonction de la localisation des installations par rapport au domicile de l'agriculteur, de leur nombre et de leurs dimensions.

NB : Le calfeutrage des ouvertures d'aération nécessite du matériel spécifique (ex : bâches) généralement non disponible sur les exploitations et des délais plus longs (obturation d'ouvertures non prévue en temps ordinaire). Il peut être très judicieux et aisé (et rapide) de couvrir les groupes « froids » des chambres froides à l'aide d'une bâche.

- **Dans le cas des silos de céréales, d'oléagineux ou de protéagineux situés hors des bâtiments fermés**, il faut s'assurer que les trappes supérieures des silos cylindriques sont bien fermées (s'il en existe) ; les couvrir avec une bâche semble peu réaliste.

Type de stockage	Délai de mise en oeuvre	Difficulté
Bâtiments, hangars entrepôts avec porte, locaux pour produits phytopharmaceutiques	Assez rapide	Facile [fermeture des portes surtout si elle est automatisée]
Silos	Rapide	Facile [stopper la ventilation ou couper sa programmation]

EFFICACITE

Cette action s'inscrit dans une démarche préventive de limitation des risques de contamination des stocks et de l'intérieur des bâtiments. Plusieurs niveaux d'efficacité existent :

- Dans le cas des bâtiments équipés de portes et de systèmes de ventilation, l'efficacité est très variable et fonction de la nature du bâtiment, de sa vétusté, de ses systèmes de ventilation et des conditions météorologiques au moment du dépôt. Même si cette action n'est pas correctement mise en œuvre, elle devrait avoir une efficacité très significative.
- Dans le cas des silos de céréales, d'oléagineux ou de protéagineux situés hors des bâtiments fermés, l'étanchéité est de l'ordre de 100% dès lors que les trappes et les systèmes de ventilation sont fermés.

REMARQUE : l'efficacité de l'action est également fonction de la gestion de la levée de l'action.

LEVÉE DE L'ACTION

L'action peut être levée après le passage du panache radioactif. Un grand soin doit être apporté à cette étape afin d'éviter de contaminer les éléments protégés.

- Dans le cas des bâtiments équipés de portes et de systèmes de ventilation, la levée de l'action se traduit par le nettoyage et la remise en route des systèmes de ventilation et l'ouverture des bâtiments. Plus celle-ci peut être retardée, moins les risques de contamination secondaire seront importants mais plus les risques de dégradation des produits stockés le seront (notamment les légumes).
- Dans le cas des silos de céréales, d'oléagineux ou de protéagineux situés hors des bâtiments fermés, l'arrêt de la ventilation pendant une semaine ne devrait pas engendrer une perte de qualité de la récolte stockée. Par ailleurs, les périodes de ventilation peuvent être adaptées et, si nécessaire, reportées de quelques semaines. La levée de l'action conduira, si le système de ventilation dispose d'un filtre, à changer le filtre, à remettre en route la ventilation et à ouvrir la trappe. En fonction de la qualité des filtres et de la propagation de la contamination au sein du système de ventilation et de la cellule, la levée de l'action conduira aussi au nettoyage des systèmes de ventilation si la cellule est vide (cette opération peut s'avérer délicate lorsque les cellules sont pleines).

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action, si elle demeure transitoire, ne devrait pas induire de surcoût spécifique (sauf éventuellement celui du matériel utilisé pour calfeutrer les bâtiments et installations).

Coûts directs supportables par l'exploitation

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs :** cette action préventive ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence). Par ailleurs, une protection particulière peut être nécessaire pour les opérateurs lors de la levée de l'action.
- **Silos de céréales, oléagineux ou protéagineux :** si, dans la plupart des cas, un arrêt de plusieurs jours est sans risque pour la qualité des récoltes, il est conseillé d'être vigilant en particulier si la température des grains est assez élevée (au-dessus de 20°C) comme cela peut être le cas juste après les récoltes, et de ventiler les silos afin de contrôler un éventuel développement d'insectes qui rendrait la récolte non commercialisable.
- **Silos de pommes de terre :** les pommes de terre sont stockées dans des bâtiments froids et ventilés. Elles peuvent supporter un arrêt de la ventilation pendant 3 à 4 jours. Au-delà, la collecte de pommes de terre pourries pourrait être problématique.
- **Installations de stockage de légumes :** les légumes sont généralement des produits fragiles qui risquent de se dégrader très rapidement après l'arrêt de la ventilation ou de la climatisation (en fonction du type de produits et des conditions climatiques)
- **Engrais et produits phytosanitaires :** leur conservation ne pose pas de problème. En cas de fermeture, les locaux de stockage doivent être aérés avant d'y pénétrer.

COMMENTAIRES

- Si la fermeture d'un bâtiment ou d'une installation est relativement rapide, une telle intervention doit être multipliée pour la totalité des bâtiments et installations de l'exploitation. Dans ce cas, les opérations nécessitent du sang froid et de la réflexion dans le choix des priorités. **La protection des denrées stockées est prioritaire.**
- **IMPORTANT :** il n'y a aucun risque d'explosion après la fermeture de silos de grains, puisque les grains stockés respirent (ce d'autant plus que la température de stockage est élevée) et produisent du gaz carbonique. Du fait de la production de gaz carbonique, il y a pour l'opérateur un risque d'intoxication par inhalation s'il entre dans les silos. Les explosions dans les silos ne se produisent que lorsqu'il y a combinaison de poussières et d'une flamme, ce qui ne correspond pas à la situation. L'**auto-inflammation du silo**, si elle est théoriquement possible en cas de fermentation (paille ou foin humides), est peu probable.

STRATEGIE VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à orienter une culture en cours de développement au moment de l'accident vers une voie de valorisation différente de celle initialement prévue. Le choix du nouveau débouché peut s'appuyer sur une réglementation différente et spécifique à la nouvelle filière de valorisation et sur l'efficacité des processus de transformation ultérieurs. L'exploitant agricole doit adapter la conduite de sa culture (date de récolte...) aux exigences du nouveau débouché.

- Deux voies de réorientation de la production agricole sont envisagées :
- réorientation pour une valorisation pour l'alimentation (humaine ou animale) ;
 - réorientation pour une valorisation non alimentaire vers une filière industrielle (production de bioénergie, bioplastiques...). La valorisation industrielle produit de quantités importantes de sous-produits contaminés à gérer.

La réorientation des productions agricoles se fait en prenant en compte les niveaux réglementaires pour la commercialisation des denrées pour l'alimentation humaine et animale [Cf. FICHE 4.2].

Cette stratégie peut être une solution à court terme pour les productions en cours au moment de l'accident, mais également à long terme pour certaines cultures remises en production durant la phase post-accidentelle.

Règlement EURATOM N° 770/90 du Conseil du 29 mars 1990		Extrait du règlement EURATOM N° 3954/87 du Conseil du 22 décembre 1987, modifié par le règlement EURATOM N° 2218/89 du Conseil du 18 juillet 1989	
	Aliments pour bétail (radioactivité cumulée en ¹³⁴ Cs et ¹³⁷ Cs en Bq/kg)		Denrées alimentaires (radioactivité cumulée en ¹³⁴ Cs et ¹³⁷ Cs en Bq/kg)
Porcs	1 250	Nourrissons	400
Volaille	2 500	Produits laitiers	1 000
Autres animaux	5 000	Autres denrées alimentaires	2 500
		Aliments liquides destinés à la consommation	1 000

OBJECTIFS

Cette action vise à trouver une nouvelle filière de valorisation d'une production, en adaptant si nécessaire la conduite de la culture.

Obj.	Valoriser les productions en cours de développement au moment de l'accident
------	---

CIBLES

Cette action concerne les productions en cours de développement au moment du dépôt, dont le niveau de contamination permettrait d'obtenir des produits conformes à des niveaux réglementaires moins contraignants.

La transformation industrielle ne concerne que des produits bruts respectant, au préalable, les niveaux réglementaires

MISE EN ŒUVRE

Cette action nécessite d'adapter la conduite de la culture et la nature du produit récolté à la nouvelle voie de valorisation. Sa mise en œuvre dépend de la culture, de son stade végétatif au moment de l'accident, de l'existence d'un marché (notamment localement) pour le nouveau produit, de la disponibilité du matériel agricole et de la faculté d'adaptation des exploitants agricoles.

- Réorientation pour une valorisation différente dans l'alimentation humaine :
 - Modification de la date de récolte (ex : des "pommes de terre primeur" peuvent être récoltées après le 1^{er} juillet pour être valorisées en "pommes de terre de conservation". Inversement, des "pommes de terre de conservation" peuvent être récoltées en "primeur") ;
 - Transformation des produits frais (ex : la transformation de certaines cultures légumières, destinées au marché du frais, permet d'allonger la durée de conservation (ex : conserves)).
- Réorientation vers l'alimentation animale :
 - Récolte des grains humides (céréales à paille) (ex : les grains sont récoltés à une humidité de 20% à 40% (contre 14% à 17% pour l'alimentation humaine) avec une moissonneuse batteuse puis conservés tassés sous une forme nommée "inertage") ;
 - Ensilage « plante entière » (alimentation des ruminants) (ex : les céréales à paille et les protéagineux (notamment les pois et les haricots) peuvent être ensilés. Elles sont récoltées à l'aide d'une ensileuse à un stade végétatif plus avancé (environ 30% de matière sèche, en masse).
 - Distribution du produit brut aux animaux (ex : les racines d'endives, après forçage, et les carottes peuvent être intégrées dans l'alimentation des ruminants).
 - Transformation (ex : la valorisation des pommes de terre pour l'alimentation des porcs était une technique utilisée jusque dans les années 60. Contrairement aux céréales, elles doivent être cuites (du matériel spécifique est donc nécessaire)).
- Réorientation vers une filière industrielle non alimentaire (bioénergie, colorants...) : cette action ne peut être mise en œuvre qu'après une analyse poussée de ses conséquences (niveaux de contamination des sous-produits, exposition des opérateurs...). Elle conduit, dans les premiers instants de la phase post-accidentelle, à un stockage temporaire des produits.

- A des fins d'économie d'échelle, beaucoup de sites de valorisation industrielle sont contigus à des unités de valorisation alimentaire. Parfois, la dissociation des débouchés alimentaires et non alimentaires n'intervient qu'au cours du processus dans un site. C'est par exemple le cas pour les betteraves produites dans d'une sucrerie-distillerie : une partie va être utilisée pour la fabrication du sucre, une autre partie pour la fabrication d'éthanol.
- Pour les graines oléagineuses, lorsqu'elles sont triturées, on obtient deux produits : l'huile qui peut être destinée à une filière industrielle non alimentaire (biocarburant, lipochimie) et le tourteau qui est généralement utilisé pour l'alimentation animale, mais pour lequel on pourrait imaginer une valorisation alternative comme la production d'énergie.

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **contamination des produits valorisés :**
 - **réorientation pour une valorisation différente dans l'alimentation humaine :**
 - **modification de la date de récolte :** si la date de l'accident est proche de la date de la récolte des pommes de terre primeurs, la récolte des pommes de terre de conservation peut être effectuée en même temps. Avancer la date de la récolte permet *a priori* de limiter la translocation des radionucléides. L'effet peut, cependant, être inverse pour certains radionucléides à vie courte dont l'activité dans le produit récolté a diminuée si la récolte a été maintenue à une date ultérieure.
 - **transformation industrielle :** la transformation industrielle ne s'applique qu'aux produits agricoles bruts respectant les niveaux réglementaires. Dans ce cadre, elle permet :
 - de diminuer, généralement, le niveau de contamination du produit final (par rapport au produit brut) mais avec création de sous-produits pouvant concentrer la contamination.
 - d'allonger la durée de stockage du produit pour bénéficier de la décroissance radioactive (fonction des radionucléides) et pour permettre de réguler la valorisation du produit sur une plus longue durée.
 - **réorientation vers l'alimentation animale :**
 - **récolte de grains humides (céréales à paille) :**
 - si l'accident est proche de la date de la récolte (2 à 3 mois), l'anticipation de la récolte pourrait *a priori* limiter la contamination des grains.
 - si l'accident a lieu à une date éloignée de la date de la récolte (> 3 mois), l'anticipation de la récolte n'influencera pas de manière significative la contamination du grain récolté et pénalisera, par contre, la qualité du produit.
 - **ensilage « plante entière » :** la contamination de l'ensilage « plante entière » sera plus élevée que celle du grain.

IMPORTANT : l'efficacité des actions présentées est fonction de la culture, de son stade végétatif au moment de l'accident, des conditions météorologiques et de divers autres paramètres. Avant leur mise en œuvre, des mesures radiologiques doivent être effectuées afin de confirmer ou non leur efficacité.

- **exposition des opérateurs :**
 - Le report des interventions sur les parcelles agricoles permet de bénéficier de la décroissance radioactive des radionucléides à vie courte et de limiter l'exposition des opérateurs.
 - La réorientation des pratiques agricoles peut modifier le nombre et la durée des interventions.

LEVEE DE L'ACTION

Cette action concerne exclusivement les cultures présentes au moment de l'accident. **Une réorientation de l'activité agricole pour une durée plus longue aura des conséquences plus profondes sur les exploitations et le tissu agro-industriel et devra être réfléchi dans le cadre d'une concertation élargie.** Ainsi il conviendra de réaliser un état des lieux des sites de valorisation non alimentaire envisagés et de vérifier avec les industriels le réalisme des solutions qui pourraient être mises en œuvre.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action présente l'intérêt de valoriser une production qui aurait reçu de la contamination et d'en dégager un bénéfice, toutefois sûrement inférieur à celui escompté.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Alimentation animale :** le passage d'une alimentation des animaux avec des grains secs à une alimentation avec des grains inertés ne s'improvise pas, tout comme l'utilisation de pommes de terre dans l'alimentation des porcs. Une (in)formation des éleveurs est nécessaire.
- **Exposition des opérateurs :** la sécurité du personnel employé pour les récoltes ou engagé dans les processus de transformation (exposition aux coproduits) doit être assurée.

COMMENTAIRES

- **Acceptation de la filière animale ou des filières industrielles :** cette action suppose que les filières économiques alimentaires ou industrielles acceptent d'utiliser les nouveaux produits. La valorisation dans l'alimentation animale pourrait, par exemple, renforcer auprès du public l'image selon laquelle l'alimentation animale est une poubelle, image que les éleveurs combattent depuis 10 ans. De même, les filières de transformation industrielle bénéficient d'une offre abondante et bon marché. Elles devraient, de plus, gérer leurs coproduits contaminés, voire décontaminer leurs usines.
- **Stratégie à l'échelle du territoire :** la mise en œuvre de cette action doit être abordée à l'échelle du territoire contaminé voire du territoire français, afin d'envisager les transferts de récoltes destinées à l'alimentation animale car, compte tenu de la spécialisation des entreprises et des régions agricoles, la présence d'animaux n'est pas garantie localement. Néanmoins, le transport de produits issus de zones contaminées vers des zones moins contaminées pose également des questions.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Avant d'atteindre le sol, les radionucléides contenus dans la masse d'air contaminée sont, en partie, retenus par les parties aériennes des cultures en cours de croissance. Selon le type de culture et sa capacité à couvrir le sol, la période de l'année et les conditions atmosphériques au moment du dépôt (sec ou humide), cette interception peut être significative. Un ramassage des parties aériennes permet d'exporter de la parcelle la part du dépôt interceptée et de limiter ainsi la contamination déposée sur le sol. Cependant, cette action produit une importante quantité de déchets contaminés.

OBJECTIFS

Obj.

Limitier la contamination du sol et des productions des années suivantes

CIBLES

Cette action concerne toutes les parcelles agricoles dont le couvert végétal est suffisamment développé pour avoir intercepté une part significative de la contamination.

Céréales (céréales à paille, maïs...)	Oléagineux, protéagineux	Pommes de terre, betteraves	Prairies	Certains légumes (petits pois, haricots verts)
--	-----------------------------	--------------------------------	----------	---

MISE EN ŒUVRE

• **Méthode et moyens de mise en œuvre :**

Le matériel nécessaire à la réalisation de cette action est facilement disponible dans les zones de polyculture-élevage, contrairement aux zones de céréaliculture stricte dans lesquelles la mise en œuvre de cette action serait beaucoup plus contraignante (nécessité de mobiliser à plus grande échelle le matériel nécessaire) :

- **Prairies et céréales à paille :** le ramassage des parties aériennes et leur mise en benne peuvent être effectués à l'aide d'une *ensileuse à herbe*. Cependant, les outils actuellement disponibles dans la plupart des exploitations nécessitent une opération préalable et distincte de fauche et mise en andain. Deux passages d'engins sont donc nécessaires. L'efficacité peut être ainsi réduite par ces opérations car les parties aériennes fauchées sont déposées temporairement sur le sol.
- **Maïs :** les *ensileuses à maïs* permettent de broyer la biomasse et de la charger directement dans une remorque.
- **Oléagineux :** Les ensileuses à maïs pourraient permettre de réaliser le ramassage du colza et du tournesol. Pour le soja et le colza à un stade jeune (début du printemps), une ensileuse à herbe peut être utilisée. Pour le colza, avant montaison (automne et jusqu'à la sortie de l'hiver, entre fin janvier et début mars selon les régions), les plantes au stade rosette sont trop courtes pour être fauchées bien que leur capacité d'interception de la contamination soit significative. Pour ces trois cultures, l'intérêt du ramassage serait amoindri en fin de cycle car les plantes sèchent ; les feuilles (et les parois des siliques pour le colza) deviennent très fragiles et tomberaient au sol lors du ramassage.
- **Protéagineux et certains légumes (petits pois, haricots verts) :** l'exportation de la biomasse aérienne est très délicate car les cultures sont fragiles (déracinement des plantes, récolte de terre et de cailloux) mais pourrait éventuellement être réalisée avec une *ensileuse à herbe ou à maïs*.
- **Pommes de terre et betteraves :** l'exportation de la biomasse aérienne peut éventuellement être réalisée avec une ensileuse à herbe ou à maïs. Le résultat serait cependant peu satisfaisant. Les parties souterraines de ces cultures restent dans le sol et seront détruites l'année suivante par un désherbant total systémique sur les repousses.

Ensileuse à herbe



Fauche couplée au ramassage



Fauche et mise en andain

Ensileuse à maïs



- **Difficultés de mise en œuvre :** cette opération présente de nombreuses contraintes de mise en œuvre liées à la disponibilité du matériel, à l'importance des volumes à traiter et à l'exposition des opérateurs. Le ramassage des parties aériennes des **prairies, des céréales à paille et du maïs** ne présente pas de difficultés particulières. Pour les **protéagineux, certains légumes, pommes de terre et betteraves**, ces opérations sont beaucoup plus délicates (présence de billons pour les pommes de terre, déracinement des plantes pour les protéagineux et les betteraves, récolte de terre et de cailloux...).
- Le résultat serait vraisemblablement peu satisfaisant.

- **Période de mise en œuvre** : la période potentielle d'application de cette action dépend du végétal, de la période de développement maximal de ses parties aériennes et de la possibilité de pénétrer dans les parcelles avec les engins agricoles. Cette action est d'autant plus justifiée que l'accident a lieu à une période proche de la maturité des plantes (biomasse aérienne suffisamment développée).

	Périodes de mise en œuvre potentielle											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Céréales à paille d'hiver												
Maïs												
Protéagineux												
Pommes de terre												
Endives												
Haricots verts							*		**			
Petits pois												
Colza												
Tournesol, soja												
Betteraves												

* pour les semis de mai ; ** pour les semis d'août

Quantité de déchets : les quantités de biomasse fraîche exportées peuvent être très importantes lorsque la biomasse végétale est maximale. Elles peuvent atteindre plusieurs dizaines de tonnes par hectare (10 à 50 t/ha selon les cultures, voire jusqu'à 90 t/ha pour certaines cultures légumières) et nécessitent une logistique très importante.

EFFICACITE

L'efficacité de cette action s'apprécie principalement par rapport à la contamination qui peut être exportée de la parcelle. Elle est très variable et dépend de la culture (cf. mise en œuvre), de son stade végétatif et des conditions météorologiques au moment du dépôt et durant les jours qui précèdent sa mise en œuvre. Dans le meilleur des cas, 25% à 75% de l'activité déposée sur la parcelle peut être exportée.

NB : Il est important de noter qu'en cas de dépôt humide ou si une pluie relativement forte a lieu entre le dépôt et la mise en œuvre de cette action, l'efficacité de celle-ci est très faible.

LEVEE DE L'ACTION

La levée de l'action se traduit par la fin du ramassage des organes aériens des cultures concernées ou l'arrêt de l'action si les conditions optimales de mise en œuvre ne sont plus respectées (ex : pluie). Elle se poursuit par la gestion des déchets organiques, plus ou moins humides, produits par cette action.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action induit des coûts directs a priori faibles mais des coûts indirects importants comprenant la perte des cultures, la décontamination du matériel, et surtout la gestion des déchets produits.

Coûts directs faibles et coûts indirects importants

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

Cette action peut produire des volumes de déchets organiques humides très importants qu'il faut gérer de manière spécifique et rapidement. L'objectif initial de cette action exclut le retour au sol des déchets collectés.

Elle nécessite d'intervenir à très court terme et entraîne, par conséquent, une exposition des opérateurs agricoles aux radionucléides à vie courte. Une analyse du risque d'exposition dû à cette opération doit être réalisée au préalable, accompagnée, le cas échéant, de recommandations pour la protection des opérateurs.

COMMENTAIRES

Il paraît peu réaliste de vouloir limiter la contamination du sol par cette action car ses conditions de mise en œuvre conduisent à exposer des opérateurs dès les premiers jours après le rejet. Par ailleurs, son intérêt n'est justifié que dans des conditions très spécifiques (arrêt préalable de l'irrigation [FICHE 1], absence de pluie avant sa réalisation,...). Néanmoins cette action peut être très efficace si les conditions sont favorables (jusqu'à 50% de l'activité déposée peut être exportée de la parcelle). Il faut donc essayer de la réaliser si les conditions le permettent ; de plus la connaissance du devenir des déchets contaminés et l'organisation de la collecte (zones de collecte des déchets, espèces collectées...) sont des modalités importantes pour la bonne réalisation du ramassage des parties aériennes contaminées.

La mise en œuvre de cette action est sensible à des éléments de contexte. Dans certaines conditions spécifiques, les questions soulevées par la gestion des parties aériennes ainsi collectées incitent à privilégier une stratégie de gestion « in situ » de la contamination.

DESCRIPTION

Cette action consiste à ne pas poursuivre les travaux agricoles usuels sur les cultures présentes au moment du dépôt et à les laisser sur place. Ensuite, selon les espèces, leur exigence en intrant et les stades auxquels les dépôts interviennent, la croissance de ces cultures pourra être limitée (en effet, les diverses interventions culturales, qui n'auront pas été réalisées, compensent normalement les facteurs limitant la production). Les cultures laisseront la place à un sol couvert de résidus de cultures, de repousses et de mauvaises herbes. En fonction de leur niveau de contamination, ces résidus de cultures pourront être valorisés [FICHE 3] ou être détruits sur place par voies chimiques ou mécaniques.

OBJECTIFS

La récolte des cultures n'étant pas effectuée, quel que soit le niveau de contamination, cette action ne produit pas de déchets à gérer hors de la parcelle. De plus, à court terme, elle évite d'exposer inutilement les opérateurs.

Obj.1	Limitier les quantités de déchets à gérer
Obj.2	Eviter l'exposition des opérateurs durant les semaines suivant l'accident

CIBLES

Cette action concerne toutes les cultures non valorisables, quels que soient leurs niveaux de contamination et leurs stades végétatifs au moment de l'accident.

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : il s'agit simplement de stopper la conduite usuelle des cultures et de les laisser sur place. Cette action peut s'appliquer toute l'année. Si aucune réorientation des cultures en cours n'est envisagée pour une valorisation ultérieure, il n'est pas nécessaire d'intervenir sur les parcelles. Néanmoins certaines opérations peuvent être recommandées, en fonction des cultures, pour faciliter la remise en culture des parcelles dès l'année suivante :
 - **céréales, protéagineux ou oléagineux** : si la culture est à un stade peu avancé, il est conseillé d'appliquer un désherbant total pour éviter la production de biomasse. Si la contamination arrive en fin de cycle de développement, la culture peut être broyée (avec un broyeur à paille). Pour le maïs, il est possible de passer un broyeur à surmaturité (début d'hiver).
 - **tubercules (pommes de terre) et racines (betteraves)** : si la culture est à un stade peu avancé, un désherbant systémique peut être appliqué sur la culture ; il sera éventuellement nécessaire de renouveler l'opération les années suivantes.
 - **légumes** : si la culture est à un stade peu avancé, un désherbant systémique peut être appliqué sur la culture. Dans le cas de l'asperge ou des cultures à bulbes (oignon, poireau, ail) et racines (betterave potagère), il sera éventuellement nécessaire de renouveler l'opération les années suivantes.
- **Délai de mise en œuvre** : la décision d'abandonner les cultures en cours de développement sur une parcelle doit être prise relativement rapidement, pour ne pas mettre en œuvre inutilement les diverses interventions culturales normalement prévues sur la culture (fertilisation, protection phytosanitaire, récolte, etc.).
- **Moyens de mise en œuvre (pour le désherbage et le broyage)** : Le matériel nécessaire pour la mise en œuvre de cette action est couramment utilisé sur l'exploitation. Il est donc facilement disponible.



EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **contamination des cultures suivantes** : cette action n'a aucun effet de décontamination puisque la totalité de la contamination interceptée par la culture est ramenée au sol.
- **exposition de la population par ingestion** : l'efficacité est de 100% puisque la culture n'entre pas dans la chaîne alimentaire.
- **quantités de déchets à gérer hors de la parcelle agricole** : l'efficacité est totale puisque aucun déchet n'est généré.
- **exposition des opérateurs** : cette action permet de limiter l'exposition des agriculteurs aux radionucléides à vie courte. Son efficacité est d'autant plus importante que des opérations normalement prévues pour la conduite de la culture ne sont pas réalisées (doses évitées). Néanmoins, les opérations recommandées pour gérer la biomasse impliquent une certaine exposition des opérateurs que les pouvoirs publics devront évaluer au préalable. Cependant, ces opérations sont relativement rapides (pour les grandes cultures : désherbage : environ 10 min/ha ; broyage : environ 45 min/ha).

LEVÉE DE L'ACTION

La levée de l'action peut se traduire par :

- la valorisation des résidus de la culture en cours si les niveaux de contamination le permettent [FICHE 3] ;
- la destruction de la culture en cours au moment de l'accident puis par la relance de l'atelier de production et l'implantation d'une nouvelle culture (réhabilitation, réduction de la contamination (labour, apport de potasse, décapage du sol, phytoremédiation...) [FICHE 6 et FICHE 7] ;
- l'abandon de manière durable et définitive.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'engendre que des coûts liés aux désherbants et au fioul consommés ainsi que des coûts de main-d'œuvre. Par contre, elle se traduit par une perte de revenus due à l'abandon de la culture en cours de développement.

Coûts directs faibles et coûts indirects relativement importants

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- Risque de contamination des parcelles par des maladies, du fait de l'absence de traitement pour lutter contre les maladies de certaines cultures sensibles (essentiellement mildiou pour la pomme de terre, fusariose pour le maïs...).
- Risque de développement des ravageurs et des nuisibles si les cultures abandonnées sont laissées à maturité : les stocks de nourriture disponibles dans les parcelles (grains...) peuvent attirer la faune sauvage dont les effectifs de population pourraient exploser et qui pourrait disséminer les récoltes contaminées.

COMMENTAIRES

- L'abandon des cultures dans les régions contaminées est de nature à rassurer les consommateurs qui seraient certains de ne pas consommer de denrées contaminées. Cependant, l'impact d'une telle action peut être moins important qu'une destruction des productions agricoles. Aujourd'hui les consommateurs occidentaux sont habitués à la destruction d'animaux ayant côtoyé des animaux atteints de différentes maladies (ESB, fièvre aphteuse, grippe aviaire, etc.) sans que les analyses révèlent individuellement la présence de celles-ci. Les consommateurs attendent peut-être de même avec les produits végétaux.
- L'abandon des cultures serait cependant limité dans le temps si des actions de réhabilitation des parcelles sont décidées (à plus ou moins long terme en fonction du niveau de contamination de l'environnement).
- Cette action semble rassurante pour les consommateurs et acceptable pour les agriculteurs si elle est correctement accompagnée et qu'elle s'inscrit dans un programme de réhabilitation à long terme.

STRATEGIE **VALORISATION**

DESCRIPTION
 Il s'agit d'introduire dans le sol des éléments limitant les transferts racinaires du césium et du strontium. Le césium et le strontium sont absorbés par les racines selon les mêmes mécanismes que respectivement les éléments potassium et calcium. Des fertilisants potassiques peuvent être appliqués aux sols pour réduire l'absorption racinaire du césium. Des apports de chaux, calciques, dans certaines situations, permettent de réduire l'absorption racinaire du strontium. Ces apports sont incorporés lors du travail du sol.

OBJECTIFS
 Cette action vise à limiter les transferts "sol-plante" de certains radionucléides et la contamination des productions agricoles des années suivantes.

Obj.	Limiter les transferts racinaires pour les cultures des années suivantes
-------------	---

CIBLES
 Cette action s'applique à toutes les parcelles cultivables (cultures et prairies).

	Apport de chaux	Apport d'engrais potassiques
Compartiments agricoles	Toutes les cultures et les prairies	Toutes les cultures et les prairies
Radionucléides	⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr Effet probable sur : ⁶⁰ Co, ⁹⁵ Zr, ¹⁰³ Ru, ¹⁰⁶ Ru, ⁴¹ Ce, ¹⁴⁴ Ce, ¹⁶⁹ Yb, ¹⁹² Ir, ²²⁶ Ra, ²³⁵ U, ²³⁸ Pu, ²⁴¹ Am, ²⁵² Cf	¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs

- MISE EN ŒUVRE**
- **Méthode de mise en œuvre :**
 - Un apport important de potasse ou de chaux, en une seule fois, est recommandé avant l'implantation de la culture. Cet apport sera éventuellement renouvelé les années suivantes. Les doses à apporter sont variables en fonction des sols sur lesquels elles sont apportées. Une analyse de sol réalisée au préalable doit permettre de préciser la quantité d'engrais potassiques et de chaux nécessaires. Un correctif devra être apporté tous les 5 ans (0,5 à 2 t/ha de CaO).
 - **Chaux :** 1 à 8 t/ha. Si l'agriculteur souhaite relancer une production légumière, il limitera cet apport à 1 ou 2 t/ha, à renouveler les années suivantes, sauf dans les sols à pH>7 où cette mesure n'a aucun effet sur la réduction des transferts de strontium.
 - **Engrais potassiques :** 100 à 200 kg/ha de potassium (soit environ les exportations d'une à deux cultures exigeantes).
 - **Délai de mise en œuvre :** les apports doivent être effectués avant l'implantation de la culture suivante, au moment du travail du sol (période variant en fonction des cultures et des contextes pédoclimatiques).
 - **Moyens de mise en œuvre :** l'apport d'engrais potassiques ou de chaux nécessite des épandeurs, généralement disponibles sur les exploitations. Cependant, les exploitations ne disposent généralement pas de stocks de chaux ou de potasse, surtout en quantité suffisamment importante pour obtenir les doses préconisées sur l'ensemble des parcelles de l'exploitation. Il faut alors penser à un approvisionnement à l'échelle du territoire contaminé.



EFFICACITE
 L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **contamination des cultures en cours :** aucun effet ;
- **contamination des cultures des années suivantes :**
 - **effet des engrais potassiques sur l'absorption racinaire du césium :** l'ajout d'engrais potassiques est plus efficace lorsque la quantité de potassium échangeable dans le sol est inférieure à 0,5 meq/100g de sol. Dans certaines conditions, la réduction de l'absorption racinaire du césium peut atteindre 80 % ;
 - **effet de la chaux sur l'absorption racinaire du strontium :**
 - Pour des sols à pH inférieur à 7, l'augmentation du pH après l'apport de chaux peut permettre une réduction du transfert de strontium de l'ordre de 50 % à 80 % selon la texture du sol ;
 - Pour les sols à pH supérieurs à 7, l'apport de chaux n'a pas d'effet sur la réduction des transferts de strontium.

LEVEE DE L'ACTION

A moyen terme, d'autres applications peuvent être jugées nécessaires pour contenir les transferts de césium et de strontium.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action engendre des coûts directs liés au coût des engrais et à leur application.

Coûts supportables par les exploitants agricoles mais inhabituels

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Risque de carence en oligoéléments en cas d'élévation excessive du pH :** l'apport excessif de chaux entraîne une élévation du pH des sols. Cette élévation du pH rend insolubles un certain nombre d'oligo-éléments, comme le B, le Cu, le Mn et le Zn ce qui se traduit par des carences des plantes et des baisses de rendement qui peuvent être importantes si la fertilisation en oligoéléments n'est pas corrigée en conséquence.
Un apport excessif de potassium pose globalement moins de problème aux plantes (carence en magnésium) qu'un apport excessif de chaux.
- **Planification des apports à moyen et long termes :** les agriculteurs doivent tenir compte de ces apports supplémentaires dans les plans de fumure suivants en réalisant une analyse des sols.

COMMENTAIRES

- Les apports en chaux et en engrais potassiques seront ajustés au regard des données disponibles sur les caractéristiques chimiques des sols (analyse de sols, B.D.A.T., expertise locale) ;
- L'approvisionnement des exploitations en chaux ou en potasse doit être organisé avec les distributeurs à l'échelle de la zone contaminée (disponibilité des produits en quantités suffisantes, circulation des camions entre zones, etc.) ;
- Sauf si l'accident a lieu à une période propice au travail du sol, avant l'implantation d'une culture, cette action semble plutôt relever de la phase post-accidentelle de « long terme ».

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Le travail du sol est une pratique usuelle qui peut être effectuée sur une profondeur variable de sol :

- entre 20 et 30 cm à l'aide d'une charrue (labour) qui permet de retourner la couche de sol travaillée,
- entre 10 et 20 cm avec un outil à disques afin d'incorporer les résidus de récoltes et d'induire une légère action de retournement de sol,
- entre 5 et 10 cm avec un outil à dents qui permet uniquement d'enfouir les résidus de récolte.

OBJECTIFS

Le labour permet d'enfouir la couche superficielle du sol à une profondeur variable selon la technique utilisée et répond à plusieurs objectifs :

- limiter la dispersion de la contamination dans l'environnement (par remise en suspension, par ruissellement...);
- enfouir les éventuels apports de potasse ou de chaux épandus pour réduire les transferts racinaires de certains radionucléides du sol vers la plante. Cette action concerne, par définition, les cultures qui seront implantées par la suite ;
- diminuer l'exposition des agriculteurs grâce à l'effet d'écran du sol sur les rayonnements émis par les radionucléides enfouis ;
- gérer les déchets végétaux présents sur les parcelles en les enfouissant (l'enfouissement peut être précédé d'un broyage).

Un travail du sol à l'aide d'un outil à disques permet d'enfouir des végétaux présents sur le sol ou des apports de potasse ou de chaux. Son action sur la diminution de l'exposition des opérateurs est plus limitée que celle du labour.

Un travail du sol à l'aide d'un outil à dents n'a qu'une action d'enfouissement (résidus de cultures, apports de potasse ou de chaux), voire, en fonction des outils utilisés, de décompactage du sol. Son action sur la diminution de l'exposition des opérateurs est encore plus limitée que celle d'un outil à disques.

Obj. 1	Limiter l'exposition externe des opérateurs sur les parcelles agricoles
Obj. 2	Limiter la dispersion de la contamination dans l'environnement
Obj. 3	Enfouir les apports de chaux et de potasse
Obj. 4	Enfouir les déchets végétaux (résidus de cultures ou stocks épandus)

CIBLES

Cette action s'applique à l'ensemble des parcelles labourables (voire mécanisables) servant à la production de cultures et de fourrages. Dans les zones de grandes cultures, les terres sont profondes et aptes au labour. Dans les zones d'élevage, surtout extensif, la probabilité de rencontrer des terres superficielles et donc non labourables est plus élevée.

Céréales, oléagineux	Pommes de terre, betteraves	Prairies	Cultures légumières de plein champ
----------------------	-----------------------------	----------	------------------------------------

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode et moyens de mise en œuvre** : il est préférable, d'une part de travailler le sol sur la profondeur maximale permise par les outils disponibles (et le sol), d'autre part de privilégier un travail de sol par labour, voire par un outil à disques, à un travail de sol à l'aide d'un outil à dents (cf. efficacité). Cependant, le choix dépend de la disponibilité du matériel sur les exploitations, des conditions pédoclimatiques et des habitudes des agriculteurs.



Nicole Cornec

Le labour est une pratique usuelle, même s'il tend à diminuer dans certains systèmes de production. Tout comme les outils à disques ou à dents, les équipements nécessaires au labour (tracteur, charrue) sont non seulement fréquemment présents sur les exploitations mais, de manière générale, facilement disponibles dans les zones de terres labourables (mise à disposition du matériel entre exploitations). **Si les sols sont suffisamment profonds, l'idéal est de labourer les parcelles avec le matériel classique réglé à la profondeur maximale (30-35 cm).**

Pour les cultures légumières avec plastique (salades, melons, fraisiers), le travail du sol nécessite au préalable d'exporter la biomasse ou d'éventuellement passer un produit dessiccant (dont l'action peut prendre une (en été) à trois (en hiver) semaines), puis de retirer le plastique (le matériel adapté est disponible sur les exploitations).

- **Durée de réalisation** : la vitesse de réalisation d'un labour (à une profondeur de 20 à 30 cm) est de l'ordre de 0,5 à 2 h/ha.
- **Délai de mise en œuvre** : selon les régions et les cultures à planter, le travail du sol peut être réalisé à différentes périodes de l'année. Sa mise en œuvre est conditionnée par une profondeur de sol suffisante, par la possibilité de pénétrer sur les parcelles (sol suffisamment portant, etc.) et par l'état de la végétation qui les couvre éventuellement.

Si l'accident a lieu à une période où le travail du sol est possible, l'agriculteur peut décider de relancer une production. Dans ce cas, le travail du sol doit être mené le plus tôt possible. Dans les autres cas, le travail du sol ne doit pas être entrepris dans l'urgence, notamment pour éviter l'exposition des opérateurs aux radioéléments à vie courte. La poursuite de la production sera discutée avec les partenaires agricoles.

- **Actions complémentaires et optionnelles** : en fonction de la quantité de biomasse et de l'état de la culture au moment du travail du sol, il peut être nécessaire de le précéder d'un broyage ou d'une dessiccation de la végétation pour faciliter son enfouissement et sa dégradation ultérieure dans le sol. Pour les **plantes à racines, bulbes, etc.**, il peut être également nécessaire de passer des désherbants systémiques pour détruire les parties souterraines et ainsi éviter les repousses les années suivantes **[FICHE 5]**.

EFFICACITE

L'efficacité de cette action est fonction de la profondeur de travail du sol, de la culture et des radionucléides considérés. Elle peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **contamination des cultures suivantes** : le travail du sol permet de passer d'un transfert foliaire à un transfert racinaire, beaucoup plus faible. Par ailleurs, plus la profondeur de travail du sol est importante, plus l'efficacité est grande, d'un point de vue strictement radiologique. Enfin, le travail du sol peut être précédé d'un épandage de chaux et d'engrais potassiques, le calcium et le potassium réduisant respectivement l'absorption du strontium et du césium **[FICHE 6]**.
- **exposition des agriculteurs** : le labour et, dans une moindre mesure, un travail du sol avec un outil à disques, permettent de limiter l'exposition des agriculteurs à moyen et long termes en enfouissant les radionucléides qui seraient, sans intervention, restés fixés dans les premiers centimètres du sol (comme le césium). La couche de sol travaillée joue le rôle d'écran en atténuant les rayonnements émis par les radionucléides enfouis. Son efficacité est d'autant plus grande que la profondeur de travail du sol est importante. La poussière provoquée par le travail du sol peut être à l'origine d'un risque d'exposition de l'agriculteur à la contamination.
- **dispersion de la contamination dans l'environnement**, cette action a une efficacité relativement significative sur la remise en suspension naturelle et le ruissellement car elle permet d'enfouir la contamination dans le sol. Cependant, la mise en œuvre de cette opération peut elle-même causer une certaine remise en suspension de particules.
- **gestion des déchets** : cette action est d'autant plus efficace que le travail du sol est profond. Cependant, l'efficacité est variable en fonction de la nature des végétaux enfouis.

NB : un labour unique permet d'enfouir en profondeur la couche superficielle du sol mais il ne l'homogénéise pas. Le premier labour ne conduit donc pas à une dilution homogène de la contamination déposée en surface dans la couche de labour. Cet effet sera la conséquence de plusieurs labours.

LEVEE DE L'ACTION

Si un labour a pu être effectué sur 35 à 40 cm de profondeur, il est préférable de ne pas le réitérer mais de travailler le sol des parcelles à une profondeur moindre pour ne pas ramener la contamination vers la surface. Dans le cas des cultures maraîchères, il pourra être opportun de ne pas labourer les années suivantes et de ne pratiquer qu'un travail superficiel.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Coûts directs supportables par l'exploitation

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Labour profond (60 cm)** : le labour profond est déconseillé pour plusieurs raisons. D'une part il est peu probable de pouvoir disposer du matériel adéquat (charrue spécifique et tracteur puissant) même à moyen terme, d'autre part cette pratique lorsqu'elle est réalisable (disponibilité du matériel et profondeur de sol suffisante) endommage le potentiel agronomique des parcelles ainsi labourées. La couche la plus fertile du sol étant la couche supérieure, plus la profondeur de labour est importante, plus les conséquences en termes de fertilité du sol sont négatives.
- Le travail du sol implique la contamination du matériel agricole qui doit, si possible, être nettoyé. Afin de limiter l'exposition des opérateurs, il est préférable d'utiliser des tracteurs à cabine étanche et de vérifier, au préalable, le bon fonctionnement des filtres des systèmes d'aération.
- Pour les cultures avec plastiques, l'enlèvement des plastiques avant le labour est nécessaire. Leur élimination est un problème car leur mode de gestion usuel (incinération, recyclage) est à proscrire. **Ces déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière devra être organisée.**

COMMENTAIRES

Le travail du sol est une solution à privilégier avec l'ajout de fertilisants potassiques ou de chaux aux sols.

DESCRIPTION

Cette action consiste à nettoyer, à l'aide d'un nettoyeur à « haute pression » et si possible avec de l'eau chaude et des détergents, l'ensemble des équipements et installations de l'exploitation. Une attention particulière est à porter au mode de gestion de l'eau de lavage.

OBJECTIFS

L'objectif de cette action est de réduire la contamination de l'intérieur des bâtiments et du matériel utilisé pour la production. Cette action s'inscrit dans une stratégie générale visant à limiter la contamination des productions en cours de développement et à venir ainsi que l'exposition à moyen et long termes des agriculteurs.

Obj. 1	Minimiser la contamination à l'intérieur des bâtiments et des équipements de production
Obj. 2	Minimiser la contamination interne des stocks et des futures productions

CIBLES

Installations de stockage	Equipements de l'installation
---------------------------	-------------------------------

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : cette action consiste à :
 - nettoyer les murs, les surfaces vitrées, les surfaces métalliques et les sols en dur de l'intérieur des installations par un nettoyage à « haute pression », si possible avec de l'eau chaude contenant des détergents ;
 - nettoyer les équipements en contact avec la production en cours de développement ou les récoltes futures ;
 - nettoyer les systèmes de ventilation ou d'aération ;
 - à plus long terme, bétonner éventuellement les surfaces au sol pour fixer la contamination et servir d'écran pour les opérateurs.
- **Délai de mise en œuvre** : cette action doit être mise en œuvre le plus tôt possible, après le passage du panache radioactif, afin de limiter la fixation de la contamination sur les différentes parois et les différents équipements des installations et obtenir une efficacité maximale du nettoyage. A plus long terme, un tel nettoyage aurait une efficacité moins importante mais peut rester intéressant. Un nettoyage répété peut aussi avoir une efficacité non négligeable.
- **Durée et difficultés de mise en œuvre** : cette action, relativement aisée, peut être achevée en quelques jours, en fonction des moyens humains et matériels disponibles. La principale difficulté pour la mise en œuvre de ces actions est la gestion de l'eau utilisée pour le nettoyage.
- **Moyens nécessaires** : des nettoyeurs à « haute pression » ne sont pas forcément présents sur les exploitations. Il est par ailleurs difficile de disposer d'eau chaude et de détergents.
- **Exposition des opérateurs** : les opérateurs sont exposés principalement par irradiation externe. Cependant, les projections lors du nettoyage peuvent entraîner une contamination cutanée et une contamination par inhalation, moins importante que l'irradiation externe, et qui peuvent être réduite par l'utilisation de masques et de combinaisons jetables.
- **Déchets produits** : le principal déchet produit est l'eau contaminée issue du rinçage de l'intérieur des bâtiments ou du matériel. Dans de nombreux cas il existe une connexion directe entre le corps de ferme et les masses d'eau (de surface ou profondes). Cependant dans un environnement contaminé, cette nouvelle contamination, par transfert d'eaux contaminées aux eaux de surface ou profondes, n'apparaît pas significative.

Une attention particulière est à porter aux zones vulnérables du point de vue de la contamination des eaux, notamment dans les zones de sous-sol karstique. Les recommandations pour la gestion des eaux de lavage contaminées peuvent s'inspirer des préconisations faites pour la gestion des risques de pollution ponctuelle par les produits phytosanitaires. (Pour plus d'information se référer à la démarche développée par Arvalis-Institut du végétal ; *Aquasite® : diagnostic et la maîtrise des risques liés aux produits phytosanitaires sur le site de l'exploitation*).

Délai de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Quelques jours	Facile	Exposition externe, voire exposition cutanée et par inhalation si les opérateurs ne sont pas protégés

EFFICACITE

L'efficacité de cette action peut être appréciée en termes de contamination à l'intérieur des bâtiments (et par conséquent de contamination des prochaines cultures et d'exposition des opérateurs) : plus le nettoyage est mis en œuvre rapidement, plus l'efficacité de cette action est importante. Un nettoyage à « haute pression » avec de l'eau chaude d'une surface bétonnée peut réduire la contamination d'un facteur 1,5 à 5 pour la plupart des radionucléides et d'un facteur 2 à 10 pour le plutonium. Pour certains radionucléides très solubles (iode, tritium...), l'efficacité peut être supérieure.

LEVEE DE L'ACTION

Dans la mesure du possible, cette action sera réitérée pour augmenter son efficacité et limiter la « recontamination » ultérieure apportée par les différents mouvements de personnes ou d'engins ou par une remise en suspension, dans l'air, de la contamination de l'environnement de l'exploitation.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'induit pas de surcoût pour les producteurs, à part une augmentation des volumes d'eau utilisés.

Coûts directs supportables par l'exploitation

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

Le nettoyage risque de remettre en suspension de la contamination. Il faut donc veiller à ne pas « recontaminer » la production située à l'intérieur des bâtiments. Le risque de contamination des eaux superficielles et profondes par les eaux de lavage souillées doit être pris en compte.

COMMENTAIRES

Le nettoyage de l'extérieur des bâtiments ne peut pas être réalisé par l'exploitant.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Il s'agit de stocker temporairement les récoltes présentes sur les exploitations mais non valorisables du fait de l'accident, sur une parcelle ou une zone de l'exploitation dédiée à cet usage. A terme, ces déchets seront enfouis sur les parcelles de l'exploitation ou évacués vers un site de gestion spécifique des déchets.

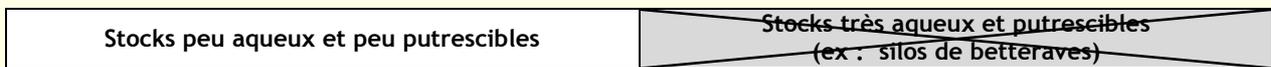
OBJECTIFS

Cette action s'inscrit dans une stratégie de destruction *in fine* des stocks. Elle vise à libérer les installations de stockage et à préserver leur qualité pour les récoltes futures.

Obj.	Libérer les installations de stockage pour les récoltes futures
------	---

CIBLES

Cette action s'applique aux récoltes stockées sur l'exploitation (céréales, pommes de terre, etc.), non valorisables pour des questions radiologiques ou autres (ex : refus du marché). Si ces stocks sont trop aqueux ou putrescibles, il est préférable de les composter, de les épandre directement sur les parcelles environnantes de l'exploitation car leur manipulation ultérieure serait plus difficile et les désagréments de leur stockage trop importants ou de les évacuer vers une décharge ou dans un filière spécialisée (ex : silos de betterave).



MISE EN ŒUVRE

- Méthode de mise en œuvre** : il s'agit de stocker les récoltes en les mettant en tas sur une parcelle ou une zone de l'exploitation. Une aire de stockage peut être aménagée au préalable (sol nivelé avec une légère pente et tassé, rigoles pour récupérer le lixiviat et empêcher son entraînement vers les fossés et les cours d'eau). Cette aire sera identifiée en fonction du relief et de la nature des sols pour limiter le lessivage.
 Pour les stocks de légumes, très riches en eau, il est conseillé de les mélanger à des déchets ligneux ou à de la paille afin de les composter car le risque de pourrissement est élevé (salubrité, odeur, difficulté de manipulation, etc.). A défaut, de la chaux vive peut être mélangée à ces stocks.
- Moyens de mise en œuvre** : le matériel nécessaire pour déplacer les stocks est, en général, disponible sur les exploitations (tracteurs, fourches ou godets hydrauliques, chargeuses, remorques...). Les moyens humains nécessaires pour manipuler ces volumes peuvent être considérables. Une protection des opérateurs peut être nécessaire.
- Délai de mise en œuvre** : cette action relève plutôt du moyen terme, voire du long terme, afin de disposer de suffisamment de temps pour définir les sites d'entreposage, en fonction de la saison et des conditions météorologiques. La nécessité de vider dans l'urgence les silos n'apparaît, en effet, que pendant la période de récolte des cultures, c'est-à-dire lorsque les silos sont habituellement vides.
 Le délai de mise en œuvre dépend aussi de l'état des stocks qui doivent permettre une manipulation aisée et préserver la qualité des installations de stockage pour les récoltes futures (cas des pommes de terre).

Délai	Durée	Difficulté	Exposition des opérateurs
Plus d'un mois	Peu important <i>(en fonction des volumes à manipuler)</i>	Faible à moyenne <i>(en fonction des volumes à manipuler)</i>	Faible <i>(déchets peu ou pas contaminés)</i>

EFFICACITE

Cette action est plus destinée à gérer les déchets qu'à réhabiliter l'exploitation. Elle ne présente aucun effet de décontamination mais permet d'éliminer relativement simplement les stocks non valorisés. L'épandage de ces tas, s'il est effectué sur des parcelles agricoles environnantes de l'exploitation ou plus contaminées, ne constitue pas une « recontamination » significative des terres agricoles. En effet, le niveau de contamination des déchets est relativement faible, bien que variable et fonction de la protection dont les stocks auront pu bénéficier lors du passage du panache radioactif.

LEVEE DE L'ACTION

La levée de cette action dépend du devenir et de l'état des stocks. Il peut s'agir de les transporter vers un site de traitement des déchets (centre de stockage, etc.) ou de les épandre sur une parcelle agricole [FICHE 10]. Dans tous les cas, l'état des déchets devra permettre leur manipulation et être cohérent avec l'action de gestion choisie (germination, voire dégradation avancée génératrice de jus).

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Le coût de la mise en œuvre de cette action dépend du coût de manutention, quel que soit le devenir du tas.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- L'aire de stockage est définie de façon à limiter les conséquences sur l'environnement (lixiviat, « recontamination »...). Des solutions permettent de gérer le lixiviat : aménagement de fosses étanches avec bâches en plastique, remise sur le tas...
- Cette action peut être assimilée à une mise en décharge, pratique non seulement interdite mais dont l'image serait très pénalisante.
- Les récoltes risquent d'être disséminées par les ravageurs (rats, souris, oiseaux, etc.) dont les effectifs de population peuvent augmenter rapidement.

COMMENTAIRES

- Si un maintien de silos en plaine est envisagé, cette solution doit tenir compte du caractère putrescible des déchets et du fait que, à long terme, les produits stockés ne sont plus récupérables.
- **Cas particulier des silos de betteraves présents lors du panache radioactif** : s'ils n'ont pu être bâchés, les silos de betteraves situés en bout de champ peuvent présenter un niveau de contamination qui les rend impropres à toute valorisation ultérieure. Les laisser en plaine aurait pour conséquence d'attirer la faune sauvage qui ensuite pourrait disséminer la contamination. En outre, ces silos se dégraderaient rapidement et généreraient des lixiviats susceptibles de contaminer les abords et la ressource en eau. L'épandage dans un champ n'est pas envisageable compte tenu des volumes en jeu (souvent plusieurs centaines de tonnes), du manque de matériels et de l'absence de savoir-faire. La seule solution est l'enlèvement suivi d'une mise en décharge ou du traitement dans une filière spécialisée et dédiée dans une sucrerie si celle-ci l'accepte. Aussi, dans le cadre de l'établissement d'un plan d'actions, il est recommandé de prendre contact avec les sucreries locales pour envisager dès à présent les solutions pertinentes à mettre en œuvre pour la mise en action de filières nouvelles spécifiques et dédiées au traitement de déchets contaminés.
- Sauf en cas d'urgence, le choix entre une gestion *in situ* des déchets et une évacuation vers un site de gestion spécifique doit être réfléchi à l'échelle du territoire. **Ces déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière devra être organisée.**
- Cette action ne semble pas adaptée à la gestion de la biomasse contaminée qui peut être exportée des parcelles. Pour la gestion des cultures en place, le broyage directement sur les parcelles des parties aériennes des végétaux contaminés est plus réaliste.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à détruire, par épandage, les stocks non valorisables entreposés sur le siège de l'exploitation. Une fois épandus, ces déchets se dégradent sous l'effet des conditions climatiques et d'éventuelles interventions agricoles complémentaires. Cette action s'inscrit dans une démarche de gestion *in situ* des déchets agricoles. Une exportation ultérieure de ces déchets vers un site de gestion spécifique ne sera plus possible.

OBJECTIFS

Obj.	Eliminer les récoltes non valorisables stockées sur le siège de l'exploitation
------	--

CIBLES

Cette action s'applique aux récoltes non valorisables entreposées (céréales, pommes de terre, etc.) sur l'exploitation, quel que soit leur niveau de contamination. Les betteraves ne sont pas concernées par cette mesure (absence de matériel disponible, quantités).

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : le principe est d'épandre les produits entreposés sur les parcelles, de laisser germer les grains ou les tubercules, de détruire les plantules par un désherbant, puis de les enfouir par un travail du sol. Une telle pratique n'est pas réalisée en temps normal, les volumes de récoltes déclassés étant habituellement portés à la déchetterie (la plupart du temps pour y être incinérés).
- **Délai et conditions de mise en œuvre** : cette action relève plutôt du moyen terme. La date de mise en œuvre dépend de la disponibilité des parcelles qui recevront les stocks entreposés.
- **Moyens de mise en œuvre** : le matériel nécessaire pour réaliser l'ensemble des opérations doit être choisi parmi les équipements disponibles sur les exploitations :
 - **grains** : l'épandage peut être réalisé à l'aide d'une benne ou d'un épandeur adapté à des doses possibles de l'ordre de 10 t/ha à 20 t/ha.
 - **tubercules** : l'épandage peut être réalisé à l'aide d'une remorque ou d'un épandeur adapté. La densité d'épandage visée est de l'ordre de 20 t/ha à 40 t/ha.
 - **légumes fruits** : jusqu'à 50 t/ha à 100 t/ha peuvent être épandues à l'aide d'un épandeur à fumier ou d'une remorque.
 - **bulbes** : jusqu'à 200 t/ha peuvent être épandues à l'aide d'un épandeur à fumier ou d'une remorque.
 - **légumes feuilles** : 30 t/ha à 50 t/ha de salades peuvent être épandues et jusqu'à 100 t/ha pour des légumes tels que les poireaux à l'aide d'un épandeur à fumier ou d'une remorque. Il faut noter que les stocks de légumes feuilles et de choux sont limités sur les exploitations agricoles (cueillette du jour et de la veille) et correspondent donc au maximum à la récolte de 0,25 ha.
 - **légumes tubercules** : 50 t/ha peuvent être épandues.

Délai	Durée	Difficulté	Exposition des opérateurs
Plus d'un mois	Variable <i>(en fonction du type et du volume à manipuler)</i>	Moyenne à importante <i>(en fonction des volumes à manipuler)</i>	Variable <i>Faible pour les déchets peu ou pas contaminés Variable selon la contamination des terres agricoles</i>

EFFICACITE

Cette action est plus une action de gestion des déchets qu'une action effectuée dans un objectif de réhabilitation radiologique de l'exploitation. Néanmoins, si l'épandage est effectué sur les parcelles agricoles environnantes de l'exploitation ou plus contaminées, il ne conduit pas à une « recontamination » significative des terres agricoles.

LEVEE DE L'ACTION

L'ensemble des opérations (épandage, attente de germination, désherbage, labour) peut prendre au maximum 3 mois dans des conditions d'épandage favorables à la germination des récoltes épandues.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Le coût de la mise en œuvre de cette action est peu élevé mais peut nécessiter beaucoup de main-d'œuvre (manipulation des produits entreposés). Par ailleurs, il doit intégrer la perte des récoltes épandues.

Coût supportable pour l'exploitation

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- L'épandage de stocks sur des parcelles agricoles peut présenter un risque de dissémination des produits par les ravageurs (rats, souris, oiseaux, etc.) dont les effectifs de population peuvent augmenter de manière significative.
- Le retour au sol des récoltes semble acceptable, à condition de le maîtriser pour éviter l'enrichissement du stock de graines adventices ou les repousses des organes de réserve (tubercules, bulbes, etc.) pour les cultures suivantes. Cela peut poser des problèmes de gestion des adventices et repousses à court mais également à long terme.

COMMENTAIRES

- Sauf en cas d'urgence, le choix entre une gestion *in situ* des déchets et une évacuation vers un site de gestion spécifique doit être réfléchi à l'échelle du territoire. **Les déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics [Cf. FICHE 2.10]. Une collecte particulière devra être organisée.**

CULTURES SOUS ABRIS (serres et tunnels)

Le risque de contamination des cultures sous abris est lié :

- au type d'abri utilisé (serre en verre, en plastique, tunnels...) et au type de support de production (pleine terre/hors sol) ;
- aux conditions météorologiques au moment du dépôt ;
- à la période de l'année et à la région de production.

Parmi les différents types d'abris, on trouve en général :

- les serres en verre, majoritairement (90 %) hors sol ;
- les serres en plastique, pour une moitié hors sol et pour l'autre en pleine terre ;
- les tunnels et les « multitunnels », majoritairement en pleine terre (80 %).

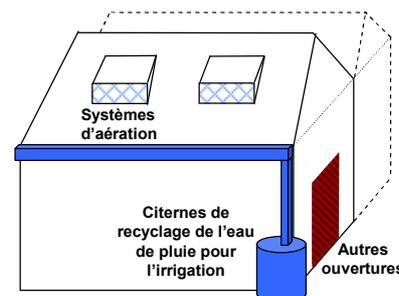


PRINCIPALES VOIES DE CONTAMINATION DE L'INTERIEUR DES ABRIS

Au moment du passage du panache radioactif et selon la période de l'année, les systèmes d'aération et les portes d'accès constituent les principales voies d'entrée de la contamination à l'intérieur des abris. La contamination des plantes se fait principalement par voie foliaire. A moyen terme, l'irrigation par recyclage des eaux de pluie peut constituer une autre source de contamination.

Les abris assurent une certaine protection des cultures qu'ils abritent à l'égard de la

contamination présente dans le panache. Par rapport aux serres (en verre ou en plastique), les tunnels en plastique et les « multitunnels » n'offrent pas une protection aussi efficace (ouvertures aux extrémités, fissures...). Les cultures présentes sous ces abris risquent, par conséquent, d'être plus contaminées (surtout aux extrémités) que les cultures sous serres.



INFLUENCE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES ET EFFICACITE DE LA PROTECTION DES ABRIS

Au cours du passage de la masse d'air contaminée, la majorité de la contamination susceptible de pénétrer à l'intérieur des abris provient de la fraction sèche du panache radioactif. L'efficacité de la protection des abris, qu'ils soient fermés ou partiellement ouverts, est donc d'autant plus grande que la fraction sèche est faible.

- **En conditions sèches**, seule l'étanchéité des abris influence l'entrée de la contamination. En cas d'étanchéité trop faible, la contamination des cultures en cours de développement au moment de l'accident, principalement par transfert foliaire, et celle du sol sont plus fortes aux extrémités des abris, près des portes (surtout pour les tunnels).
- **En conditions humides**, la protection par les abris est couplée à la réduction de la fraction sèche par la pluie : plus l'intensité de la pluie est grande, plus la fraction sèche est réduite. Néanmoins, si l'irrigation des abris repose sur le recyclage de l'eau qui ruisselle sur les toits ou le puisage dans des sources superficielles, l'irrigation devient une voie de contamination secondaire à prendre en compte.

Une fois la contamination déposée dans l'environnement, si aucune précaution n'est prise, la remise en suspension et les entrées et sorties des bâtiments pourraient favoriser la contamination progressive de l'intérieur des abris.

REPARTITION TEMPORELLE DU RISQUE DE CONTAMINATION

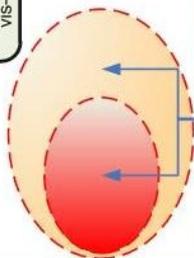
Les cultures sous abris sont présentes tout au long de l'année, avec une gestion permanente de l'ambiance (température, hygrométrie...) à l'intérieur des abris par des systèmes d'aération.

REMARQUE : La réglementation sur les NMA et la définition des zones d'interdiction de commercialisation ne font pas de distinction entre les cultures légumières produites sous abris et celles produites en plein champ. Il est probable que, même si leur niveau de contamination est inférieur, les cultures sous abris auront le même devenir.

	Dépôt sec	Dépôt humide
Voies de contamination des cultures situées à l'intérieur des abris, en cours de développement au moment de l'accident	Contamination par dépôt sec sur les parties aériennes	Contamination par la fraction sèche du dépôt sur les parties aériennes. Risque de contamination par l'irrigation si l'eau de pluie est recyclée
Contamination à l'intérieur des abris ouverts	La contamination de l'environnement intérieur des abris pourrait être proche de celle de l'environnement extérieure	Pénétration de la fraction sèche du dépôt à l'intérieur des abris (plus la pluie est forte, moins le niveau de contamination à l'intérieur est élevé)
Influence des premières pluies	La contamination interceptée par les végétaux cultivés à l'intérieur des serres n'est pas lessivée par les premières pluies. Ces derniers risquent donc d'être plus contaminés que la végétation située à l'extérieur des serres après les premières pluies.	

PHASE D'URGENCE

Aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache



Hors périmètres

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection de la population vis-à-vis du panache (Mise à l'abri et à l'écoute, prise d'odeur stable, évacuation...)

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Dans ces périmètres, l'enjeu majeur est la protection des populations et des opérateurs à travers la mise en place d'actions de protection de la population vis-à-vis du panache (mise à l'abri et à l'écoute, prise d'odeur stable, évacuation...)

Aucune action préventive pour la gestion des cultures sous abris ne peut donc être imposée en phase de menace et en phase de rejet.

Hors périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Compte tenu des conséquences observées ou prévisibles liées au passage du panache dans cette zone, aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache n'est mise en œuvre ou envisagée.

Au plus tôt (si possible avant le passage du panache radioactif), des actions préventives peuvent être mise en œuvre pour :

- limiter l'entrée de la contamination à l'intérieur des abris en *les fermant*, et en *arrêtant l'irrigation (1)*
- *protéger les stocks et les bâtiments (2)*

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

Mise en place du zonage post-accidentel

Levée des actions de protection d'urgence

Contrôle d'accès Interdictions de consommation et de mise sur le marché

Hors ZST



Restrictions de consommation et de mise sur le marché des denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produites localement, dans l'attente de contrôles libérateurs.

Restrictions systématiques de consommation et de mise sur le marché de denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produites localement pendant, au minimum, un mois.

Contamination des territoires n'autorisant pas le maintien sur place de la population
Eloignement de la population pendant au moins 1 mois
Accès contrôlé à la zone

Aucune action de protection de la population ni de restriction de mise sur le marché

STRATEGIES A ENGAGER EN PRIORITE

STRATEGIE 1

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 : VALORISATION

Decision urgente compte tenu du caractère « frais » de certaines productions

La nature des produits n'est certainement pas compatible avec leur stockage temporaire sur l'exploitation

Gestion des cultures en cours et du système de production :

- Option 1 : Valoriser la récolte en cours
- lever les actions préventives, le plus rapidement possible (en fonction des conditions météorologiques, l'agriculteur risque de perdre rapidement la culture en cours) ;
- poursuivre la conduite de la culture en limitant les contaminations secondaires de l'intérieur des abris et de la culture en cours, en attendant que des mesures confirment la conformité des produits à la récolte ;
- une fois le cycle de production fini, *nettoyer l'intérieur des abris (4) et leurs abords (5)* ;
- très faiblement contaminés, les déchets sont gérés selon les modalités habituelles.
- Option 2 : Limiter les contraintes de gestion à court terme et valoriser les prochaines récoltes (abandonner la production en cours)
- laisser, si possible, les abris fermés pour limiter l'entrée de la contamination et la biomasse des végétaux qu'ils abritent ;
- arrêter l'irrigation des cultures si elle n'a pas pu l'être au cours de la phase d'urgence ;
- pour les cultures sous abris hors sol : *nettoyer, le plus tôt possible, l'intérieur des abris (4) et leurs abords (5)* avant de relancer un nouveau cycle de production ;
- pour les cultures de pleine terre sous abris :
 - *abandon temporaire de la culture en cours (6)* ;
 - avant de relancer un nouveau cycle de production :
 - *améliorer les abris (7)* (évacuer la biomasse et les équipements, réaliser un travail du sol, changer les bâches, apporter des engrais potassiques et de la chaux) ;
 - *déplacer la production (voire déplacer l'exploitation)* ;
 - *passer en mode de production hors sol* (avec couverture du sol par une bâche plastique adaptée).

Gestion des stocks : (les stocks sont quasiment exempts de contamination si des actions préventives ont été mises en œuvre avant le passage du panache)

- Option 1 : Valoriser les stocks : leur valorisation sera liée au délai d'obtention des résultats de mesures garantissant leur qualité radiologique ;
- Option 2 : Eliminer les stocks en suivant le même circuit que les autres déchets de l'exploitation (cf. gestion des déchets).

Gestion des déchets :

- les déchets végétaux très faiblement contaminés sont restitués aux parcelles environnantes de grandes cultures par **épandage** puis enfouis par un **travail du sol** ;
- si nécessaire, les déchets sont collectés puis gérés sur un site dédié avec l'ensemble des déchets produits dans la zone.

Gestion des bâtiments : réaliser un nettoyage simple à l'eau sous pression (8). Plus ce nettoyage est mis en œuvre rapidement, plus son efficacité est importante.

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

Raisons possibles (liste non exhaustive) : la contamination est telle que :

- l'objectif prioritaire est la protection des intervenants en limitant les interventions (ex : PE) ;
- la valorisation ultérieure de la récolte n'est pas envisageable et la priorité est donnée à la limitation de la quantité de déchets ;
- le décideur souhaite lier le devenir des stocks à celui des cultures en cours de développement.

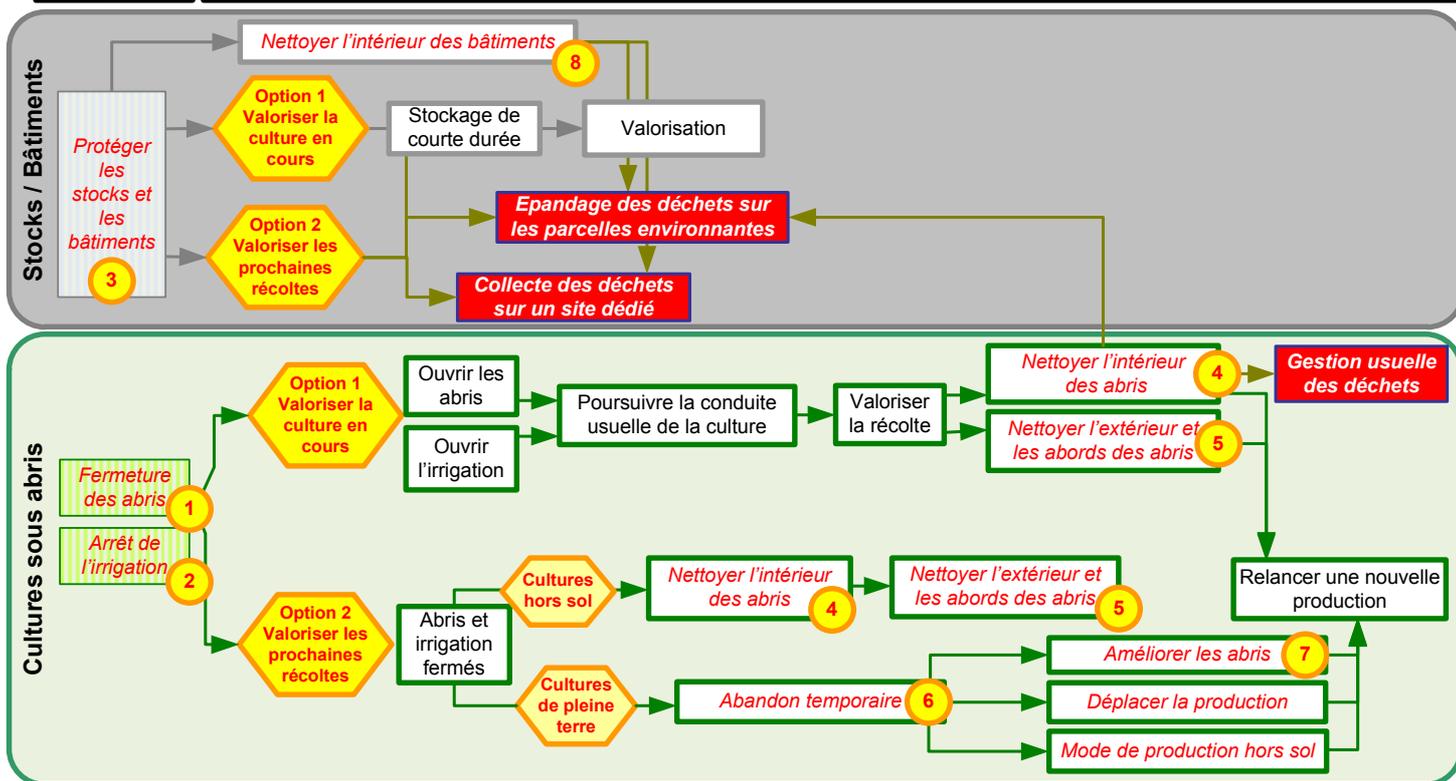
Gestion des cultures en cours et des stocks : abandon

Gestion du système de production (terre, bâtiments, engins agricoles...) : abandon

STRATEGIE 1 : VALORISATION

PHASE D'URGENCE

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE



PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, aucune action préventive ne doit être recommandée (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence). Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions visant à limiter l'entrée de la contamination à l'intérieur des abris en les fermant (1) et en arrêtant l'irrigation (2), et à protéger les stocks et les bâtiments (3).

PHASE POST-ACCIDENTELLE

1) Gestion des cultures en cours et du système de production

- Option 1 : Valoriser la récolte en cours

Les actions préventives (arrêt de l'irrigation, fermeture des abris) doivent être levées le plus rapidement possible. En fonction des conditions météorologiques, l'agriculteur risque en effet de perdre la culture en cours en quelques heures ou quelques jours. Les pratiques usuelles doivent ensuite être maintenues jusqu'à la récolte en faisant en sorte de limiter les contaminations secondaires de l'intérieur des abris et de la culture.

Une fois le cycle de production terminé, les abris des cultures hors sol sont vidés et désinfectés (traitement insecticide, bactéricide ou fongicide). Cette pratique usuelle pourrait être accompagnée d'un nettoyage plus poussé de l'intérieur des abris (4) ainsi que du nettoyage de leurs abords (5). Les déchets produits sont gérés, dans ce cas, de manière usuelle.

Compte tenu de la protection apportée par les bâtiments, les stocks devraient être quasiment exempts de contamination. Cependant, leur valorisation est liée au délai d'obtention des résultats de mesures garantissant leur qualité radiologique et la qualité globale du produit. Si leur valorisation n'est pas possible, les stocks, comme les autres déchets végétaux, pourraient être restitués directement sur des parcelles de grandes cultures par épanchage puis enfouis par un travail du sol. Les autres déchets (bâches...) sont gérés dans les filières d'élimination classiques.

- Option 2 : Valoriser les prochaines récoltes (et abandonner la récolte en cours)

Les abris (quels qu'ils soient) doivent, si possible, rester fermés pour limiter l'entrée de la contamination environnante et limiter la biomasse des végétaux qu'ils abritent. L'irrigation des cultures doit être stoppée si elle n'a pas pu l'être au cours de la phase d'urgence. Pour les cultures sous abris hors sol, un nettoyage de l'intérieur des abris (4), éventuellement précédé d'un nettoyage de l'extérieur (5), doit être effectué le plus tôt possible. Pour les cultures de pleine terre sous abris, il s'agit de les abandonner temporairement (6).

A moyen ou long terme, pour les cultures de pleine terre sous abris, l'agriculteur peut déplacer sa production (voire déplacer l'exploitation) ou améliorer les abris (7) (travail du sol, changement des bâches, apports d'engrais potassiques et de chaux,...). Pour les cultures hautes (tomates), il lui faudra précédemment évacuer la biomasse et les équipements associés. Enfin, il est également envisageable de passer en mode de production hors sol (avec une couverture du sol par une bâche en plastique adaptée).

Si des actions de protection des stocks (3) ont été mises en œuvre avant le passage du panache radioactif, les produits stockés ne devraient être que très faiblement contaminés. Cependant, en cohérence avec la gestion des cultures en cours, les pouvoirs publics peuvent être amenés à décider leur destruction. La nature de ces stocks n'étant certainement pas compatible avec un stockage temporaire sur l'exploitation, ils pourraient être restitués directement sur des parcelles de grandes cultures par épanchage puis enfouis par un travail du sol. Une autre solution serait de les collecter puis les gérer sur un site dédié avec l'ensemble des déchets végétaux produits dans la zone. Cependant, compte tenu du caractère « putrescible » de ces déchets, cette option nécessite une logistique importante à court terme.

Un mode de gestion particulier des déchets non putrescibles (bâches...) de nature très différente peut être nécessaire en fonction de leur niveau de contamination (stockage sur l'exploitation, collecte dans un site dédié...).

2) Gestion des bâtiments

Même si des actions de protection de l'intérieur des bâtiments (3) ont pu être mises en œuvre avant le passage du panache radioactif, l'intérieur des bâtiments de l'installation et les équipements situés à l'intérieur seront vraisemblablement contaminés. Un simple nettoyage à l'eau sous pression (8) permettrait de réduire de manière significative leur contamination. Plus ce nettoyage sera mis en œuvre rapidement, plus son efficacité sera importante.

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

PHASE
D'URGENCE

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

Stocks / Bâtiments

Protéger
les stocks
et les
bâtiments

3

Abandon

Cultures sous abris

Fermeture
des abris

1

Arrêt de
l'irrigation

2

Abandon

PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, **aucune action préventive ne doit être recommandée (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence)**. Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions visant à **limiter l'entrée de la contamination à l'intérieur des abris en les fermant 1** et en **arrêtant l'irrigation 2**, et à **protéger les stocks et les bâtiments 3**.

PHASE POST-ACCIDENTELLE

1) Gestion des cultures en cours

Les cultures en cours sont abandonnées.

2) Gestion des bâtiments et des stocks

Les bâtiments et les stocks sont abandonnés.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

La fermeture des serres et des abris en plastique est une action préventive qui vise à limiter les entrées d'air et d'aérosols dans les serres et les abris en plastique, au moment du passage du panache radioactif. Elle doit être accompagnée de l'arrêt de l'irrigation, si celle-ci repose sur un recyclage de l'eau de pluie [FICHE 2].

OBJECTIFS

Cette action vise à :

- limiter la contamination du système de production (intérieur des abris : sols, matériel...), de l'ambiance de travail des agriculteurs et le niveau de contamination des cultures des années suivantes ;
- limiter la contamination de la culture en cours de développement au moment de l'accident, à l'intérieur des abris, pour permettre une éventuelle valorisation de cette production.

Obj. 1	Minimiser la contamination du système de production
Obj. 2	Minimiser la contamination des productions en cours de développement

CIBLES

Cette action s'applique aux serres en verre et aux serres en plastique dont l'étanchéité à l'air extérieur, après fermeture, est jugée acceptable par l'exploitant agricole. Elle s'applique, dans une moindre mesure, aux cultures sous tunnels en plastique mais ces installations sont moins étanches (bâches en plus ou moins bon état, fermetures moins bien ajustées...) et leur fermeture serait difficile et longue.

Serres en verre	Serres en plastique	Tunnels en plastique
-----------------	---------------------	----------------------

MISE EN ŒUVRE

- **Serres en verre** : les systèmes de gestion des conditions climatiques à l'intérieur des serres sont centralisés et gérés par ordinateur. La fermeture des aérations est donc aisée et peut être effectuée en quelques minutes.
- **Serres en plastique** : certaines entrées d'air peuvent être fermées automatiquement, tandis que d'autres nécessitent une intervention manuelle plus longue (quelques dizaines de minutes).
- **Tunnels en plastique** : la fermeture des extrémités des tunnels est généralement manuelle. La fermeture des systèmes d'aération latéraux est, dans certains cas, automatisée. Le délai de mise en œuvre dépend du nombre de tunnels à fermer.



ACTA/IRSN
Systèmes d'aération d'un tunnel plastique

NB : La faisabilité de cette action préventive dépend principalement du nombre d'abris à fermer et du délai nécessaire à l'agriculteur pour les atteindre.

	Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Serres en verre	Quelques minutes par serre + Délai d'accès aux serres	Facile <i>Systèmes d'aération automatiques et centralisés</i>	Exposition interne par inhalation et exposition externe (panache) <i>(pour une mise en œuvre au cours du rejet)</i> Exposition externe (dépôt) <i>(pour une mise en œuvre après le passage du panache)</i>
Serres en plastique			
Tunnels en plastique	Long <i>(supérieure à 2 h/ha).</i>	Difficile <i>(généralement manuelle)</i>	

EFFICACITE

L'efficacité de cette action s'apprécie par rapport au niveau de contamination des cultures ne bénéficiant pas de la protection des abris (cultures maraîchères de plein champ). Elle dépend des conditions météorologiques au moment du passage du panache et du niveau d'étanchéité de l'installation.

- **Influence du type d'abris :**

Les serres en verre présentent une efficacité constante et beaucoup plus grande que les serres en plastique et, *a fortiori*, que les tunnels en plastique. Si leurs systèmes d'aération sont fermés à temps, l'environnement interne des serres en verre est quasiment préservé de la contamination. Les serres en plastique présentent, quant à elles, des efficacités moindres mais surtout beaucoup plus incertaines car l'état des bâches en plastique est très variable (déchirures...).



ACTA/IRSN



ACTA/IRSN

- **Influence des conditions météorologiques au moment du dépôt :**

Lors du passage de la masse d'air contaminée, la majorité de la contamination susceptible de pénétrer à l'intérieur des abris provient de la fraction sèche du panache. L'efficacité de la protection des abris, qu'ils soient fermés ou partiellement ouverts, est donc d'autant plus grande que la fraction sèche est faible.

→ **En conditions sèches**, seule l'étanchéité des abris influence l'entrée de la contamination. Si elle est trop faible, la contamination à l'intérieur des abris est proche de celle de l'extérieur.

→ **En conditions humides**, la protection apportée par les abris est couplée à la réduction de la fraction sèche par la pluie : plus l'intensité de la pluie est grande, plus la fraction sèche est réduite.

	Efficacité
Serres en verre	Très bonne car les serres en verre sont bien étanches à l'air extérieur
Serres et tunnels en plastique	Moyenne à faible car les serres et les tunnels en plastique sont moins étanches que les serres en verre (<i>présence fréquente de bâches plus ou moins déchirées</i>)

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action préventive ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence). Par ailleurs, une protection particulière des opérateurs peut être nécessaire lors de la levée de l'action.
- Il convient d'éviter, autant que possible, l'entrée de contamination **au moment de l'ouverture des abris**, par le nettoyage des systèmes d'aération et les précautions prises lors de l'entrée des intervenants dans les abris.
- Si l'irrigation utilise de l'eau de pluie recyclée, il faut arrêter l'irrigation puis, dans le cadre d'une stratégie de valorisation (stratégie 1), trouver une autre alimentation en eau.
- Afin de maintenir cette action pendant la durée souhaitée, il est nécessaire de veiller à ce que les systèmes de sécurité ne réactivent pas l'aération des serres en cas de montée en température à l'intérieur (il s'agit donc de couper la programmation).

LEVEE DE L'ACTION

STRATEGIE 1 (VALORISATION) :

- **Option 1 : valoriser les cultures en cours** : il est nécessaire de rouvrir les abris au plus tôt. Entre avril et septembre, la fermeture des abris pendant une journée pourrait entraîner la perte quasi totale des cultures, grillées par la chaleur, et la détérioration du matériel électronique car la température pourrait atteindre rapidement 50°C à 60°C (effet accentué par l'arrêt de l'irrigation).

La levée de l'action se traduit par l'ouverture des abris (cf. précautions), la remise en route de l'irrigation et la poursuite des pratiques usuelles de l'exploitation dans le but de valoriser les cultures en cours de développement au moment de l'accident. Les efforts devront également se concentrer sur la qualité de l'eau d'irrigation, la protection des stocks et la réhabilitation de l'environnement de l'exploitation.

- **Option 2 : limiter les contraintes de gestion à court terme et valoriser les prochaines récoltes (abandonner la production en cours)** : la réouverture des abris n'est pas un enjeu immédiat. La culture étant perdue, le fait de retarder l'ouverture des abris permet de limiter la contamination par remise en suspension et de réfléchir au devenir de l'exploitation. Néanmoins, il est nécessaire de veiller à ce que la température à l'intérieur des abris ne puisse pas abîmer le matériel électronique.

STRATEGIE 2 (NON-VALORISATION) :

La culture en cours et le système de production sont abandonnés.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

S'il n'y a pas de surcoût associé à la mise en œuvre de cette action, cette dernière pourrait entraîner un manque à gagner en cas de perte des récoltes en cours de développement ou de leur qualité du fait de la fermeture des abris.

Coûts directs faibles mais coûts indirects potentiellement importants

COMMENTAIRES

Cette action préventive peut être assez facile et rapide à mettre en œuvre et d'une efficacité importante. **Cependant**, si l'objectif est de valoriser les productions en cours de développement, le délai d'obtention des résultats des mesures devra être cohérent avec la préservation de leur qualité optimale pour la vente.

STRATEGIE VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Cette action préventive consiste simplement à couper avant le passage du panache radioactif, temporairement ou non (en fonction de la stratégie adoptée), l'alimentation en eau des abris et à couper l'alimentation en eau des citernes de recyclage.

Les cultures sous abris (serres en verre, serres et tunnels en plastique) sont irriguées en permanence, toute l'année. Les systèmes d'irrigation utilisés varient selon la nature de l'abri et des cultures qui les occupent. En règle générale, les cultures hors sol sont irriguées par des systèmes de brumisation et de goutte-à-goutte tandis que les cultures de pleine terre utilisent des systèmes d'aspersion et de goutte-à-goutte.

Les sources d'eau pour l'irrigation sont diverses et surtout de sensibilités différentes à la contamination lors du passage du panache radioactif et dans les semaines suivantes. Ainsi, les sources d'eau superficielle (cours d'eau, retenues collinaires) ou fondées sur le recyclage de l'eau de pluie ruisselant sur les toits et stockée dans des citernes non couvertes présentent un risque significatif de contaminer les cultures et l'intérieur des abris. A l'inverse, l'eau provenant de nappes souterraines ou stockée dans des citernes couvertes ne devrait pas, dans les premières semaines suivant l'accident, constituer une source de contamination significative pour l'intérieur des abris.

OBJECTIFS

Cette action vise à éviter la contamination, par l'eau d'irrigation, de l'intérieur des abris (système de production) et des cultures. Dans le cadre d'une stratégie de non-valorisation de la culture en cours, elle permet également de limiter la quantité de déchets végétaux à gérer en phase post-accidentelle.

Obj.1	Eviter la contamination, par l'eau d'irrigation, des cultures et du système de production
Obj.2	Réduire la quantité de déchets végétaux à gérer

CIBLES

Abris dont la ressource en eau est sensible <i>(retenues collinaires, pompage dans des cours d'eau, citerne ou alimentées par l'eau de pluie recyclée,...)</i>	Citernes	Abris dont la ressource en eau n'est pas sensible <i>(eau de forage...)</i>
---	----------	--

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : il s'agit d'arrêter les systèmes en coupant l'alimentation en eau et le système électrique (cf. Photo ci-jointe).
- **Délai de mise en œuvre** : les systèmes d'irrigation peuvent être arrêtés rapidement (entre 5 minutes et 3 heures), sauf si les dispositifs sont trop éloignés du siège de l'exploitation (ex : retenues collinaires, pompage en cours d'eau), et si le délai entre l'alerte et le passage du nuage est suffisant.
- **Moyens** : aucun moyen spécifique n'est nécessaire, puisqu'il suffit d'arrêter les systèmes d'irrigation en coupant leur alimentation électrique.



ACTA/IRSN
Système de fermeture / ouverture de l'irrigation

Moyens nécessaires	Durée de mise en oeuvre	Difficulté
Aucun <i>(coupure de l'alimentation en eau et électricité)</i>	5 minutes à 3 heures + délai d'accès aux vannes	Faible <i>(sauf si les parcelles sont éloignées)</i>

EFFICACITE

- L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :
- **contamination de l'intérieur des abris (système de production)** : l'efficacité de cette action est totale, puisque la source potentielle de contamination (eau d'irrigation) est stoppée ;
 - **contamination de la culture** : l'efficacité est totale. Cependant, si l'objectif est de valoriser la culture en cours, il est impératif de prévoir la réouverture de l'irrigation dans un délai inférieur à 24 h (cf. levée de l'action).

LEVÉE DE L'ACTION

La levée de cette action se traduit par la remise en route ou l'arrêt prolongé de l'irrigation. Elle dépendra principalement de l'analyse de la sensibilité et de la qualité de la ressource en eau et de la décision de valoriser ou de détruire la culture en cours. Cette décision devra être prise très rapidement car l'arrêt prolongé de l'irrigation influencera la qualité du produit :

- **cultures sous serres en verre** : l'arrêt de l'irrigation durant 24 heures entraîne une destruction de la culture en cours, voire au bout de quelques heures en cas de forte chaleur.
- **cultures sous serres en plastique et cultures sous tunnels en plastique** : l'arrêt de l'irrigation durant 24 heures (voire moins) peut entraîner une perte de rendement importante, voire une destruction de la culture en cas de forte chaleur.

Cette problématique se pose principalement en ZST car l'arrêt prolongé de l'irrigation sur une culture potentiellement valorisable risque de dégrader la qualité de sa récolte et de limiter sa valorisation ultérieure. La levée de cette action doit donc être prioritairement étudiée dans la ZST.

Facteurs à prendre en compte pour la levée de l'action
Devenir de la culture en cours et stratégies envisagées
Conséquences sur les récoltes d'un arrêt prolongé de l'irrigation (entre un jour et une semaine selon les cultures et les conditions climatiques au moment de l'accident)
Gestion de la ressource en eau et qualité de l'eau d'irrigation utilisée

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence) ;
- La sensibilité à la contamination des sources d'eau servant à l'irrigation est fortement liée au contexte environnemental de l'accident. Elle sera étudiée en priorité avant la réouverture de l'irrigation.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

S'il n'y a pas de surcoût associé à la mise en œuvre de cette action, cette dernière peut entraîner un manque à gagner dû aux pertes de récoltes ou de qualité consécutives à l'arrêt de l'irrigation.

Coûts directs faibles mais coûts indirects potentiellement élevés

COMMENTAIRES

- Cette action préventive apparaît facile à mettre en œuvre (du moins pour les parcelles proches de l'exploitation). *A priori*, son application ne devrait pas poser de problème d'acceptabilité.
- D'un point de vue agronomique, la principale problématique est liée à l'arrêt prolongé de l'irrigation d'une culture qui est potentiellement valorisable (ZST principalement) (cf. levée de l'action).
- Dans le nord ou l'est de la France pendant l'hiver, et dans le sud pendant l'été, aucune culture n'est cultivée et donc irriguée.
- L'équipement en citernes de stockage de l'eau issue du ruissellement sur le toit des serres tend à se généraliser.
- La sensibilité à la contamination des sources d'eau utilisées pour l'irrigation est fortement liée au contexte environnemental de l'accident. Elle sera étudiée en priorité en cas d'accident.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Cette action préventive consiste à fermer les bâtiments de l'exploitation et à couvrir les stocks présents dans l'exploitation avant le passage du panache radioactif.

Les bâtiments abritent du matériel de lavage, d'épluchage, de calibrage et de conditionnement (barquettes, plateaux en bois ou en carton, filmeuses...) ainsi que des réfrigérateurs de stockage.

OBJECTIFS

L'objectif de cette action préventive est de limiter la contamination à l'intérieur des bâtiments de l'exploitation et de minimiser la contamination des stocks, du matériel et des produits récemment récoltés.

Obj. 1	Minimiser la contamination interne des bâtiments
Obj. 2	Minimiser la contamination des stocks

CIBLES

- les produits et le matériel stockés dehors (souvent sous bâche) ;
- les bâtiments isothermes non fermés et à ventilation statique, utilisés pour un stockage durant 3 à 4 jours (tomates...) ;
- les réfrigérateurs pour un stockage de courte durée des produits récoltés (jusqu'à 8 jours) ;
- les silos ventilés en vrac ouverts dans des bâtiments ouverts (oignons...) ;
- les stocks de matériels sous films en plastique, les palox, autres équipements de stockage ou de conditionnement.

Bâtiments à ventilation statique	Bâtiments à ventilation dynamique ou climatisés	Produits récoltés ou matériels stockés dehors	Réfrigérateurs
----------------------------------	---	---	----------------

MISE EN ŒUVRE

Méthode de mise en œuvre :

- **Bâtiments de stockage équipés de portes et de systèmes de ventilation** : la fermeture des bâtiments et l'arrêt des systèmes de ventilation (coupure d'alimentation électrique) peuvent être rapides (en théorie : de quelques minutes à une heure environ) mais sont fonction de la localisation des installations par rapport au domicile de l'agriculteur, de leur nombre et de leurs dimensions. Il s'agit également de calfeutrer les systèmes de ventilation statique.
- **Produits récoltés ou matériels stockés dehors** : il s'agit de rentrer les remorques, les palox et le matériel de conditionnement dans des locaux protégés et, si possible, étanches ou de les couvrir par des bâches en plastique.
- **Réfrigérateurs** : il s'agit d'arrêter les « groupes froids ». Il peut être très judicieux, pour faciliter la remise en route ultérieure, de couvrir ces derniers à l'aide d'une bâche pour les préserver de la contamination.

Délai de mise en œuvre : cette action préventive est à mettre en œuvre avant le passage du panache radioactif. Son intérêt est beaucoup plus limité ensuite.

Moyens nécessaires : le bâchage des remorques et du matériel de conditionnement nécessite une quantité importante de bâches. Le calfeutrage des ouvertures d'aération nécessite du matériel spécifique généralement non disponible sur les exploitations et des délais plus longs (obturation d'ouvertures non prévue en temps ordinaire).

Déchets produits : cette action n'est pas spécialement productrice de déchets si elle est limitée dans le temps (sauf les bâches éventuellement utilisées qu'il faudra éliminer).

	Délai de mise en œuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Fermeture des bâtiments et arrêt des systèmes de ventilation	Quelques minutes à une heure + délai d'accès	Facile	Exposition interne par inhalation et exposition externe (panache) (pour une mise en œuvre au cours du rejet) Exposition externe (dépôt) (pour une mise en œuvre après le passage du panache)
Couverture des produits stockés à l'extérieur	15 minutes par remorques + délai d'accès	Moyenne	
Arrêt et couverture des "groupes froids"	15 minutes par groupe	Facile	

EFFICACITE

- **Fermeture des bâtiments à ventilation statique** : il est impossible de rendre ces bâtiments totalement étanches à l'air. Leur fermeture réduit tout de même la contamination à l'intérieur. L'efficacité est, en théorie, plus importante en cas de dépôt humide qu'en cas de dépôt sec.
- **Fermeture des bâtiments à ventilation dynamique (voire climatisés) et des groupes « froids »** : ces installations sont souvent bien isolées. Leur fermeture et l'arrêt de leur ventilation ou de leur climatisation sont efficaces.
- **Couverture des produits et du matériel stockés à l'extérieur** : si les bâches utilisées sont en bon état et correctement installées, le niveau de contamination des stocks sera très nettement réduit.

LEVEE DE L'ACTION

STRATEGIE 1 (VALORISATION) :

- **Option 1 : valoriser les cultures en cours** : la levée de cette action se traduit par :
 - la remise en route de la climatisation des groupes « froids ». Au-delà de un ou deux jours, l'inertie thermique des réfrigérateurs n'est plus suffisante pour maintenir une température suffisamment basse (4°C) pour garantir un état satisfaisant des récoltes fragiles.
 - le débâchage et la poursuite du traitement (lavage, conditionnement, etc.) puis la vente des produits récoltés doivent être réalisés dans les jours qui suivent pour permettre leur valorisation sur le marché du frais ou dans l'industrie.
- **Option 2 : limiter les contraintes de gestion à court terme et valoriser les prochaines récoltes (abandonner la production en cours)** : la réouverture des bâtiments de stockage n'est pas un enjeu immédiat.

STRATEGIE 2 (NON-VALORISATION) :

Les stocks et le système de production sont abandonnés.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette mesure, si elle demeure très transitoire, ne devrait pas induire de surcoûts spécifiques, sauf l'éventuelle perte de qualité organoleptique des produits voire l'éventuelle perte de la récolte pendant quelques jours.

Coûts directs faibles à modérés

PRECAUTIONS

- **Protection des opérateurs** :
 - Cette action préventive ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence). Par ailleurs, une protection particulière peut être nécessaire pour les opérateurs lors de la levée de l'action.
 - Tout bâtiment fermé doit être aéré avant d'y pénétrer car, l'atmosphère à l'intérieur du bâtiment peut être très pauvre en O₂ et très riche en CO₂ (risque d'asphyxie).
- La remise en route des systèmes de ventilation ou de climatisation nécessite de changer, au préalable, les filtres, voire de laver les bâtiments.
- **Gestion des déchets** : en temps normal, l'élimination des bâches en plastique utilisées en agriculture est problématique, surtout dans certains départements dépourvus de filière de gestion de ces déchets. Cette action en produirait une grande quantité, de surcroît contaminée. **Les déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière doit donc être organisée.**

COMMENTAIRES

Les situations où le bâchage des produits stockés et des équipements est envisageable sont relativement rares.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Entre deux cycles de production, les serres (en verre et en plastique) abritant des cultures hors sol sont vidées et nettoyées. Si, à la suite d'un passage du panache radioactif, l'intérieur des serres est supposé contaminé, un nettoyage plus poussé permet de réduire significativement cette contamination interne de l'installation. Cette action doit être réalisée au plus tôt pour une efficacité optimale et doit, si possible, être précédée du nettoyage de toutes les sources potentielles de « recontamination » de l'intérieur des serres (toits, aérations...).

OBJECTIFS

L'objectif de cette action est de nettoyer l'intérieur des serres afin de limiter la contamination du système de production, des futures récoltes et de réduire, dans le cadre d'une démarche d'optimisation, l'exposition des opérateurs.

Obj. 1	Minimiser la contamination du système de production et des futures récoltes
Obj. 2	Minimiser l'exposition des opérateurs à moyen et long termes

CIBLES

Serres abritant des cultures hors sol (serres en verre, serres en plastique)	Serres abritant des cultures de pleine terre
 <p>ACTA/IRSN</p> <p>Systèmes d'aération au faîtage (sommets de la serre)</p>	 <p>ACTA/IRSN</p> <p>Supports de culture</p>
	 <p>ACTA/IRSN</p> <p>Surfaces internes d'une serre</p>

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre :**
 - Dans un premier temps, il s'agit principalement d'évacuer, avec précaution, l'ensemble des éléments présents dans les serres (pains de laine de roche, ficelles, films en polyéthylène, déchets végétaux...). Selon leur niveau de contamination, ces derniers suivent leur voie habituelle d'élimination ou une voie spécifique pour la gestion des déchets contaminés. Dans ce dernier cas, un entreposage temporaire dans un lieu de l'exploitation peut être nécessaire jusqu'à ce qu'une filière de gestion de ces déchets soit opérationnelle.
 - Un nettoyage des serres doit précéder leur désinfection (généralement effectuée à l'aide de fongicides, de bactéricides et d'insecticides avant la remise en culture). Il consiste à :
 - nettoyer les murs et les sols bétonnés à l'intérieur des serres par un nettoyage, si possible à « haute pression », avec de l'eau chaude contenant des détergents ;
 - gratter, balayer ou décaper les surfaces en terre battue tassée ;
 - nettoyer les équipements directement ou indirectement en contact avec les récoltes futures.

La principale difficulté de la mise en œuvre est l'évacuation de l'eau utilisée pour le nettoyage. En effet, dans les serres sur terre battue, les effluents s'infiltrent et s'accumulent dans le sol. Dans les serres à surfaces entièrement bétonnées, des systèmes d'évacuation de l'eau sont prévus.

- **Moyens de mise en œuvre :** ces actions nécessitent des moyens matériels permettant l'évacuation des déchets des serres (bennes...) et l'entreposage éventuel des déchets produits. Pour le nettoyage, des nettoyeurs à « haute pression » (150 bars) sont nécessaires, mais ils risquent de ne pas être présents sur l'exploitation. Par ailleurs la mise œuvre de ce nettoyage demande des moyens humains importants.
- **Délai de mise en œuvre :** l'objectif est d'effectuer ce nettoyage le plus tôt possible afin de limiter la fixation de la contamination sur les parois et les équipements des serres et d'obtenir une efficacité maximale du nettoyage. Dans tous les cas, il serait plus judicieux d'effectuer, au préalable, un nettoyage de l'extérieur des serres (toit et murs) en faisant bien attention de les rendre hermétiques. A plus long terme, un tel nettoyage a une efficacité moins importante mais peut rester intéressant.

Quantité de déchets	Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
20 litres / m ²	Plusieurs jours	Importante	Exposition externe, voire exposition cutanée et par inhalation si les opérateurs ne sont pas protégés

EFFICACITE

Plus le nettoyage est mis en œuvre rapidement, plus l'efficacité de l'action est importante. S'il est effectué dans les premières semaines suivant l'accident, un nettoyage à l'eau chaude à « haute pression » d'une surface bétonnée peut réduire la contamination d'un facteur 1,5 à 5 pour la plupart des radionucléides et d'un facteur 2 à 10 pour le plutonium. Pour certains radionucléides très solubles (iode, tritium...) et pour les surfaces lisses (verre, acier inoxydable), l'efficacité peut être supérieure.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- Pour limiter l'exposition des opérateurs, il est nécessaire de prévoir du matériel de protection pour les opérateurs ;
- L'enlèvement des films en polyéthylène doit être méthodique ;
- Il faut prévoir la gestion des eaux de lavage (entreposage et évacuation) ;
- Il convient de prévoir le nettoyage préalable des toits, voire des murs extérieurs.
- Des mesures (débit de dose) permettent de déterminer les zones à nettoyer en priorité pour limiter les quantités d'eau utilisées (cas des surfaces vitrées en particulier).

LEVEE DE L'ACTION

La levée de cette action se traduit par la remise en culture des serres ainsi que par la mise en œuvre d'actions complémentaires destinées à limiter l'entrée de la contamination environnante de l'exploitation (précautions lors de l'entrée des opérateurs dans les bâtiments...).

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Les principaux coûts de mise en œuvre de ces actions sont liés aux moyens humains, aux quantités d'eau nécessaires, à l'éventuelle perte des cultures.

Coûts directs supportables par l'exploitation

COMMENTAIRES

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Les abords des abris en plastique ou en verre sont généralement constitués de parterres enherbés, de sols nus ou de fossés d'évacuation des eaux de ruissellement ou de l'eau des abris. En général, ces abords présentent des niveaux de contamination semblables à l'environnement de l'exploitation. Cependant, certains abords peuvent constituer des zones d'accumulation de radionucléides entraînés par l'eau de pluie. Ils constituent ainsi une source potentielle de remise en suspension de la contamination, voire d'exposition des opérateurs. Enfin, les lieux de passage avant l'entrée dans les abris peuvent être une source de contamination secondaire de l'intérieur de ceux-ci.

OBJECTIFS

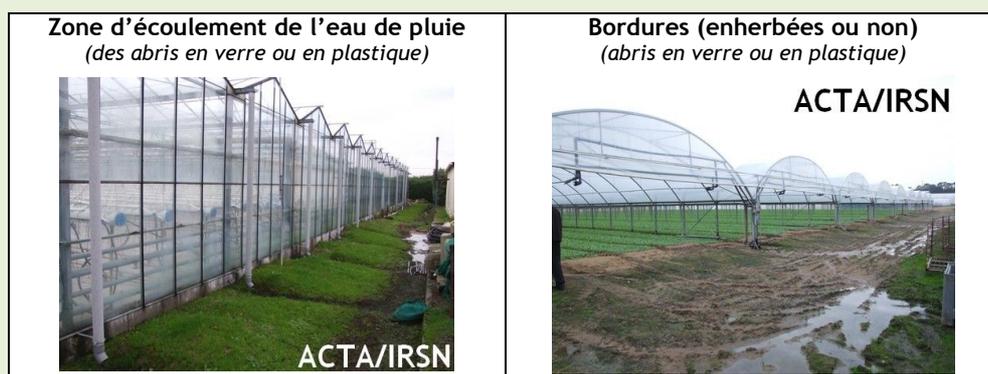
L'objectif de cette action est double :

- limiter la contamination des abords des abris pour éviter la « recontamination » à moyen et long termes de l'intérieur des abris, par remise en suspension ou par d'autres voies ;
- limiter l'exposition externe des opérateurs travaillant dans les abris et pouvant circuler sur leurs abords.

Obj. 1	Minimiser la recontamination à moyen et long termes de l'intérieur des abris
Obj. 2	Minimiser l'exposition des opérateurs à moyen et long termes

CIBLES

Cette action s'applique principalement aux zones d'écoulement de l'eau de pluie et aux abords des abris qui constituent des zones d'accumulation de la contamination initialement déposée sur les abris ou sur les sols environnants.



MISE EN ŒUVRE

- Méthode de mise en œuvre :
 - Enfouissement de la contamination : enfouir la couche superficielle du sol constituant les abords des abris ;
 - Décapage de la couche superficielle du sol : enlever une couche de terre aux abords des abris en décapant les cinq premiers centimètres de sol ;
 - Curage des fossés.
- Moyens de mise en œuvre :
 - Enfouissement de la contamination : motoculteurs, tracteurs... ;
 - Décapage de la couche superficielle du sol : bulldozers, tracteurs munis d'un godet. Les déchets produits (70 kg /m² pour un décapage sur 5 cm de profondeur) peuvent être stockés temporairement ou épandus sur une parcelle environnante, leur niveau de contamination n'étant pas nécessairement beaucoup plus important. Ces déchets peuvent également être évacués vers un site dédié ;
 - Curage des fossés : cette opération nécessite une pelleteuse ainsi qu'une remorque pour l'évacuation des déchets qui sont *a priori* plus contaminés que le reste de l'environnement. En effet, les fossés reçoivent la contamination déposée initialement sur les abris, voire également la contamination ayant ruisselé sur le sol.
- Délai de mise en œuvre : la mise en œuvre de ces actions ne doit pas intervenir dans l'urgence mais à moyen terme. La priorité est donnée au nettoyage des abords des abris le plus fréquemment utilisés avant de pénétrer dans ces abris.

	Délai de mise en oeuvre	Difficulté
Enfouissement de la contamination	Moyen terme	Moyenne à élevée selon la disposition des abris
Décapage de la couche superficielle du sol		
Curage des fossés		

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **Recontamination de l'intérieur des abris** : l'efficacité peut être relativement significative à moyen et long termes ;
- **Exposition des opérateurs** : les opérateurs passent peu de temps sur certains abords et à proximité des fossés. Ces derniers ne constituent donc pas une source importante d'exposition des opérateurs. Cependant, le nettoyage des abords fréquentés peut permettre de limiter l'exposition de tous les jours.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Exposition des opérateurs** : les opérateurs sont exposés principalement par irradiation externe. Cependant, les projections lors du nettoyage peuvent entraîner une contamination cutanée et par inhalation, moins importante que l'irradiation externe, et qui peut être réduite par l'utilisation de masques et de combinaisons jetables ;
- Pour limiter la « recontamination » de l'intérieur des abris, ces mesures doivent être accompagnées d'un ensemble de précautions : nettoyage des engins et des intervenants avant d'entrer dans les abris, sas....

LEVEE DE L'ACTION

Si nécessaire, cette action peut être renouvelée à plus long terme, sur avis des pouvoirs publics.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Les principaux coûts de ces actions correspondent au temps nécessaire à leur mise en œuvre, à la location éventuelle du matériel et à la gestion des déchets.

Coûts directs supportables par l'exploitation

COMMENTAIRES

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action s'inscrit dans le cadre d'une stratégie de valorisation du patrimoine agricole même si elle consiste à ne pas valoriser les cultures en cours de développement au moment du dépôt et à les laisser sur place.

OBJECTIFS

Puisque la récolte des cultures n'est pas effectuée, quel que soit leur niveau de contamination, cette action ne produit pas de déchets supplémentaires à gérer, à court terme, hors de la parcelle. De plus et toujours à court terme, elle évite d'exposer inutilement les opérateurs.

Obj.1	limiter les quantités de déchets à gérer à court terme
Obj.2	Eviter l'exposition externe des opérateurs à court terme

CIBLES

Cette action concerne toutes les cultures sous abris non valorisables, quels que soient leur niveau de contamination et leur stade végétatif au moment de l'accident. Le délai et la méthode de levée de l'action sont différents pour les abris de cultures hors sol ou pour les cultures de pleine terre.

Abris de cultures hors sol <i>(serres en verre, serres en plastique)</i>	Abris des cultures de pleine terre <i>(Serres et tunnels en plastique)</i>
--	--

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : il s'agit simplement d'arrêter la conduite usuelle de la culture (fertilisation, irrigation, gestion de l'ambiance...) et de la laisser sur place. Cette action peut s'appliquer toute l'année et être éventuellement couplée à la fermeture temporaire des abris ou à un désherbage ou à un broyage de la culture (notamment pour les légumes feuilles) ;
- **Délai de mise en œuvre**: la décision d'abandonner les cultures doit être prise relativement rapidement pour éviter la réalisation des diverses interventions normalement prévues dans le suivi de la culture (fertilisation, protection phytosanitaire, récolte, etc.).
- **Moyens nécessaires** : aucun moyen spécifique n'est nécessaire.

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **Quantités de déchets à gérer** : cette action, couplée à l'arrêt de l'irrigation et à la fermeture temporaire des abris, peut réduire de manière significative la quantité de biomasse à éliminer au moment de la réhabilitation des installations.
 - **Cultures de pleine terre** : les actions de réhabilitation ultérieures (enfouissement...) prévoient la gestion *in situ* des résidus végétaux. L'efficacité est donc totale pour cet objectif puisque ces déchets seront gérés directement sur la parcelle. Il faut noter que ces actions peuvent être facilitées si un broyage ou un désherbage de la végétation sont effectués à court ou moyen terme (sur les légumes feuilles) afin de limiter le développement de la végétation.
 - **Cultures hors sol** : à court terme, aucun déchet n'est produit mais, dans tous les cas, les résidus de végétation devront être exportés lors du nettoyage de l'intérieur des abris et avant la relance d'une nouvelle culture.
- **Exposition des opérateurs** : cette action permet de limiter l'exposition des agriculteurs aux radionucléides à vie courte. Son efficacité est d'autant plus importante que des opérations de conduite de la culture normalement prévues ne sont pas réalisées (doses évitées).

LEVEE DE L'ACTION

La levée de cette action se traduit par un abandon durable de l'abri ou par :

- **pour les cultures hors sol** : le nettoyage de l'intérieur et de l'extérieur des abris. Plus cette action est effectuée rapidement, meilleure est son efficacité. La relance d'une nouvelle production peut, quant à elle, être décidée plus tard.
- **pour les cultures de pleine terre** : à moyen ou long terme, après concertation approfondie, diverses actions d'amélioration du sol (enfouissement, ajout de chaux et d'engrais potassique...), un passage à des cultures hors sol (culture sur bâches), voire à une délocalisation de l'installation dans une zone non contaminée.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'induit pas de coût direct mais se traduit par une perte de revenu due à l'abandon de la culture. Les conséquences peuvent être beaucoup plus importantes si l'agriculteur ne peut pas relancer une production rapidement et s'il est contraint de modifier son installation.

Coûts relativement importants, voire difficilement supportables, pour l'exploitation

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

COMMENTAIRES

Cette action semble rassurante pour les consommateurs et acceptable pour les agriculteurs si elle est correctement accompagnée et si elle s'inscrit dans un programme de réhabilitation à long terme.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cet ensemble d'actions s'inscrit dans une démarche de relance de l'activité agricole et des cultures de pleine terre sous abris en plastique (serres et tunnels). Il comprend principalement le changement des bâches, un travail du sol, éventuellement complété par l'apport d'engrais potassiques et de chaux. Certaines zones plus contaminées (entrées de l'abri...) peuvent, le cas échéant, être décapées.

OBJECTIFS

L'objectif de cette action est d'améliorer les conditions de culture pour limiter la contamination des futures récoltes ainsi que l'exposition des opérateurs à moyen et long termes.

Obj. 1	Améliorer le système de production et limiter la contamination des futures récoltes
Obj. 2	Minimiser l'exposition des opérateurs à moyen et long termes

CIBLES



MISE EN ŒUVRE

- Méthode de mise en œuvre :**
 - Changement des bâches :** les bâches couvrant l'abri peuvent être enlevées et stockées temporairement dans un coin de l'exploitation avant leur évacuation vers un site de gestion particulier si leur niveau de contamination l'exige. Il ne s'agit pas de modifier l'armature de l'abri.
 - Travail du sol :** il s'agit principalement d'effectuer un labour (sur la profondeur maximale permise par l'appareil utilisé) ou un travail du sol à l'aide d'outils à disques ou à dents. Ce travail peut éventuellement être précédé d'un décapage local de la couche superficielle du sol (zones proches des ouvertures...).
 - Apports de chaux et d'engrais potassiques :** un apport important de potasse ou de chaux, en une seule fois, est recommandé avant l'implantation de la culture. Cet apport peut éventuellement être renouvelé les années suivantes. Les doses à apporter sont variables selon les sols et seront précisées à la suite d'une analyse de sol.
 - **Chaux :** 1 à 2 t/ha/an (à renouveler éventuellement les années suivantes) ;
 - **Engrais potassiques :** 100 à 200 kg de K/ha (soit environ les exportations d'une à deux cultures exigeantes).
- Moyens de mise en œuvre :** ces actions nécessitent des moyens humains importants et du matériel adapté aux dimensions des abris. Ces moyens ne sont pas nécessairement présents sur l'exploitation mais peuvent être acheminés à moyen ou long terme. Un approvisionnement des exploitations en chaux et en engrais potassiques, géré à l'échelle du territoire contaminé, est nécessaire pour permettre l'apport des quantités préconisées.
- Déchets produits :** cet ensemble d'actions peut produire des quantités de déchets importantes et de natures diverses (plastiques, terre contaminée...). Les résidus végétaux des cultures précédentes, abandonnés sur le sol, pourront être enfouis sur place par un travail du sol. L'évacuation des bâches en plastique constitue un problème important. Leur stockage temporaire dans un coin de l'exploitation permettra une réflexion approfondie sur leur élimination.
- Délai de mise en œuvre :** cette action ne peut être mise en œuvre qu'à **moyen ou long terme**, après réflexion sur le devenir de l'exploitation.

	Difficulté	Durée de mise en œuvre	Quantité de déchets <i>Calculée pour un tunnel en plastique de 8 m de large, 2,5 m de haut et 100 m de long</i>
Changement des bâches en plastique	Importante	Plusieurs jours	≈ 1000 m ²
Travail du sol	Facile	Quelques heures	-
Décapage local (sur 5 cm)	Importante	Plusieurs jours	70 kg /m ² (terre) soit ≈ 4 m ³
Ajout de chaux et d'engrais potassiques	Facile	Quelques heures	-

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **Exposition des agriculteurs :**

- **Enlèvement des bâches :** l'enlèvement des bâches en plastique permet d'enlever la contamination qui s'y est déposée. Celle-ci est cependant difficilement quantifiable et est très fortement liée aux conditions météorologiques au moment de l'accident et après celui-ci. Des mesures de débit de dose permettront de l'estimer.
- **Travail du sol :** le labour et, dans une moindre mesure, un travail du sol avec un outil à disques, permettent de limiter l'exposition des agriculteurs à moyen et long termes en enfouissant les radionucléides qui seraient, sans intervention, restés fixés dans les premiers centimètres du sol (ex : Cs). La couche de sol travaillée joue le rôle d'écran en atténuant les rayonnements émis par les radionucléides enfouis. Son efficacité est d'autant plus grande que la profondeur de travail du sol est importante.
- **Décapage de la couche superficielle du sol :** ce décapage permet d'enlever jusqu'à 90 % de la contamination déposée sur le sol.
- **Apports d'engrais potassiques et de chaux :** aucun effet.

- **Contamination des cultures des années suivantes :**

- **Enlèvement des bâches :** les bâches peuvent être un frein à l'entrée dans les abris de la contamination environnante et remise en suspension dans l'air. Au fil du temps, ces bâches se détériorent. Leur remplacement permet donc de limiter la contamination des cultures par la contamination extérieure à l'exploitation.
- **Travail du sol :** le passage d'un transfert foliaire à un transfert racinaire diminue significativement la contamination des cultures des années suivantes. Si un labour a pu être effectué sur 35 à 40 cm de profondeur, il peut être opportun de ne pas labourer les années suivantes et de ne pratiquer qu'un travail superficiel.
- **Effet des engrais potassiques sur l'absorption racinaire du césium :**
L'ajout d'engrais potassiques est plus efficace lorsque la quantité de potassium échangeable dans le sol est inférieure à 0,5 meq/100g de sol. Dans certaines conditions, la réduction de l'absorption racinaire du césium peut atteindre 80 %.
- **Effet de la chaux sur l'absorption racinaire du strontium :**
 - Pour des sols à pH inférieur à 7, l'augmentation du pH après apport de chaux peut permettre une réduction du transfert de strontium de l'ordre de 50% à 80 % selon la texture du sol.
 - Pour les sols à pH supérieur à 7, l'apport de chaux n'a pas d'effet sur la réduction des transferts de strontium.

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- Dans l'objectif de limiter l'exposition des opérateurs, il est nécessaire de prévoir du matériel de protection des opérateurs lors la mise en œuvre de ces actions.
- Risque de carence en oligoéléments en cas d'élévation excessive du pH : l'apport excessif de chaux entraîne une élévation du pH des sols. Cette élévation du pH rend insoluble un certain nombre d'oligo-éléments, comme le Cu, le Mn ou le Zn, ce qui se traduit par des carences des plantes et des baisses de rendement qui peuvent être importantes. L'apport excessif de K pose globalement moins de problème aux plantes (carence en magnésium) que l'apport excessif de chaux. Les agriculteurs devront tenir compte de ces apports supplémentaires dans les plans de fumure suivants, en réalisant une analyse de sol.

LEVÉE DE L'ACTION

La levée de cette action se traduit par la remise en culture des abris ainsi que par la mise en œuvre d'actions complémentaires destinées à limiter l'entrée de la contamination environnante de l'exploitation (précautions lors de l'entrée des opérateurs dans le bâtiments...).

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Coûts directs importants

COMMENTAIRES

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à nettoyer à l'aide d'un nettoyeur à « haute pression », si possible avec de l'eau chaude et des détergents, l'ensemble des équipements et installations de l'exploitation. Une attention particulière doit être portée au mode de gestion de l'eau de lavage.

OBJECTIFS

L'objectif de cette action est de réduire la contamination de l'intérieur des bâtiments et du matériel utilisé pour la production. Elle s'inscrit dans une stratégie générale visant à limiter la contamination des productions en cours de développement et à venir, ainsi que l'exposition à moyen et long termes des agriculteurs.

Obj. 1	Minimiser la contamination interne des bâtiments et des équipements de production
Obj. 2	Minimiser la contamination interne des stocks et des futures productions

CIBLES

Installations de stockage	Equipements de l'installation
---------------------------	-------------------------------

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : cette action consiste à :
 - nettoyer les murs, les surfaces vitrées, les surfaces métalliques et les sols en dur de l'intérieur des installations par un nettoyage à « haute pression », si possible, avec de l'eau chaude contenant des détergents ;
 - nettoyer les équipements directement ou indirectement en contact avec la production en cours de développement ou les récoltes futures ;
 - nettoyer les systèmes de ventilation ou d'aération ;
 - à plus long terme, bétonner éventuellement les surfaces au sol pour fixer la contamination et servir d'écran pour les opérateurs.
- **Délai de mise en œuvre** : cette action doit être mise en œuvre le plus tôt possible après le passage du panache radioactif afin de limiter la fixation de la contamination aux différentes parois et aux différents équipements des installations et d'obtenir une efficacité maximale du nettoyage. A plus long terme, un tel nettoyage a une efficacité moins importante mais peut rester intéressant. Un nettoyage répété peut aussi avoir une efficacité non négligeable.
- **Durée et difficulté de mise en œuvre** : cette action, relativement aisée, peut être achevée en quelques jours, en fonction des moyens humains et matériels disponibles. La principale difficulté de mise en œuvre est la gestion de l'eau utilisée pour le nettoyage.
- **Moyens nécessaires** : des nettoyeurs à « haute pression » ne sont pas forcément présents sur les exploitations. Il est par ailleurs difficile de disposer d'eau chaude et de détergents.
- **Exposition des opérateurs** : les opérateurs sont exposés principalement par irradiation externe. Cependant, les projections lors du nettoyage peuvent entraîner une contamination cutanée et par inhalation, moins importante que l'irradiation externe, et qui peut être réduite par l'utilisation de masques et de combinaisons jetables.
- **Déchets produits** : le principal déchet produit par cette action est l'eau contaminée issue du rinçage de l'intérieur des bâtiments ou du matériel. Sa récupération, si elle est justifiée, peut se révéler délicate.

Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Quelques jours	Facile	Exposition externe, voire exposition cutanée et exposition par inhalation si les opérateurs ne sont pas protégés

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer en termes de **contamination à l'intérieur des bâtiments** (et par conséquent de contamination des prochaines cultures et de l'exposition des opérateurs). Plus le nettoyage est mis en œuvre rapidement, plus l'efficacité de cette action est importante. Un nettoyage à « haute pression » avec de l'eau chaude d'une surface bétonnée peut réduire la contamination d'un facteur 1,5 à 5 pour la plupart des radionucléides et d'un facteur 2 à 10 pour le plutonium. Pour certains radionucléides très solubles (iode, tritium...), son efficacité peut être supérieure.

LEVEE DE L'ACTION

Dans la mesure du possible, cette action doit être renouvelée pour augmenter son efficacité et limiter la « recontamination » ultérieure apportée par les différents mouvements de personnes ou d'engins ou par remise en suspension, dans l'air, de la contamination de l'environnement de l'exploitation.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'induit pas de surcoût pour les producteurs, à part une augmentation des volumes d'eau utilisés.

Coûts directs supportables par l'exploitation

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Exposition des opérateurs** : les opérateurs seront exposés principalement par irradiation externe. Cependant, les projections lors du nettoyage peut entraîner une contamination cutanée et par inhalation, moins importante que l'irradiation externe, et qui peut être réduite par l'utilisation de masques et de combinaisons jetables.
- Le nettoyage risque de remettre en suspension de la contamination. Il faut donc veiller à ne pas « recontaminer » la production située à l'intérieur des bâtiments.

COMMENTAIRES

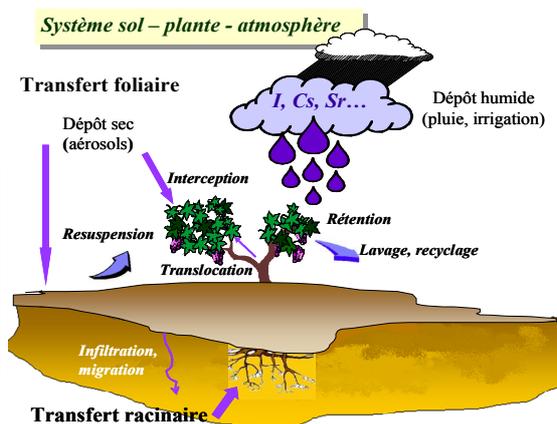
Le nettoyage de l'extérieur des bâtiments ne peut pas être réalisé par l'exploitant.

VIGNES ET VERGERS

PRINCIPALES VOIES DE CONTAMINATION DES VIGNOBLES ET DES VERGERS

Lors du passage du panache radioactif, le **dépôt direct** et le **transfert foliaire** constituent, selon la période de l'année, les principales voies de contamination des fruits et des organes de réserve de la plante. Plus la date de l'accident est proche de celle de la récolte, plus l'interception du dépôt par les parties aériennes, et par conséquent la contamination des végétaux, est importante. La contribution relative des voies d'exposition est cependant variable selon les radionucléides. Les années suivantes, ces deux voies de contamination peuvent jouer un rôle non négligeable si les conditions de culture sont propices à la remise en suspension de la contamination. La principale voie de contamination des parties comestibles reste cependant la **translocation des radionucléides depuis les organes de réserves de la plante (cep, tronc)**. Contrairement au cas des cultures annuelles, le **transfert racinaire** vers les cultures pérennes ne devient prépondérant que plusieurs années après l'accident, en fonction de la profondeur des racines et de la nature du sol.

Exemple de la vigne	% du dépôt intercepté par les feuilles	Répartition des voies de contamination du raisin produit l'année de l'accident
Fin de la floraison	40%	100% par translocation
Début de la maturation	60%	Dépôt direct : 90% pour le Sr, 50% pour le Cs Translocation : 10% pour le Sr, 50% pour le Cs



REPARTITION TEMPORELLE DU RISQUE DE CONTAMINATION

- **Risque de contamination des fruits** : plus la date de l'accident est proche de la date de la récolte, plus la contamination de la première récolte est importante. L'effet de la contamination par translocation vers les fruits est mesurable dès les premiers jours suivant l'accident. Le niveau de contamination des récoltes suivantes est très inférieur et principalement dû à la capacité de fixation des radionucléides par le sol.
- **Risque d'exposition des opérateurs** : les interventions sur les parcelles ont lieu tout au long de l'année et le nombre de jours de l'année sans intervention dans un vignoble ou dans un verger est très faible. On peut schématiquement distinguer trois périodes dans la conduite des vignobles et des vergers :
 - les travaux en vert, pendant la période de végétation de la culture (généralement entre avril et août, avec des variations en fonction des espèces et des régions) : il s'agit des traitements phytosanitaires, de la fertilisation, de l'irrigation, de l'éclaircissement et des opérations spécifiques à chaque culture (épamprage, attache des lianes pour le kiwi, etc.) ;
 - les travaux de récolte, principalement entre août et septembre en fonction des espèces et des régions, mais pouvant être plus précoces (abricot) ou plus tardifs (kiwi en novembre) et s'étaler sur tout l'automne pour les pommes, voire en hiver pour les agrumes et les olives ;
 - les travaux de taille et d'entretien mécanique du sol pendant l'hiver, lorsque les arbres fruitiers (à feuilles caduques) et la vigne ont perdu leurs feuilles.

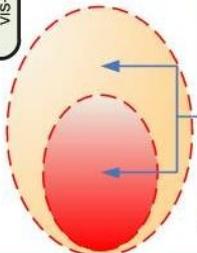
REMARQUE : pour les espèces à feuilles caduques, on peut noter que la période de taille des arbres ou de la vigne (décembre à février) est la période où un accident présenterait le moins de risque pour la culture mais le risque d'exposition serait le plus grand pour les opérateurs (car c'est une période de travail importante).

INFLUENCE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES PENDANT ET APRES L'ACCIDENT

- **En cas de dépôt sec**, une partie non négligeable de la contamination peut être interceptée par les parties aériennes de la vigne et des arbres. Les conditions sont les plus pénalisantes entre la « floraison » et la « maturation ».
- **En cas de conditions humides au moment du dépôt**, la fraction sèche du dépôt interceptée par les parties aériennes est en partie lessivée par la pluie vers le sol. Le transfert foliaire et le dépôt direct sont ainsi réduits. Cependant, il faut rappeler que la pluie tend à lessiver le panache et à accroître la contamination du sol (par rapport à une situation sans pluie) [Cf. FICHE 3.2].
- **Les premières pluies suivant le dépôt** peuvent enlever une part importante du dépôt intercepté par les parties aériennes (jusqu'à 50 % pour une pluie 6 jours après le dépôt). Par contre, les autres pluies n'ont qu'un faible effet.

PHASE D'URGENCE

Aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache



Hors périmètres

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection de la population vis-à-vis du panache (Mise à l'abri et à l'écoute, prise d'ode stable, évacuation...)

Périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Dans ces périmètres, l'objectif majeur est la protection des populations et des opérateurs à travers la mise en place d'actions de protection de la population vis-à-vis du panache (mise à l'abri et à l'écoute, prise d'ode stable, évacuation...)

Aucune action préventive pour la gestion des vignes et des vergers ne peut donc être imposée en phase de menace et en phase de rejet.

Hors périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence

Compte tenu des conséquences observées ou prévisibles liées au passage du panache dans cette zone, aucune action de protection de la population vis-à-vis du panache n'est mise en œuvre ou envisagée.

Au plus tôt (si possible avant le passage du panache radioactif), des actions préventives peuvent être mises en œuvre pour :

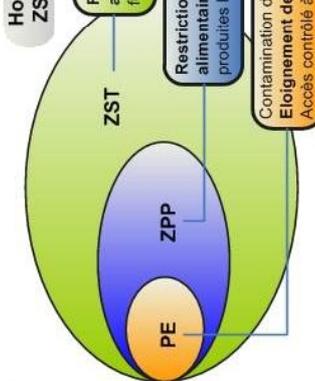
- préserver l'efficacité potentielle de certaines actions post-accidentelles (**arrêt de l'irrigation (1)**)
- **protéger les stocks et les bâtiments (2)**

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

Mise en place du zonage post-accidentel

Levée des actions de protection d'urgence

Contrôle d'accès Interdictions de consommation et de mise sur le marché



Hors ZST

Aucune action de protection de la population ni de restriction de mise sur le marché

Restrictions de consommation et de mise sur le marché des denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produites localement, dans l'attente de contrôles libérateurs.

Restrictions systématiques de consommation et de mise sur le marché de denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux (produits frais, stocks non protégés, fourrages...) produites localement pendant, au minimum, un mois.

Contamination des territoires n'autorisant pas le maintien sur place de la population Eloignement de la population pendant au moins 1 mois Accès contrôlé à la zone

STRATEGIES A ENGAGER EN PRIORITE

STRATEGIE 1

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 ou STRATEGIE 2

STRATEGIE 2

STRATEGIE 1 : VALORISATION

Gestion des cultures en cours et du système de production :

- Option 1 : valoriser les parcelles et la récolte en cours
 - lever les actions préventives ;
 - *poursuivre la conduite de la culture* pour valoriser la récolte en cours, sous réserve des restrictions de mise sur le marché en vigueur et de la conformité des produits.
- Option 2 : limiter les contraintes de gestion à court terme et valoriser la parcelle pour les prochaines récoltes (abandon de la production en cours)
 - éviter d'exposer les opérateurs jusqu'au lancement d'une nouvelle production et de produire des déchets ailleurs qu'au champ (Aucun effet de « décontamination » sur la parcelle)
 - *abandonner temporairement la parcelle et sa production (5)* (production en cours, voire productions suivantes) ;
 - lors de la remise en production de la parcelle, **enfouir les résidus de culture** et la contamination par **un travail du sol (7)** ;
 - apporter de la **chaux** et des engrais potassiques au sol afin de limiter le transfert racinaire de la contamination, à plus long terme, vers les fruits.
- Option 3 : limiter la contamination de la parcelle pour valoriser au mieux les prochaines récoltes (abandon de la production en cours)
 - Efficacité très variable selon la production, le stade végétatif au moment de l'accident et les conditions météorologiques
 - Expose les opérateurs aux radionucléides à vie courte et produit de quantités de déchets importantes devant être gérées à court terme
 - *effeuiller ou tailler au plus tôt les vignes et les arbres fruitiers (5)* susceptibles d'avoir intercepté une partie de la contamination ;
 - collecter puis gérer les déchets verts et putrescibles sur un site dédié avec l'ensemble des déchets produits dans la zone ;
 - apporter de la **chaux** et des engrais potassiques au sol afin de limiter le transfert racinaire à plus long terme de la contamination vers les fruits ;
 - **enfouir les résidus de culture** et la contamination par **un travail du sol (7)** (si nécessaire, **arracher, au préalable, les pieds de vignes ou les arbres fruitiers**) ;

Gestion des stocks

- (stocks quasiment exempts de contamination si des actions préventives ont été mises en œuvre avant le passage du panache)
 - prévoir des mesures de sécurité (aération préalable ou port de masques), en particulier pour les chais de vinification mais également pour les locaux contenant des fruits ;
 - limiter l'entrée de la contamination dans les bâtiments par les différents déplacements.
- Option 2 : éliminer les stocks par le même circuit que les autres déchets de l'exploitation (cf. gestion des déchets)

Gestion des déchets :

- Option 1 : les déchets sont gérés selon les modalités usuelles ;
- Option 2 : les déchets sont gérés sur l'exploitation (enfouissement dans les parcelles...) ;
- Option 3 : les déchets sont collectés puis gérés sur un site dédié avec l'ensemble des déchets produits dans la zone.

Gestion des bâtiments : nettoyer l'intérieur des bâtiments (3) à l'eau sous pression (plus ce nettoyage est mis en œuvre rapidement, plus son efficacité est importante)

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

Raisons possibles (liste non exhaustive) :

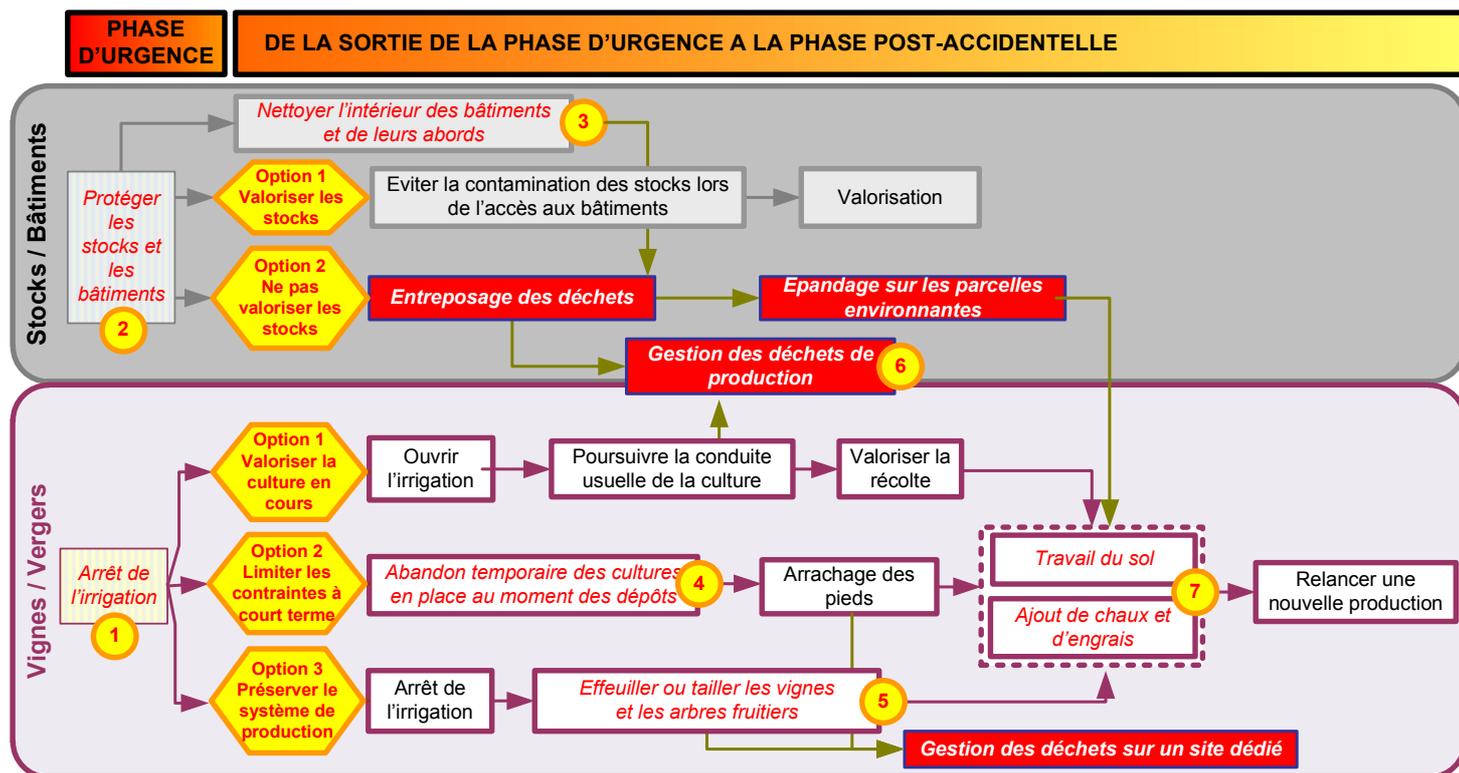
- la contamination est telle que :
- l'objectif prioritaire est la protection des intervenants en limitant les interventions (ex : PE) ;
- la valorisation ultérieure de la récolte n'est pas envisageable et la priorité est donnée à la limitation de la quantité de déchets.

Gestion des cultures en cours et des stocks :

abandon

Gestion du système de production (terre, bâtiments, engins agricoles...): abandon

STRATEGIE 1 : VALORISATION



PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, **aucune action préventive ne doit être recommandée (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence)**. Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions préventives visant d'une part à **protéger les stocks et l'intérieur des bâtiments** (2), d'autre part à préserver, au maximum, l'efficacité de certaines actions envisageables à la suite des rejets (**arrêt de l'irrigation** (1)).

PHASE POST-ACCIDENTELLE

1) Gestion des cultures en cours et des parcelles agricoles

- Option 1 : Valoriser les parcelles et la récolte en cours

Si son arrêt a été mis en œuvre durant la phase d'urgence, l'irrigation doit être rétablie autant que de besoin. Les pratiques usuelles doivent être maintenues jusqu'à la récolte de la parcelle. A noter que les éventuelles transformations industrielles permettent de réduire le niveau de contamination de certains produits mais seront à l'origine de coproduits qui concentrent la radioactivité et dont le niveau de contamination doit être suivi. Avant la relance d'un nouveau cycle de production, des apports de chaux et d'engrais potassiques pourront être réalisés et suivis d'un **travail du sol** (7) afin de limiter le transfert racinaire de la contamination vers les fruits et de limiter au mieux l'exposition externe des intervenants.

- Option 2 : Limiter les contraintes de gestion à court terme et valoriser la parcelle pour les prochaines récoltes (abandon de la production en cours)

Dans les premiers instants de la phase post-accidentelle, la priorité est de ne rien faire et d'**abandonner temporairement les cultures en place** (4). A court terme, aucun déchet n'est produit et les intervenants agricoles ne sont pas exposés. Avant la relance des travaux culturels habituels, la remise en production de ces parcelles devra être accompagnée d'une remise en état (**travail du sol, apports de chaux et de potasse** (7)). Si l'abandon des parcelles est trop long (plus de trois ans) ou si la contamination de la zone ne permet plus de produire du vin ou des fruits dont les niveaux de contamination sont inférieurs aux valeurs réglementaires, il pourra être décidé d'arracher les vignes et arbres fruitiers.

- Option 3 : Limiter la contamination de la parcelle pour valoriser au mieux les prochaines récoltes (abandon de la production en cours)

Dans les premiers instants de la phase post-accidentelle, la priorité est de tenter, si cette action est possible et justifiée, d'exporter la contamination interceptée par la végétation hors de la parcelle **en effeuillant ou en taillant les vignes et les arbres fruitiers** (5), avec récupération puis élimination des déchets végétaux sur un site dédié avec l'ensemble des déchets produits dans la zone. Avant la relance des travaux culturels habituels, la remise en production de ces parcelles devra être accompagnée d'une remise en état (**travail du sol, apports de chaux et de potasse** (7)). Si l'abandon des parcelles est trop long (plus de trois ans) ou si la contamination de la zone ne permet plus de produire du vin ou des fruits dont les niveaux de contamination sont inférieurs aux valeurs réglementaires, il pourra être décidé d'arracher les vignes et arbres fruitiers.

2) Gestion des stocks et des bâtiments

Si des actions de protection des stocks ont pu être mises en œuvre avant le passage du panache radioactif, les produits stockés ne devraient être que très faiblement contaminés. En fonction de la durée du rejet et du contexte post-accidentel, les produits stockés pourraient être valorisés ou détruits. Il n'est pas nécessaire de rouvrir les bâtiments de stockage dans les premiers instants de la phase post-accidentelle, sauf si les conditions le permettent (conformité du produit, autorisation de mise sur le marché, protection du vin dans les chais de vieillissement, des pommes, de poires et des raisins dans des chambres froides de longue conservation). Cette opération devra être effectuée en limitant au minimum l'entrée de contamination par les différents déplacements. Elle devra faire l'objet de mesures de sécurité (aération préalable, port de masques), en particulier pour les chais de vinification mais également pour les locaux contenant des fruits.

Les **bâtiments devront ensuite être vidés et nettoyés** (3), leur contenu pouvant être géré comme déchets sur l'exploitation (stockage sur une parcelle, épanchage) ou envoyé sur un site dédié avec l'ensemble des déchets produits dans la zone. Même si des actions de protection de l'intérieur des bâtiments ont pu être mises en œuvre avant le passage du panache radioactif, l'intérieur des bâtiments et les équipements situés à l'intérieur de ceux-ci seront vraisemblablement contaminés. Un simple nettoyage à l'eau sous pression permettra de réduire de manière significative leur contamination. Plus ce nettoyage sera effectué rapidement, plus son efficacité sera grande.

STRATEGIE 2 : NON-VALORISATION

PHASE D'URGENCE

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

Stocks / Bâtiments

Protéger
les stocks
et les
bâtiments

2

Abandon

Vignes / Vergers

Arrêt de
l'irrigation

1

Abandon

PHASE D'URGENCE

Si des mesures de protection de la population sont décidées, **aucune action préventive ne doit être recommandée (à l'intérieur des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence)**. Dans le cas contraire, avant le passage du panache radioactif, il s'agit de mettre en œuvre des actions préventives visant d'une part à *protéger les stocks et l'intérieur des bâtiments* 2, d'autre part à préserver, au maximum, l'efficacité de certaines actions envisageables à la suite des rejets (*arrêt de l'irrigation* 1).

PHASE POST-ACCIDENTELLE

Les cultures en cours, les parcelles, les stocks et les bâtiments sont abandonnés.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Cette action préventive consiste à fermer les systèmes d'irrigation avant le passage du panache radioactif.

Dans les vignes, les systèmes d'irrigation sont, le plus souvent, en goutte-à-goutte mais il existe également des systèmes d'irrigation à la raie (un sillon par rang) ou par aspersion. L'irrigation de la vigne est interdite pour les vins d'Appellation d'Origine Contrôlée du 1^{er} mai jusqu'à la récolte (sauf dérogation possible entre le 15 juin et le 15 août). Pour les vignes produisant du vin de table ou des vins de pays, l'irrigation est possible jusqu'au 15 août.



Dans les vergers, l'irrigation est le plus souvent localisée au niveau du sol par des goutteurs ou des micro-asperseurs. L'irrigation par aspersion sous frondaison est également utilisée. En hiver (absence de feuilles), l'irrigation par aspersion sur frondaison peut être mise en œuvre dans le cadre de la lutte antigel.

Les sources d'eau pour l'irrigation sont diverses et surtout de sensibilités différentes à la contamination lors du passage du panache radioactif et dans les semaines suivantes. Ainsi, les sources d'eau superficielles (cours d'eau, retenues collinaires (dans le sud-ouest)) présentent un risque significatif de « recontamination » des parcelles et des cultures. A l'inverse, l'eau provenant de nappes souterraines ne devrait pas, dans les premières semaines suivant l'accident, constituer une source de « recontamination » significative.

OBJECTIFS

Cette action vise à :

- préserver la ressource en eau en limitant son utilisation et en réduisant la contamination des eaux de surface, voire des eaux souterraines, par le lessivage du sol durant les premiers instants de la phase post-accidentelle.
- éviter la contamination des parcelles et des cultures par de l'eau contaminée.

Obj.1	Préserver la ressource en eau
Obj.2	Eviter la contamination de la parcelle par de l'eau d'irrigation contaminée

CIBLES

Vignobles irrigués	Vergers irrigués
--------------------	------------------

MISE EN ŒUVRE

- **Délai de mise en œuvre** : les systèmes d'irrigation peuvent être arrêtés rapidement (entre 5 minutes et 3 heures), sauf si les dispositifs sont trop éloignés du siège de l'exploitation (ex : retenues collinaires, pompage en cours d'eau), et si le délai entre l'alerte et le passage du nuage est suffisant.
- **Moyens de mise en œuvre** : aucun moyen spécifique n'est nécessaire, puisqu'il suffit d'arrêter les systèmes d'irrigation en coupant leur alimentation électrique.

Moyens nécessaires	Délai de mise en oeuvre	Difficulté
Aucun <i>(coupure de l'alimentation électrique)</i>	5 minutes à 3 heures	Faible <i>(sauf si les parcelles sont éloignées)</i>

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

1. **préservation de la ressource en eau** : l'arrêt de l'irrigation présente un intérêt et une efficacité importants, quel que soit le système d'irrigation. Il sera d'autant plus efficace que les apports d'eau et les surfaces concernées sont importants.
- **contamination des cultures par de l'eau d'irrigation contaminée** : l'efficacité est totale. Il faut noter que la sensibilité de la ressource en eau (lac, retenue collinaire, rivière, canal à ciel ouvert...) devra être analysée au plus vite par les pouvoirs publics.

LEVEE DE L'ACTION

STRATEGIE 1 (VALORISATION) :

- **Option 1 (« valoriser les parcelles et la récolte en cours »)** : la levée de cette action se traduit par la remise en route des systèmes d'irrigation après vérification de la qualité radiologique et de la sensibilité de la ressource en eau. L'objectif est double :
 - préserver la qualité agronomique de la culture si celle-ci est valorisée : la vigne et les arbres fruitiers sont plutôt résistants au stress hydrique. Un arrêt de l'irrigation pendant plusieurs jours (inférieur à un mois, durée variable en fonction des conditions météorologiques) ne devrait pas détériorer le verger mais pourrait pénaliser la qualité de la récolte (calibre, sucre, « jutosité »), en particulier si l'accident a lieu avant les récoltes estivales (pêchers et abricotiers en juillet-août).
 - limiter la contamination par transfert foliaire de certains radionucléides. Cet objectif est secondaire, dans la mesure où cette action concernerait des produits dont l'état sanitaire ne gênerait pas leur valorisation. Pour obtenir une efficacité intéressante, l'irrigation doit être remise en route dans les premiers jours suivant le dépôt.
- **Option 2 « Limiter les contraintes de gestion à court terme et valoriser la parcelle pour les prochaines récoltes » et option 3 « Limiter la contamination de la parcelle pour valoriser au mieux les prochaines récoltes (abandon de la production en cours) »** : la levée de l'action se traduit par un arrêt prolongé de l'irrigation, toutefois inférieur à un mois si l'on envisage une valorisation les années suivantes, et par la mise en œuvre éventuelle d'actions complémentaires telles que l'« *effeuillage ou la taille des vignes et des arbres fruitiers* ».

STRATEGIE 2 (NON-VALORISATION) :

La culture en cours et le système de production sont abandonnés.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

S'il n'y a pas de surcoût associé à la mise en œuvre de cette action, cette dernière peut entraîner un manque à gagner dû à la dégradation éventuelle de la qualité des récoltes consécutive à l'arrêt de l'irrigation, voire à la perte de la culture.

Coûts directs faibles mais coûts indirects potentiellement très élevés

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** : cette action ne peut être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence).
- La sensibilité à la contamination des sources d'eau servant à l'irrigation est fortement liée au contexte environnemental de l'accident. Elle doit être étudiée en priorité avant la réouverture de l'irrigation.

COMMENTAIRES

- Cette action apparaît facile à mettre en œuvre (du moins pour les parcelles proches de l'exploitation). A priori, son application ne devrait pas poser de problème d'acceptabilité.
- D'un point de vue agronomique, la principale problématique est liée au choix de la stratégie à suivre par la suite (cf. levée de l'action) et à la détermination de la sensibilité de la ressource en eau.

DESCRIPTION

En phase d'urgence, cette action préventive ne doit pas être mise en œuvre là où des actions de protection de la population vis-à-vis du panache radioactif ont été décidées.

Cette action préventive consiste à fermer les bâtiments de l'exploitation et à couvrir les stocks présents dans l'exploitation avant le passage du panache radioactif.

Outre le matériel nécessaire à la conduite de la vigne, les exploitations viticoles possèdent également des chais de vinification (bâtiments très souvent attenants à la propriété) et des chais de vieillissement (caves enterrées ou bâtiments équipés de systèmes de ventilation). En période de vendange, le raisin est stocké de manière très temporaire (< ½ journée) dans des remorques qui peuvent être facilement recouvertes. Le moût en fermentation est normalement stocké dans des cuves de vinification qui restent ouvertes pour permettre le dégagement de CO₂ dû à l'activité des levures.

Les fruits récoltés sur les exploitations fruitières peuvent être livrés directement (bruts de cueille) à un expéditeur ou à une coopérative de conditionnement et de vente ou bien conditionnés sur l'exploitation même. Les stations fruitières sont des locaux plus ou moins fermés (aération statique ou dynamique, plus ou moins climatisés...). Elles abritent du matériel de calibrage et de conditionnement (barquettes, plateaux en bois ou en carton, filmeuses...) ainsi que des réfrigérateurs de stockage. Certaines exploitations possèdent des chambres froides de « longue conservation » pour stocker certaines récoltes pendant un à plusieurs mois.

OBJECTIFS

L'objectif de cette action préventive est de limiter la contamination à l'intérieur des bâtiments de l'exploitation et la contamination des stocks, du matériel (matériel « vinaire », chaîne d'embouteillage...) et des produits récemment récoltés.

Obj. 1	Minimiser la contamination interne des bâtiments
Obj. 2	Minimiser la contamination des stocks et du matériel

CIBLES

- les fruits stockés dehors (pommes à cidre, betteraves, fruits secs) et les raisins (récolte du jour) s'ils ne peuvent pas être rentrés au chai de vinification ou protégés à l'intérieur d'un bâtiment ;
- les bâtiments équipés de portes, à ventilation statique (chais de vinification) ;
- les bâtiments à ventilation dynamique ou climatisés (stations fruitières, chais de vieillissement) ;
- les cuves situées à l'intérieur ou à l'extérieur des chais, les chambres froides ;
- les stocks de matériels stockés sous un film en plastique, les palox, les autres équipements de stockage ou de conditionnement.

Bâtiments à ventilation statique (chais de vinification, hangar, etc.)	Bâtiments à ventilation dynamique ou climatisés (Stations fruitières, réfrigérateurs, chais de vieillissement)	Produits récoltés ou matériels stockés dehors	Cuves situées à l'extérieur Chambres froides
---	---	---	---

MISE EN ŒUVRE

- Méthode de mise en œuvre :
 - Bâtiments à ventilation statique ou à ventilation dynamique ou climatisés : fermer les ouvertures de ces bâtiments et arrêter les systèmes de ventilation ou de climatisation, voire calfeutrer les systèmes de ventilation statique.
 - Produits récoltés et matériels stockés dehors : rentrer les remorques et le matériel de conditionnement dans un local protégé et, si possible, étanche ou les couvrir avec des bâches en plastique. En cas d'accident arrivant pendant la récolte d'un vignoble, il est également possible, si les délais disponibles sont suffisants, de sulfiter la vendange (ce qui nécessite quelques minutes) pour limiter l'oxydation et un départ trop rapide de la fermentation ;
 - Cuves situées à l'extérieur : bâcher le haut de la cuve en fermentation. Il faut noter qu'une cuve en fermentation dégage du dioxyde de carbone, ce qui limite voire empêche l'entrée d'air contaminé.
 - Chambres froides : arrêter le « groupe froid ». Il peut être très judicieux, pour faciliter sa remise en route ultérieure, de couvrir ce groupe à l'aide d'une bâche pour le préserver de la contamination.
- Délai de mise en œuvre : cette action doit être mise en œuvre avant le passage du panache radioactif. Son intérêt est beaucoup plus limité ensuite.
- Durées et difficultés de mise en œuvre :
 - Fermeture des bâtiments et arrêt des systèmes de ventilation et de climatisation : relativement aisée et rapide (de quelques minutes à une heure) ; tout dépend du temps nécessaire pour atteindre les installations et de leurs dimensions.
 - Couverture des produits et des matériels stockés à l'extérieur : relativement facile et rapide ; tout dépend du nombre de remorques et des moyens matériel et humain disponibles.
 - Couverture des cuves situées à l'extérieur : relativement aisée, l'accès au haut des cuves étant toujours possible.
 - Couverture des « groupes froids » : relativement aisée et rapide.

- **Moyens** : le bâchage des remorques et du matériel de conditionnement nécessite une grande quantité de bâches.
- **Déchets produits** : cette action n'est pas spécialement productrice de déchets si elle est limitée dans le temps (sauf les bâches utilisées qu'il faudra éliminer).

	Durées de mise en œuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Fermeture des bâtiments et arrêt des systèmes de ventilation	Quelques minutes à une heure + délai d'accès	Facile	Exposition interne par inhalation et exposition externe (panache) <i>(pour une mise en œuvre au cours du rejet)</i>
Couverture des produits stockés à l'extérieur	15 minutes par remorque + Délai d'accès	Moyenne	
Couverture des cuves situées à l'extérieur Couverture des "groupes froid"	15 minutes par cuve 15 minutes par groupe	Facile	Exposition externe (dépôt) <i>(pour une mise en œuvre après le passage du panache)</i>

EFFICACITE

- **Fermeture des bâtiments à ventilation statique** : les chais et les hangars sont souvent des bâtiments fermant mal (portes en bois non étanches, fuites des toits, grilles pour fermer les caves...). Sauf exception, il est impossible de les rendre totalement étanches à l'air. Leur fermeture limite néanmoins la contamination de l'intérieur. L'efficacité serait plus importante en cas de dépôt humide qu'en cas de dépôt sec.
- **Fermeture des bâtiments à ventilation dynamique ou climatisés** : ces installations sont souvent bien isolées. Leur fermeture et l'arrêt de leur ventilation ou de leur climatisation sont efficaces.
- **Couverture des produits et du matériel stockés à l'extérieur** : si la bâche et la benne sont en bon état et si la bâche est correctement installée, le niveau de contamination des stocks sera très nettement réduit.
- **Couverture des cuves situées à l'extérieur** : seules les cuves en vinification sont ouvertes car il est impossible de les fermer (risque d'explosion). Le dégagement de CO₂ limite grandement l'entrée de la contamination.

LEVEE DE L'ACTION

STRATEGIE 1 (VALORISATION) : cette action doit demeurer transitoire. Sa levée se traduit par :

- **la remise en route de la climatisation des chais de vieillissement et des caves dans un délai inférieur à une semaine** pour ne pas endommager la qualité organoleptique du vin (le vin doit être stocké entre 12°C et 18°C). Dans certains cas, l'absence d'intervention sur les cuves liée à la fermeture des chais (surtout en vinification) peut entraîner des pertes de qualité du vin qui pourra être alors détruit pour des raisons organoleptiques (même s'il est exempt de contamination). Le fait de ne pas pouvoir pénétrer dans un chai pendant plus de deux jours peut entraîner la perte de certaines cuves.
- **la remise en route de la climatisation des « groupes froids »**. Au-delà de un ou deux jours, l'inertie thermique des réfrigérateurs n'est plus suffisante pour maintenir une température suffisamment basse (4°C) pour garantir un état satisfaisant des récoltes fragiles (cerise, pêche, abricot). Pour les chambres froides de longue conservation (pommes, poires, raisins), les délais peuvent être plus importants mais la ventilation devra cependant être **remise en route au bout d'une semaine**.
- **le débâchage et la poursuite du traitement des fruits récoltés**, qui devront être réalisés **dans la journée** pour le raisin et les fruits fragiles, et **dans les jours** qui suivent pour les autres fruits pour permettre leur valorisation.
- **l'enlèvement des bâches de protection des cuves extérieures** qui n'a pas de caractère d'urgence.

STRATEGIE 2 (NON-VALORISATION) : les stocks et le système de production sont abandonnés.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette mesure, si elle demeure très transitoire, ne devrait pas induire de surcoûts spécifiques, sauf l'éventuelle perte de qualité organoleptique des produits voire l'éventuelle perte de la récolte pendant quelques jours.

Coûts directs faibles à modérés

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Protection des opérateurs** :
 - L'action ne doit être mise en œuvre que si le risque d'exposition des opérateurs n'est pas significatif au moment du passage du panache radioactif (ce qui exclut les périmètres de mise en œuvre de protection d'urgence). Par ailleurs, une protection particulière peut être nécessaire pour les opérateurs lors de la levée de l'action.
 - Tout bâtiment fermé doit être aéré avant d'y pénétrer (surtout les chambres froides et les chais de vinification) car, l'atmosphère à l'intérieur du bâtiment peut être très pauvre en O₂ et très riche en CO₂ (risque d'asphyxie).
- **Gestion des bâtiments** : la remise en route des systèmes de ventilation ou de climatisation nécessite de changer au préalable les filtres, voire de laver les bâtiments.
- **Gestion des déchets** : en temps normal, l'élimination des bâches en plastique utilisées en agriculture est problématique, surtout dans certains départements dépourvus de filière de gestion de ces déchets. Cette action en produira une grande quantité, de surcroît contaminée. **Les déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière devra donc être organisée.**

COMMENTAIRES

Le bâchage des remorques et autres systèmes de conditionnement est envisageable uniquement pour protéger des fruits récoltés et stockés à l'extérieur. Ce cas de figure est relativement rare.

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à nettoyer à l'aide d'un nettoyeur à haute pression, si possible avec de l'eau chaude et des détergents, l'ensemble des équipements et installations de l'exploitation. Une attention particulière sera donnée au mode de gestion de l'eau de lavage.

OBJECTIFS

L'objectif de cette action est de réduire la contamination de l'intérieur des bâtiments et du matériel utilisé pour la production. Cette action s'inscrit dans une stratégie générale visant à limiter la contamination des productions ainsi que l'exposition à moyen et long termes des agriculteurs.

Obj. 1	Minimiser la contamination de l'intérieur des bâtiments et des équipements de production
Obj. 2	Minimiser la contamination interne des stocks et l'exposition des opérateurs, à moyen et long termes

CIBLES

- Pour les exploitations viticoles :** outre le matériel nécessaire à la conduite de la vigne, les exploitations viticoles possèdent des chais de vinification et de stockage ainsi que des chais d'élevage et de vieillissement.
 - Les chais de vinification et de stockage** sont considérés par la réglementation comme des ateliers agroalimentaires ; la majorité de ces bâtiments possède des revêtements (sols, murs, plafonds) facilement nettoyables, des systèmes et un réseau d'eau permettant le nettoyage intérieur et le rinçage du matériel. Ils ne possèdent pas, par contre, de systèmes de nettoyage extérieur, hormis les gouttières pour collecter les eaux de pluie.
 - Les chais d'élevage et de vieillissement** sont souvent inadaptés au nettoyage à grande eau (sols non bétonnés, caves enterrées, etc.).
- Pour les exploitations fruitières :** outre le matériel nécessaire à la conduite des cultures, certaines exploitations possèdent une station fruitière. Les stations fruitières sont des locaux dont le sol est bétonné et souvent, au moins pour certaines parties, facilement nettoyable. Elles abritent du matériel de calibrage ou de conditionnement (barquettes, plateaux en bois ou en carton, filmeuses...) ainsi que des réfrigérateurs de stockage. Certaines exploitations possèdent des chambres froides de « longue conservation » pour stocker certaines récoltes pendant un à plusieurs mois. Certains équipements, comme les palox, peuvent être stockés dehors.



Chais de vinification, de vieillissement et caves	Stations fruitières, réfrigérateurs	Equipements en contact avec les fruits
---	-------------------------------------	--

MISE EN ŒUVRE

- Méthode de mise en œuvre :**
 - Nettoyer les murs, les surfaces vitrées et les sols en dur de l'intérieur des installations par un nettoyage à « haute pression », si possible avec de l'eau chaude contenant des détergents ;
 - Nettoyer les équipements en contact direct ou non avec la production en cours de développement ou les récoltes futures ;
 - Nettoyer les systèmes de ventilation ou d'aération (changer les filtres) ;
 - A plus long terme, bétonner éventuellement les surfaces au sol pour fixer la contamination et servir d'écran pour les opérateurs.
- Délai de mise en œuvre :** cette action doit être mise en œuvre le plus tôt possible après le passage du panache radioactif afin de limiter la fixation de la contamination sur les différentes parois et les équipements des installations et obtenir une efficacité maximale du nettoyage. A plus long terme, un tel nettoyage a une efficacité moins importante mais peut rester intéressant. Un nettoyage répété peut aussi avoir une efficacité non négligeable.
- Durée et difficulté de mise en œuvre :** cette action relativement aisée (surtout pour les chais de vinification et les stations fruitières) peut être réalisée en quelques jours en fonction des moyens humains et matériels disponibles. La principale difficulté pour sa mise en œuvre est la gestion de l'eau utilisée pour le nettoyage (évacuation puis stockage des effluents de lavage).

- **Moyens nécessaires** : des nettoyeurs à « haute pression » sont généralement présents sur les exploitations. Il est peut-être plus difficile de disposer d'eau chaude et de détergents.
- **Exposition des opérateurs** : les opérateurs sont exposés principalement par irradiation externe. Cependant, les projections lors du nettoyage peuvent entraîner une contamination cutanée et par inhalation, moins importante que l'irradiation externe, et qui peut être réduite par l'utilisation de masques et de combinaisons jetables.
- **Déchets produits** : le principal déchet produit par cette action est l'eau contaminée issue du rinçage de l'intérieur des bâtiments ou du matériel. Cette eau est normalement envoyée dans le réseau des eaux usées (exploitations viticoles) ou dans le milieu naturel (exploitations fruitières). Sa récupération, si elle est justifiée, peut se révéler délicate. Certains matériels, qui n'ont pas pu être protégés, devront être éliminés. C'est en particulier le cas des palox, surtout s'ils sont en bois.

Les déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière devra être organisée par les pouvoirs publics.

Durée de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Quelques jours	Facile	Exposition externe, voire exposition cutanée et par inhalation si les opérateurs ne sont pas protégés

EFFICACITE

Plus le nettoyage est mis en œuvre rapidement, plus l'efficacité de l'action est importante. Un nettoyage à l'eau chaude à haute pression, dans la semaine suivant le dépôt, d'une surface bétonnée, peut réduire la contamination de 1,5 à 5 fois pour la plupart des radionucléides et de 2 à 10 fois pour le plutonium. Pour certains radionucléides très solubles (iode, tritium...), son efficacité peut être supérieure. Le nettoyage des surfaces lisses (verre, inox...) a une efficacité encore plus importante.

LEVEE DE L'ACTION

Dans la mesure du possible, cette action doit être renouvelée pour augmenter son efficacité et limiter la « recontamination » ultérieure apportée par les différents mouvements de personnes ou d'engins ou par remise en suspension, dans l'air, de la contamination de l'environnement de l'exploitation.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action n'entraîne pas de surcoût pour les producteurs, à part une augmentation des volumes d'eau utilisés.

Coûts directs modérés

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Exposition des opérateurs** :
 - les opérateurs sont exposés principalement par irradiation externe. Cependant, les projections lors du nettoyage peuvent entraîner une contamination cutanée et par inhalation, moins importante que l'irradiation externe, et qui peuvent être réduite par l'utilisation de masques et de combinaisons jetables.
 - pénétrer dans les bâtiments (ex : chais de vinification en période de fermentation) sous assistance respiratoire après leur fermeture ou, plus facilement, après les avoir aérés. En effet, l'atmosphère à l'intérieur du bâtiment peut être très pauvre en O₂ et très riche en CO₂, provoquant des étouffements.
- Le nettoyage risque de remettre en suspension de la contamination. Il faut donc veiller à ne pas « recontaminer » la production présente à l'intérieur des bâtiments en la protégeant, par exemple, avec des bâches en plastique.

COMMENTAIRES

Le nettoyage de l'extérieur des bâtiments n'est pas prévu et ne peut pas être réalisé par l'exploitant. Il peut être envisageable de faire appel aux pompiers, d'autant plus que certains bâtiments sont très hauts (utilisation d'une ou plusieurs grandes échelles) afin de limiter la « recontamination » à long terme de l'intérieur des bâtiments (remise en suspension, mouvements des opérateurs...).

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste simplement à abandonner les parcelles en cours de production pendant une durée indéterminée.

- Si la période d'abandon est inférieure à un mois, aucune opération d'entretien du vignoble ou du verger n'est nécessaire, quel que soit l'état végétatif lors de l'abandon ;
- Si la période d'abandon est supérieure à un mois pendant la période végétative des vignes ou des arbres fruitiers, des traitements et travaux peuvent être nécessaires pour faciliter la remise ultérieure des parcelles en production ;
- Au-delà de deux à trois années, la valorisation du verger ou vignoble sera difficilement envisageable.

OBJECTIFS

Obj. 1	Limiter l'exposition des opérateurs au cours des travaux d'entretien et de récolte
Obj. 2	Eviter de récolter des produits qui ne seraient pas valorisables et qui devraient, par conséquent, être gérés comme des déchets

CIBLES

Vignobles en place

Vergers en place

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre** : le nombre de jours de l'année où aucune intervention n'est réalisée sur un vignoble ou un verger est très faible :
 - si l'abandon est envisagé pour une courte durée, aucune opération ne sera réalisée sur le vignoble ou le verger. Ce choix entraînera souvent la perte de la récolte de l'année en cours. L'apparition de conséquences importantes sur la production dépendra de la durée d'abandon de la culture et de nombreux autres paramètres (date de l'accident, culture...). Pendant la période de végétation, des conséquences irréversibles pourraient apparaître, par exemple, dans un délai inférieur à un mois.
 - si l'abandon est de plus longue durée, un affaiblissement et un épuisement progressif de la vigne ou des arbres fruitiers ainsi qu'une diminution des rendements pourraient en résulter. Au-delà de deux à trois ans, la reprise de l'activité nécessitera de replanter le vignoble ou le verger. Un entretien minimal peut permettre d'allonger la période de non-valorisation, sans compromettre la remise en production du vignoble ou du verger. Il s'agira, selon les espèces, d'effectuer quelques travaux de taille en hiver, d'apporter un peu de fumure et d'irrigation (en cas de fortes chaleurs dans les zones très sèches). Les parcelles abandonnées devront, dans la mesure du possible, être surveillées voire traitées pour éviter les attaques fongiques ou parasitaires très dangereuses.
- **Délai de mise en œuvre** : cette action peut être appliquée aux vignobles et aux vergers en toute saison de l'année, sans que cela ne soit particulièrement pénalisant pour la culture.
- **Moyens nécessaires** : aucun moyen spécifique n'est nécessaire.
- **Déchets produits** : aucun déchet n'est produit dans la mesure où aucune action culturale n'est engagée sur les parcelles contaminées. Les feuilles et les fruits tomberont au sol et se décomposeront naturellement.

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **Contamination des cultures et de la parcelle** : l'action n'a aucun effet particulier de décontamination de la parcelle. Elle permet simplement de bénéficier de la décroissance radioactive des radionucléides et de la diminution, dans le temps, de leur transfert aux cultures (passage d'une contamination par transfert foliaire l'année du dépôt, à une contamination par transfert racinaire les années suivantes ; fixation des radionucléides dans le sol...).
- **Quantité de déchets à gérer** : l'efficacité est totale puisqu'aucun déchet n'est exporté de la parcelle, les feuilles et les fruits restant sur la parcelle.
- **Exposition des opérateurs** : l'efficacité est totale car les opérateurs n'interviennent plus sur la parcelle, sauf pour d'éventuels traitements phytosanitaires qui sont toujours mécanisés.

LEVEE DE L'ACTION

La décision de lever l'action sera prise de façon concertée entre tous les acteurs de la profession. Elle s'appuiera sur la certitude d'obtenir des produits commercialisables. Elle se traduira par la remise en état de la parcelle et la reprise des travaux d'entretien puis de récolte.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Les agriculteurs qui abandonneront leurs parcelles souffriront d'un manque à gagner important. Lors de la reprise de l'activité, des coûts importants devront être engagés pour les travaux de remise en état des parcelles (taille sévère, éventuel surgreffage, attache des fils, réfection des piquets...). Les travaux d'entretien minimaux engendreront également des coûts importants.

Coûts directs et coûts indirects importants

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

COMMENTAIRES

- Cette action paraît simple car elle limite l'exposition des opérateurs. Elle est rassurante pour les consommateurs qui seraient sûrs de ne pas consommer de produits provenant de régions contaminées et acceptable pour les agriculteurs français.
- En temps normal, les administrations et interprofessions prévoient des dispositions à plus ou moins long terme pour les parcelles de vigne abandonnées ou en cas d'absence de plantation dans certains délais (perte des droits de plantation, refus d'autorisation de plantation, refus de prime, arrachage...). Une concertation avec la DGDDI (Direction générale des douanes et droits indirects), FranceAgriMer, le SRPV (Service Régional de la protection des végétaux) et l'INAO est indispensable.
- Si la production de fruits est décidée après plus de 3 années d'abandon, certains vergers pourraient être valorisés pour leur bois (vergers de haute tige ou demi-tige de châtaigniers, noyers...). Une étude sera néanmoins nécessaire avant la mise en œuvre de cette action.
- Si la reprise de l'activité agricole est difficile dans la zone contaminée, le vignoble ou le verger peuvent être arrachés et les agriculteurs peuvent être délocalisés. Cette option peut être envisagée pour un arboriculteur mais est plus délicate pour un vigneron dont la production est fondée sur la notion de terroir. Le choix relève de la phase post-accidentelle de long terme : en effet, un verger ou un vignoble représente un investissement très élevé et le délai entre la plantation et la première récolte peut être de plusieurs années (3 à 12 ans selon les espèces et la structure du verger ou vignoble).

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

D'une manière générale, plus le couvert végétal est développé, plus l'interception de la contamination par la végétation est grande. Selon le type de cultures, la période de l'année et les conditions atmosphériques au moment du dépôt, l'interception foliaire des radionucléides peut être plus ou moins importante.

En cas de dépôt sec, un effeuillage (retrait des feuilles) voire un élagage (retrait des rameaux portant les feuilles et les bourgeons) des vignes et des vergers, mis en œuvre dans les premiers instants suivant le passage du panache radioactif et avant les premières pluies, permet de limiter la contamination de la plante par transfert foliaire et du sol si les résidus végétaux sont exportés.

OBJECTIFS

L'action s'inscrit dans le cadre d'une stratégie de non-valorisation de la culture en cours de développement et de préservation du système de production. Elle vise à limiter le transfert foliaire des radionucléides vers le fruit en cours de développement et la contamination du pied. Si la végétation est exportée de la parcelle, cette action peut également permettre de limiter la contamination déposée sur le sol.

Obj. 1	limiter le transfert foliaire des radionucléides et la contamination des organes de réserve (tronc...)
Obj. 2	limiter la contamination du sol

CIBLES

Cette action est envisageable pour les cultures dont les feuilles sont développées (d'avril-mai à octobre-novembre). Elle est inutile lorsque les arbres n'ont pas de feuilles (la contamination n'est pas suffisamment interceptée). Elle ne s'applique pas aux arbres à feuilles persistantes (olivier, agrumes, avocatier) car elle entraînerait systématiquement leur mort.



MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre :**
 - **Effeuillement des vignes et des arbres fruitiers par :**
 - un traitement chimique ou thermique : les feuilles jaunissent puis tombent sur le sol. Leur ramassage n'est pas possible et la contamination ne peut pas être exportée de la parcelle ;
 - une action mécanique : une machine coupe le pétiole des feuilles. L'effeuillage est normalement réglé pour supprimer les feuilles à proximité de la zone fructifère. Les feuilles sont alors déchiquetées et tombent au sol. Leur ramassage n'est pas possible et la contamination ne peut pas être exportée de la parcelle ;
 - **Elagage des vignes et des arbres fruitiers :** cette opération est presque toujours manuelle et doit respecter les techniques de tailles. Les déchets de coupe sont laissés sur le sol. Cette opération est longue et demande beaucoup de main-d'œuvre. Dans certains vignobles ou vergers de pommiers, il est possible de précéder la taille manuelle par une première opération de taille mécanique.
- **Délai de mise en œuvre :** cette action doit être mise en œuvre dans un délai inférieur à 6 jours après le dépôt et avant la première pluie.

Cette action semble très difficile à mettre en œuvre dans les délais permettant son efficacité

- **Moyens nécessaires :** tous les vignobles et les vergers ne sont pas accessibles ou ne sont pas équipés d'effeuilleuses mécaniques ou thermiques (surtout utilisées en viticulture). Ces machines sont souvent possédées par des CUMA ou des entrepreneurs. Pour les arbres fruitiers, la défoliation chimique à base de chélate de cuivre (1ha/h) est fréquemment utilisée à l'automne pour lutter contre les bactérioses. Cependant, il n'existe pas de machine pour récupérer les feuilles.
- **Déchets produits :** cette action ne produit des déchets que si les parties aériennes sont exportées de la parcelle.

	Validité	Délai	Durée	Difficulté	Exposition des opérateurs
Défoliation chimique	Vignobles et vergers	Courte (<6 jours)	Important	Moyenne	Faible à moyenne <i>(en fonction de la présence ou non d'une cabine sur le tracteur)</i>
Défoliation mécanique ou thermique	Vignobles			Moyenne	
Elagage ou taille	Vignobles et vergers			Importante <i>(opération manuelle)</i>	Forte <i>(opération manuelle)</i>

EFFICACITE

L'efficacité de cette action peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **contamination des fruits en cours de développement au moment du dépôt :**
 - Si l'action est entreprise lorsque la culture est en phase de floraison (pour la vigne uniquement car pour les arbres fruitiers, la floraison précède la feuillaison), elle peut limiter de manière non négligeable la contamination des fruits en cours de développement. Cependant, elle pénalise de manière importante le rendement de la production en cours de développement, ce qui serait incompatible avec la poursuite de l'exploitation de la parcelle.
 - Si l'effeuillage ou l'élagage a lieu à un stade physiologique plus avancé (fruits formés), l'efficacité de l'action serait limitée, la contribution du transfert foliaire étant négligeable devant la contamination par dépôt direct sur les fruits.
- **contamination du pied et des récoltes suivantes :** il est probable que l'élimination des parties aériennes limite la migration des radionucléides vers les organes de réserve et, par suite, la contamination des récoltes des années suivantes. L'efficacité est d'autant plus grande que la date de dépôt est proche de la date de récolte (captation et translocation maximales).
- **décontamination de la parcelle :** l'efficacité est très variable car fonction des conditions météorologiques au moment du dépôt et dans les jours qui le suivent, et du stade végétatif de la culture au moment du dépôt. D'une manière générale, plus le couvert végétal est développé, plus l'interception de la contamination par la végétation est grande. Des expérimentations ont montré qu'une vigne aux stades « fin de floraison » et « début de maturation » pourrait intercepter jusqu'à respectivement 40% et 60% du dépôt. En cas de dépôt humide, cette efficacité serait très nettement réduite. De même, une pluie au cours des premiers jours lessiverait jusqu'à 50% des radionucléides interceptés, les autres pluies n'ayant qu'un faible effet. Il faut noter que l'exportation de la biomasse ne serait *a priori* possible que par un élagage manuel.

LEVEE DE L'ACTION

Cette opération ne doit être menée qu'une seule fois. Sa levée se traduit par la remise en travaux de la parcelle.

IMPORTANT : un effeuillage poussé ou un élagage de printemps entraîne l'arrêt de la production pendant deux ans (soit l'année en cours en cas d'effeuillage et l'année suivante si les bourgeons sont supprimés lors de l'élagage).

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action entraîne des coûts de réalisation variables (en fonction de la technique de réalisation choisie) mais importants. Le coût indirect (absence de récolte pendant deux années) est très lourd pour l'exploitation.

Coûts directs et coûts indirects très importants

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- L'action nécessite d'intervenir à très court terme et entraîne par conséquent une exposition des opérateurs agricoles aux radionucléides à vie courte. Une analyse du risque d'exposition dû à cette opération doit être réalisée au préalable et déboucher, le cas échéant, sur des recommandations pour la protection des opérateurs.
- L'élagage entraîne un manque de mise en réserve des nutriments de la plante dans la charpente et les racines, ce qui limite le développement futur de la plante et réduit la qualité des récoltes des années suivantes.
- Lorsque la défoliation est pratiquée en pleine végétation, elle peut entraîner des désordres physiologiques, voire la mort pour certains arbres fruitiers. Au minimum, une défoliation à une période non habituelle (hors printemps) entraînera la perte de croissance et d'induction florale pour l'année suivante, et, s'il y a redémarrage de la végétation, l'aoûtement risque d'être perturbé et les risques de gel seront aggravés.
- **Les déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière devra être organisée par les pouvoirs publics.**

COMMENTAIRES

- Cette action ne peut pas être réalisée dans tous les vignobles ou les vergers et demeure productrice d'une quantité importante de déchets contaminés, si ces derniers peuvent être exportés de la parcelle.
- L'intérêt de l'action apparaît très aléatoire et doit être comparé à l'*abandon temporaire de la culture* qui présente l'intérêt de ne pas risquer de condamner la culture en place.
- Si la culture est condamnée (contamination trop forte, arbres à feuilles persistantes), il convient d'envisager, en phase post-accidentelle de long terme, d'arracher les vignes et les arbres fruitiers, puis éventuellement de les replanter. Le délai de remise en production est variable selon les espèces (3 à 12 ans).

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

- Dans le cas de la poursuite de l'activité agricole, la gestion des déchets produits sur l'exploitation peut être impossible, à court ou moyen terme, au sein des filières de gestion habituelle pour des raisons radiologiques (concentration de la radioactivité dans les sous produits) ou autres (réorganisation, refus par la filière d'une valorisation par distillation...). Une **gestion temporaire, voire définitive, sur l'exploitation** est alors nécessaire.
- Dans le cadre d'une stratégie de **réhabilitation de l'exploitation** (nettoyage, évacuation des réfrigérateurs...), des déchets sont produits de manière inhabituelle sur l'exploitation (nature, quantité...) : eau de lavage, produits pourris.... Si aucune stratégie de gestion de ces déchets n'est organisée par l'Etat (**évacuation vers un site dédié**), les exploitants doivent les gérer temporairement (**entreposage**), voire définitivement sur l'exploitation (**épandage**).

OBJECTIFS

L'objectif de ces actions est de limiter les conséquences négatives des déchets présents sur l'exploitation tout en réduisant les contraintes radiologiques ou techniques liées à leur gestion durant les premiers instants de la phase post-accidentelle.

Obj. 1	Limitier les conséquences à court terme des déchets présents sur l'exploitation
Obj. 2	Limitier le temps passé à gérer les déchets sur l'exploitation

CIBLES

Le mode et l'urgence de la gestion des déchets dépendent principalement de leur date de production, de leur nature (solide, liquide) et de leur putrescibilité. Les déchets peuvent être classés dans quatre catégories :

Déchets solides et faiblement putrescibles Ex : mare, bourbes, palox...	Déchets liquides faiblement putrescibles Ex : eaux de lavage...	Déchets solides et fortement putrescibles Ex : fruits...	Déchets liquides fortement putrescibles Ex : fonds de cuves, eaux de lavage, vin...
---	---	--	---

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre :**
 - **Stockage temporaire des déchets solides peu putrescibles**
 - les marcs sont conservés dans un hangar ou à l'air libre, puis collectés régulièrement par une distillerie. Les bourbes et les lies sont stockées dans des cuves spécifiques à cet usage puis également collectées par les distilleries. Ces déchets ne sont produits que si la vinification est maintenue. Leur stockage temporaire sur l'exploitation ne devrait pas poser de problème particulier.
 - les palox en bois des exploitations fruitières peuvent également être contaminés. Leur stockage n'est, en aucun cas, problématique.
 - **Stockage temporaire des déchets solides putrescibles (fruits...) :**
 - Dans les exploitations fruitières, les fruits sont soit stockés dans des palox à l'intérieur d'un bâtiment ou à l'extérieur, soit dans des chambres frigorifiques. Dans un délai variable en fonction des fruits et des conditions de stockage (arrêt de la climatisation ou de la ventilation), le stockage des produits stockés à l'intérieur ou à l'extérieur peut poser problème (pourrissement...). La manipulation des déchets en serait rendue plus difficile. Il s'agit donc de stocker les récoltes en les mettant en tas sur une parcelle ou une zone de l'exploitation. Une aire de stockage pourrait être aménagée au préalable (sol nivelé avec une légère pente et tassé, rigoles pour récupérer le lixiviat et empêcher son entraînement dans les fossés et les cours d'eau). Cette aire sera choisie en fonction du relief et de la nature des sols de façon à limiter le lessivage.
 - Le matériel nécessaire pour déplacer les stocks est en général disponible sur l'exploitation (tracteurs, fourches ou godets hydrauliques, chargeuses, remorques). Les moyens humains pour manipuler ces volumes peuvent être considérables et du matériel de protection serait nécessaire.
 - Pour les stocks de fruits, très riches en eau, il est conseillé de les mélanger à des déchets ligneux ou de la paille afin de les composter car le risque de pourrissement est élevé (salubrité, odeur, difficultés de manipulation, etc.). A défaut, les stocks peut être mélangés avec de la chaux vive.
 - **Stockage des effluents (effluents de lavage, résidus de fonds de cuves...)** : certaines exploitations de taille importante possèdent des systèmes de stockage et de traitement des effluents. Pour les autres, les effluents sont directement rejetés dans le système de gestion des eaux usées. La principale difficulté liée au stockage des effluents sur l'exploitation est leur récupération et les quantités inhabituelles produites.

- **Épandage sur des parcelles agricoles** : l'épandage des déchets contaminés sur les parcelles environnantes de l'exploitation peut concerner toutes les catégories de déchets. L'épandage des effluents liquides est une pratique usuelle ; il est envisageable d'épandre des déchets solides sur des parcelles qui devront répondre à différents critères (ex : ces parcelles doivent être facilement labourables). A priori le matériel nécessaire devrait être facilement disponible, au moins localement, si ce n'est à l'échelle de l'exploitation.
- **Déchets produits** :
 - Des déchets ne sont à gérer sur les exploitations viticoles que pendant la période de récolte. Les quantités de déchets dépendent de la taille de l'exploitation (*en moyenne, un hectolitre de vin produit entraîne la formation de 2 à 4 litres de bourbes, de 2 à 4 litres de lies et 50 à 300 litres d'effluent (eaux usées), surtout en période de vinification*).
 - Les quantités de déchets à gérer sur les exploitations fruitières dépendent de la structure de l'exploitation et du type de production : certaines productions fragiles (cerises, pêches, abricots, etc.) ne se stockent pas ; il n'y a donc pas plus d'un à deux jours de récolte stockée sur l'exploitation. D'autres fruits (pommes, poires, raisin) peuvent être stockés dans des chambres froides de longue conservation (> 1 mois). Les quantités stockées peuvent représenter des volumes importants.
 - Il est difficile d'estimer les quantités d'eau produites par le nettoyage de l'exploitation.

Délai	Durée	Difficulté	Exposition des opérateurs
Variable <i>(en fonction des déchets)</i>	Peu important <i>(en fonction des volumes à manipuler)</i>	Faible à moyenne <i>(en fonction des volumes à manipuler)</i>	Faible <i>(déchets peu ou pas contaminés)</i>

EFFICACITE

- **Stockage temporaire** : il est difficile d'évaluer l'efficacité d'une telle action tant elle dépend de la nature des déchets, de la capacité et des conditions de stockage possibles au sein de l'exploitation.
- **Épandage de produits faiblement contaminés** : cette action ne présente, a priori, pas de risque de contamination significative des parcelles qui les reçoivent, étant donné le faible niveau de contamination des déchets concernés. Cependant, une analyse préalable de la sensibilité des parcelles doit être menée par les pouvoirs publics pour évaluer la contamination supplémentaire apportée par l'épandage au regard de la contamination de la parcelle qui les reçoit, de sa nature et des conditions d'application (météorologie...).

LEVÉE DE L'ACTION

- **Stockage temporaire** : la levée de l'action peut se traduire par l'épandage des déchets sur des parcelles environnantes de l'exploitation ou par l'évacuation des déchets en dehors de l'exploitation vers un site de gestion spécifique. Cette évacuation doit être organisée par les services de l'Etat compétents. L'échéance de la levée de l'action dépend de la disponibilité des moyens techniques et humains, de l'évolution de l'état du stockage au cours du temps.
- **Épandage de produits faiblement contaminés** : cette action est irréversible.
- **Les déchets contaminés ne doivent pas être brûlés, sauf avis contraire des pouvoirs publics. Une collecte particulière devra être organisée.**

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette mesure, si elle demeure transitoire, ne devrait pas induire de surcoûts spécifiques.

Coûts directs faibles

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- **Stockage temporaire** : odeurs, dégradation des produits et difficultés pour les stocker puis pour les évacuer.
- **Épandage** : risques de ruissellement, odeurs...

COMMENTAIRES

STRATEGIE

VALORISATION

DESCRIPTION

Cette action consiste à épandre des engrais potassiques ou de la chaux et, éventuellement, à les incorporer au sol par un travail superficiel de celui-ci.

Le travail du sol sur les vignes et les vergers est une technique de désherbage, bien qu'il existe des vignes et des vergers dont les inter-rangs sont enherbés pour limiter le lessivage des sols.

OBJECTIFS

L'objectif de ces actions est de limiter le transfert racinaire des radionucléides du sol vers les fruits et de diminuer l'exposition des opérateurs à moyen et long termes.

Obj. 1	Limitier le transfert racinaire et la contamination des productions des années suivantes
Obj. 2	Limitier l'exposition externe des intervenants, à moyen et long termes

CIBLES

	Apport de chaux	Apport d'engrais potassiques
Compartiments agricoles cibles	Vignobles + Vergers	
Radionucléides cibles	⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr Effet probable sur : ⁶⁰ Co, ⁹⁵ Zr, ¹⁰³ Ru, ¹⁰⁶ Ru, ⁴¹ Ce, ¹⁴⁴ Ce, ¹⁶⁹ Yb, ¹⁹² Ir, ²²⁶ Ra, ²³⁵ U, ²³⁸ Pu, ²⁴¹ Am, ²⁵² Cf	¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs

MISE EN ŒUVRE

- **Méthode de mise en œuvre**
 - Le travail du sol consiste à enfouir la couche superficielle du sol à l'aide du matériel disponible sur l'exploitation (outils à dents ou à disques). Le travail du sol (15 cm environ) doit être le plus profond possible tout en restant suffisamment superficiel pour ne pas endommager les racines des arbres fruitiers et des vignes. En fonction de l'espèce et de la structure du verger, le travail du sol peut être effectué sur au moins deux tiers de la surface de la parcelle. Il est plus limité dans les vignobles.
 - L'apport de chaux et de potasse doit précéder ces opérations pour permettre leur enfouissement dans le sol et favoriser ainsi leur efficacité et limiter leur lessivage. Il peut être effectué sur toute la surface de la parcelle.
- **Délai de mise en œuvre** : ces actions ne doivent pas nécessairement être mises en œuvre à court terme car elles n'auront d'effets qu'à moyen et long termes.
- **Moyens nécessaires** : les quantités de potassium et de chaux à apporter sont variables selon la nature du sol et des cultures. En général, l'agriculteur apporte la quantité maximale compatible avec la préservation de la qualité de la vigne (cf. précautions).

Délai de mise en oeuvre	Difficulté	Exposition des opérateurs
Moyen terme	Relativement facile	Faible (opération mécanisée).

EFFICACITE

L'efficacité peut s'exprimer de différentes façons, en termes de :

- **Contamination des cultures suivantes** :
 - **Ajout de potassium** : le potassium tend à limiter l'absorption du césium par les racines.
 - **Ajout de chaux** : la chaux tend à limiter le transfert racinaire du strontium.
- **Exposition des opérateurs** : le travail du sol tend à réduire l'exposition externe des opérateurs. Son efficacité dépend principalement de la profondeur d'enfouissement (plus celui-ci est profond, plus l'exposition externe est réduite) et du matériel utilisé (les outils à disques mélangent mieux le sol que les outils à dents).

LEVEE DE L'ACTION

A moyen terme, des apports de chaux ou d'engrais potassiques peuvent être nécessaires pour limiter les transferts de césium et de strontium et améliorer la dilution de la contamination dans l'horizon de sol travaillé.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Cette action ne devrait pas induire de coûts incompatibles avec la poursuite d'une activité agricole

Coûts directs supportables par l'exploitation

PRECAUTIONS, CONTRE-INDICATIONS ET EFFETS NEGATIFS

- Il est fortement déconseillé, pour des raisons d'efficacité du désherbage et surtout pour des raisons de tassement du sol ou de lissage, de travailler le sol lorsqu'il est trop humide.
- Les racines superficielles des plantes risquent d'être supprimées diminuant par exemple la vigueur de la vigne et surtout des arbres fruitiers irrigués et fertilisés (ceci est valable surtout pour les vergers intensifs).
- Il est à noter qu'en excès (pour des apports supérieurs aux recommandations agronomiques), la potasse pose des problèmes :
 - instabilité de l'acide tartrique diminuant l'acidité et accroissant le pH des vins ;
 - carence magnésienne à laquelle il est possible de remédier par des apports de magnésie au sol ou des pulvérisations foliaires tous les ans.

COMMENTAIRES

Les données relatives à la contamination des vignes et des vergers ainsi qu'à l'efficacité des actions de gestion sont peu nombreuses et très variables en fonction des conditions expérimentales, des cultures et des radionucléides considérés.

INFORMATIONS GENERALES

1.0 CONCEPTS DE RADIOPROTECTION

- 1.1 Qu'est-ce que la radioactivité ?
- 1.2 Effets des rayonnements ionisants
- 1.3 Quelles sont les principales sources d'exposition de la population française ?

2.0 LE RISQUE NUCLEAIRE ET SA GESTION

- 2.1 Principaux sites nucléaires en France
- 2.2 Gestion des déchets radioactifs en France
- 2.3 Démarche générale de prévention des accidents
- 2.4 Qu'est-ce qu'un accident nucléaire sur un REP ?
- 2.5 Phases d'un accident & Gestion de la population et du territoire
- 2.6 Principes du zonage post-accidentel
- 2.7 Actions à réaliser en Zone de Protection des Populations (ZPP)
- 2.8 Actions à réaliser en Zone de Surveillance renforcée des Territoires (ZST)
- 2.9 Que faire en dehors de la ZST ?
- 2.10 Gestion des déchets en cas d'accident nucléaire
- 2.11 Mesures de radioactivité dans l'environnement au cours d'une crise nucléaire

3.0 CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT

- 3.1 Propriétés des principaux radionucléides rejetés en cas d'accident sur REP
- 3.2 Contamination de l'air ambiant et répartition du dépôt dans l'environnement
- 3.3 Contamination de l'environnement bâti d'une exploitation agricole
- 3.4 Contamination des productions végétales et des sols agricoles
- 3.5 Contamination des productions animales

4.0 REGLEMENTATION

- 4.1 Protection de la population et des travailleurs en situation normale et en cas d'accident nucléaire
- 4.2 Réglementation relative à la consommation et commercialisation des produits agricoles

5.0 ELEMENTS SUR LES FILIERES AGRICOLES

- 5.1 Eléments sur la filière Grandes cultures
- 5.2 Eléments sur la filière Fruits et Légumes
- 5.3 Eléments sur la filière viti-vinicole
- 5.4 Eléments sur la filière des ruminants
- 5.5 Eléments sur la filière porcine
- 5.6 Eléments sur la filière avicole

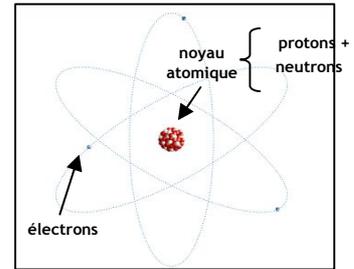
Qu'est-ce que la radioactivité ?

La **radioactivité** fait partie, depuis l'origine des temps, de l'environnement et de l'homme lui-même. Ce phénomène naturel permet au noyau instable d'un atome de se transformer en un noyau plus stable par libération d'un excès d'énergie. La diminution d'énergie qui accompagne cette libération d'énergie se fait par émission de particules (alpha, bêta), accompagnées parfois d'un rayonnement de photons (gamma, X) et de neutrons.

QUELQUES DEFINITIONS...

NOYAUX ET INTERACTIONS NUCLEAIRES

La matière est formée d'**atomes**. Chaque atome est constitué d'un **noyau** entouré d'un cortège d'**électrons**. Le noyau est constitué de deux types de particules : les **protons** et les **neutrons** maintenus les uns aux autres par une force de cohésion appelée « **Interaction nucléaire** ». Cette force est généralement suffisante pour les maintenir ensemble pendant une durée illimitée. Dans ce cas, le noyau est dit « **stable** ».



PARTICULES ET RAYONNEMENTS IONISANTS

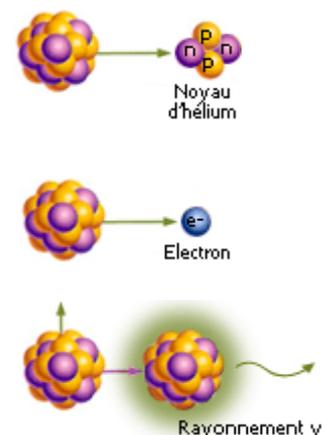
Certains noyaux atomiques (**radionucléides** ou **atomes radioactifs**) contiennent trop de particules ou renferment trop d'énergie de sorte que l'interaction nucléaire n'est plus suffisante pour maintenir constamment les protons et les neutrons ensemble. Ces noyaux sont dits « **instables** ». Un noyau instable finit par libérer son excès d'énergie en se désintégrant, de manière spontanée, en un autre atome. Cette **désintégration radioactive** s'accompagne de l'émission d'un rayonnement ou d'une particule élémentaire.

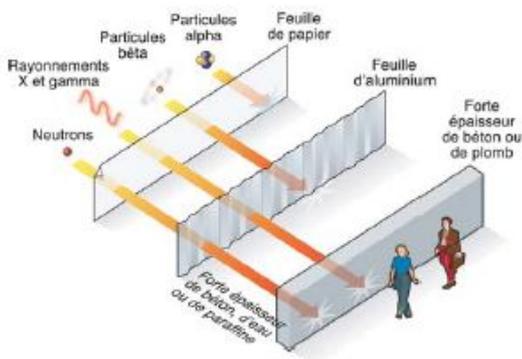
La radioactivité se mesure en Becquerel (Bq).
 Le Becquerel caractérise l'activité d'un échantillon radioactif et correspond au nombre de désintégrations par seconde.
1 Bq = une désintégration par seconde d'un radionucléide donné

INTERACTIONS DES PARTICULES ET DES RAYONNEMENTS IONISANTS AVEC LA MATIERE

Les principaux types de rayonnements sont au nombre de 3 :

- Le rayonnement **alpha** : formé de noyaux lourds d'hélium, il ne parcourt que quelques centimètres dans l'air et peut être arrêté par une feuille de papier.
- Le rayonnement **bêta** : formé d'électrons (négatifs) ou positons (positifs), il parcourt quelques mètres dans l'air et peut être stoppé par une paroi de bois, de verre ou d'aluminium.
- Les rayonnements **gamma** ou **X** : formés de photons (gamma plus énergétiques que X), ils parcourent plusieurs centaines de mètres dans l'air ; des écrans épais de plomb ou de béton sont nécessaires pour les arrêter.





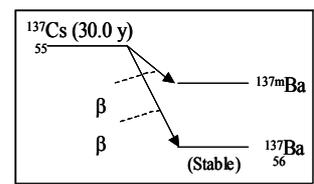
Ces rayonnements transportent une énergie importante qui est progressivement absorbée par la matière traversée. Il en résulte alors des perturbations (ionisation) au sein de la matière, quel que soit le type de matériaux (en particulier les tissus vivants).

Remarque : les neutrons n'étant pas chargés, ils ne produisent pas d'ionisations en traversant la matière. Ils ne forment donc pas un rayonnement ionisant, mais en provoquant des fissions nucléaires, ils peuvent générer des rayonnements ionisants.

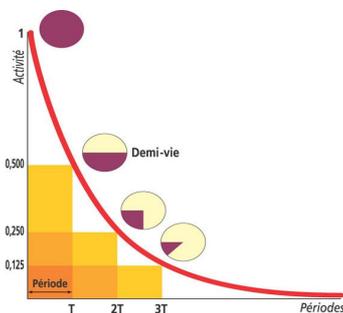
<http://www.industrie.gouv.fr>

DECROISSANCE ET PERIODE RADIOACTIVES

Plus l'activité d'une source radioactive est élevée, plus la quantité de rayonnement émis par cette source est importante. Après plusieurs désintégrations radioactives, un radionucléide se transforme en nucléide stable : le caractère radioactif disparaît. L'ensemble de ce phénomène se nomme « **décroissance radioactive de l'élément** ».



Le rythme de décroissance radioactive d'un élément est caractérisé par la **période radioactive (ou demi-vie)**, durée au bout de laquelle la radioactivité (concentration) d'un élément a été divisée par deux. Selon le noyau, la période est plus ou moins longue.



Source : IRSN

	Période radioactive
Iode 131	8 jours
Césium 137	30,2 ans
Uranium 238	4,5 milliards d'années

QUELQUES ORDRES DE GRANDEUR DE LA RADIOACTIVITE D'ORIGINE NATURELLE

	Activité (ordre de grandeur)	Radionucléides prédominants
Air extérieur	Entre 1 et 100 Bq/m ³	Radon 222
Air des maisons	Entre 10 et 10 000 Bq/m ³	Radon 222
Roches sédimentaires	de 400 Bq/kg à 1000 Bq/kg	Uranium 238, Thorium 232 et leurs descendants, Potassium 40
Granite	de 3000 Bq/kg à 8 000 Bq/kg	Uranium 238, Thorium 232 et leurs descendants, Potassium 40
Eau de mer	10 Bq/l à 15 Bq/l	Potassium 40
Eau minérale	moins de 5 Bq/l	Radium 226 Uranium
Pomme de terre	100 à 150 Bq/kg	Potassium 40
Lait	80 Bq/l	Potassium 40
Corps humain	environ 130 Bq/kg	Potassium 40 Carbone 14

Effets des rayonnements ionisants

PRINCIPALES VOIES D'EXPOSITION POUR L'HOMME

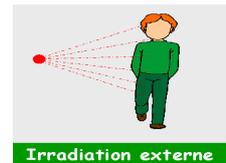
Une personne peut être exposée aux rayonnements ionisants de deux façons différentes :

- par exposition externe lorsque la source est à l'extérieur de l'organisme,
- par exposition interne lorsque la source de rayonnement est absorbée à l'intérieur de l'organisme (notamment par ingestion ou inhalation).

EXPOSITION EXTERNE

L'exposition externe peut se produire :

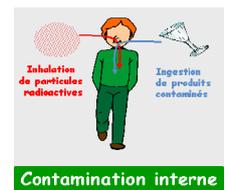
- à partir d'une source de rayonnements externe et distante, qui peut être ponctuelle ou, au contraire, de grandes dimensions et diffuse (par exemple un rayonnement émis par un sol contaminé...);
- par la présence de substances radioactives sur la peau, par exemple à la suite d'un contact avec un objet contenant de telles substances non fixées.



EXPOSITION INTERNE

L'exposition interne peut intervenir de différentes façons :

- par inhalation de particules radioactives présentes dans l'air lors du passage du panache radioactif ou après remise en suspension des particules déposées sur les surfaces ;
- par ingestion de produits contaminés (par exemple des aliments) ;
- par pénétration transcutanée d'une contamination externe.



Source : IRSN

L'exposition interne dure tant que les substances radioactives demeurent dans le corps. Elles y séjournent plus ou moins longtemps en fonction de la vitesse avec laquelle l'organisme les élimine (définie par sa période biologique) et de la période radioactive des radionucléides. La combinaison de ces deux mécanismes définit la période effective qui caractérise la vitesse réelle de décroissance de l'activité incorporée dans un organisme.

CONTRIBUTION DES VOIES D'EXPOSITION DURANT LES DIFFERENTES PHASES D'UN ACCIDENT SUR REACTEUR A EAU SOUS PRESSION

En phase d'urgence, les principales voies d'exposition sont l'inhalation de particules présentes dans le panache radioactif et l'exposition externe aux radionucléides présents dans le panache et, dans une moindre mesure, déposés sur le sol.

En phase post-accidentelle, l'exposition de la population générale est essentiellement due à l'ingestion de produits contaminés et à l'exposition externe aux radionucléides déposés dans

l'environnement. L'exposition par inhalation reste minoritaire par rapport aux deux autres voies.

De par leur activité (travail à l'extérieur, exposition à la poussière lors du travail des sols...), les exploitants agricoles sont potentiellement plus exposés que la population générale. Les évaluations réalisées montrent cependant que l'exposition supplémentaire liée à l'exercice des professions agricoles est limitée et tend, de plus, à diminuer avec le temps. Les agriculteurs présents notamment dans la Zone de Protection des Populations [Cf. FICHE 2.6] pourront bénéficier de recommandations de protection particulières pour mener leur travail.

PHASE D'URGENCE <i>« Pendant le rejet »</i>	PHASE POST-ACCIDENTELLE <i>« Après le rejet »</i>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Irradiation externe par le panache et le dépôt ➤ Inhalation d'aérosols et de particules radioactives présents dans le panache 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Irradiation externe par le dépôt ➤ Ingestion de produits contaminés

NOTIONS DE « DOSE » : DU BECQUEREL AU SIEVERT

LA DOSE ABSORBÉE

Lorsqu'ils traversent la matière, les rayonnements ionisants entrent en collision avec les atomes qui la constituent et leur cèdent de l'énergie. Ce « transfert d'énergie » ou **dose absorbée** s'exprime en **Gray (Gy)**.

A forte dose, les rayonnements ionisants traversant un corps vivant provoquent la destruction des cellules et induisent la nécrose des tissus des organes exposés. Des effets cliniques « **aigus** » (ou « **déterministes** ») sont alors observables à plus ou moins court terme (ex : brûlures de la peau, cataracte, troubles hématologiques...). La dose qui risquerait de produire le décès de 50% des personnes ayant subi une irradiation du corps entier est d'environ **4,5 à 5 Gy**, en l'absence de traitement.

Un Gray correspond à la production d'un joule par l'interaction entre le rayonnement reçu et un kilogramme de matière.

La **dose équivalente** est égale à la dose absorbée multipliée par un facteur de pondération (WR) qui tient compte du type de rayonnement (ex : 20 pour le rayonnement alpha et 1 pour les rayonnements bêta et gamma). Pour tenir compte des effets biologiques relatifs à chaque type de rayonnement, on exprime une dose équivalente, dont l'unité internationale est le sievert (Sv).

LES DOSES EFFICACE ET EQUIVALENTE A L'ORGANE

Les rayonnements ionisants induisent également des transformations des cellules qui, plusieurs années après l'exposition, peuvent engendrer des effets sanitaires aléatoires dits « **stochastiques** », comme les leucémies et divers cancers (poumons, thyroïde, voies digestives et urinaires). Ces effets diffèrent des effets déterministes car ils peuvent être engendrés à plus **faibles doses** et seule la probabilité d'apparition de ces effets est liée à l'importance de la dose reçue (il n'existe pas de seuil d'apparition).

Pour quantifier le risque de survenue des effets stochastiques, on utilise les indicateurs suivants :

- la « **dose équivalente à l'organe** » pour quantifier le risque de survenue d'effets stochastiques sur un organe donné, la sensibilité des organes à ces effets étant différentes (ex : dose équivalente à la thyroïde) ;
- la « **dose efficace** » pour quantifier le risque de survenue d'effets stochastiques sur le corps entier et qui tient compte des doses équivalentes reçues par chacun des organes.

L'unité de mesure est le **Sievert (Sv)** et plus généralement le **milliSievert (mSv)** ou **microSievert (µSv)**. Dans le cas de l'exposition externe, on parle également de **débit de dose**, grandeur qui correspond à la dose reçue par un individu durant une unité de temps, généralement une heure.

Le Sievert traduit l'effet d'un rayonnement sur un organe (ou le corps entier). Ainsi, pour une même dose absorbée, les dommages varient en fonction de la nature du rayonnement, des modalités d'exposition et de l'organe atteint.

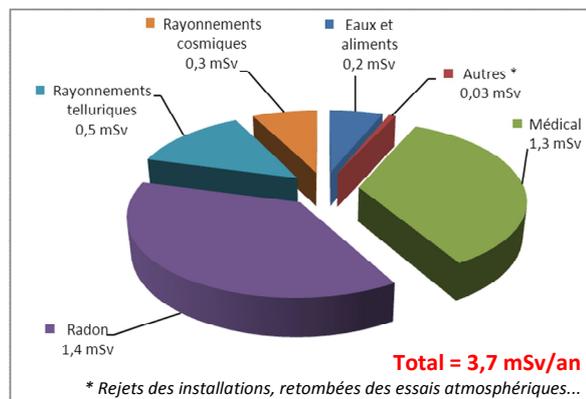
	Caractéristiques	Unités
Effets déterministes	<ul style="list-style-type: none">• Perte des cheveux, brûlures, mort...• Effets observés à partir d'un seuil de dose et gravité proportionnelle à la dose• Causés par de fortes expositions	Dose absorbée Gray (Gy)
Effets stochastiques	<ul style="list-style-type: none">• Effets apparaissant de manière aléatoire• Hypothèse : probabilité d'apparition proportionnelle à la dose reçue• Aucun seuil prouvé en dessous duquel la probabilité de survenue de l'effet au sein d'une population exposée est nulle	Dose efficace Sievert (Sv)

Quelles sont les principales sources d'exposition de la population française ?

Chaque individu de la population française est soumis à différentes sources d'exposition à la radioactivité d'origine naturelle ou artificielle. La part relative des sources d'exposition varie d'un individu à l'autre en fonction de la localisation géographique et du mode de vie.

En France, la dose efficace moyenne annuelle reçue par individu est de l'ordre de 3,7 mSv, dont :

- **origine naturelle = 2,4 mSv**
- **origine artificielle = 1,3 mSv**



(Source IRSN, Estimation 2010)

LES SOURCES NATURELLES

L'EXPOSITION EXTERNE AUX RAYONNEMENTS COSMIQUES

Les rayonnements cosmiques proviennent de particules chargées de haute énergie qui traversent l'espace. Ils induisent une **exposition externe** de l'homme qui augmente avec l'altitude. A titre d'exemple, le débit de dose maximum dû aux seuls rayonnements cosmiques est de 38 nSv.h⁻¹ au niveau de la mer contre 164 nSv.h⁻¹ à Cervières, commune la plus haute de France (2 836 m d'altitude). L'importance de cette source d'exposition varie également avec la latitude et l'activité solaire. **En moyenne annuelle, pour chaque individu de la population française, la dose induite par le rayonnement cosmique est de l'ordre de 0,3 mSv.**

L'EXPOSITION EXTERNE AUX RAYONNEMENTS TERRESTRES

Les rayonnements terrestres proviennent de la désintégration des radionucléides présents naturellement dans la croûte terrestre. Les principaux radionucléides concernés sont le potassium 40 et les éléments appartenant aux familles radioactives de l'uranium (²³⁸U et ²³⁵U) et du thorium (²³²Th). La radioactivité naturelle d'origine tellurique présente une grande variabilité spatiale, selon la géologie locale, avec cependant en un point donné une relative uniformité dans le temps.

Lieux	Dose moyenne
Bassin Parisien	0,5 mSv / an
Bretagne	0,6 mSv / an
Montagne (1500 m)	0,8 mSv / an
Bord de mer	0,4 mSv / an

L'INHALATION DE RADON

Dans les bâtiments, le radon est la principale source d'exposition naturelle. Il s'agit d'un gaz radioactif qui provient de la désintégration de l'uranium et du thorium présents dans la croûte terrestre. L'importance de cette source d'exposition dépend de la composition radiologique du sol et du sous-sol ainsi que de l'aération des locaux.

L'INGESTION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES NATURELLES

Par transfert, les radionucléides naturels du sol et de l'air se retrouvent dans les différents produits susceptibles d'être ingérés par l'homme. Les éléments radioactifs présents dans les sols ou dans l'air sont ainsi prélevés par les plantes et se retrouvent par la suite dans tous les éléments de la chaîne alimentaire, y compris le corps humain. La radioactivité du corps humain est principalement due à l'incorporation de ⁴⁰K et de ¹⁴C à travers l'alimentation et la consommation d'eaux de boisson. **Pour un individu moyen, la dose annuelle correspondante est de l'ordre de 0,2 mSv.**

LES SOURCES ARTIFICIELLES

La radioactivité d'origine naturelle n'est pas la seule source d'éléments radioactifs dans notre environnement. Les activités humaines passées ou actuelles induisent une contamination du milieu naturel qu'il est indispensable de prendre en compte. Les exemples les plus connus concernent les retombées des essais nucléaires atmosphériques ou la contamination induite par l'accident de Tchernobyl en 1986. Les rejets liquides et gazeux des installations nucléaires et industrielles en fonctionnement normal ne contribuent pas à augmenter de façon significative la radioactivité présente dans l'environnement. L'influence des sources artificielles de radioactivité sur l'exposition de la population est évaluée en surplus de celle des sources naturelles. On parle alors d'**exposition ajoutée**.

LES EXPOSITIONS D'ORIGINE MEDICALE

Cette source d'exposition est essentiellement le fait de radiodiagnostic et de radiothérapie. Les doses délivrées sont variables suivant le type d'examen considéré. Par exemple, un scanner céphalique délivre une dose de 40 mSv alors qu'une radiographie du thorax correspond à 0,02 mSv.

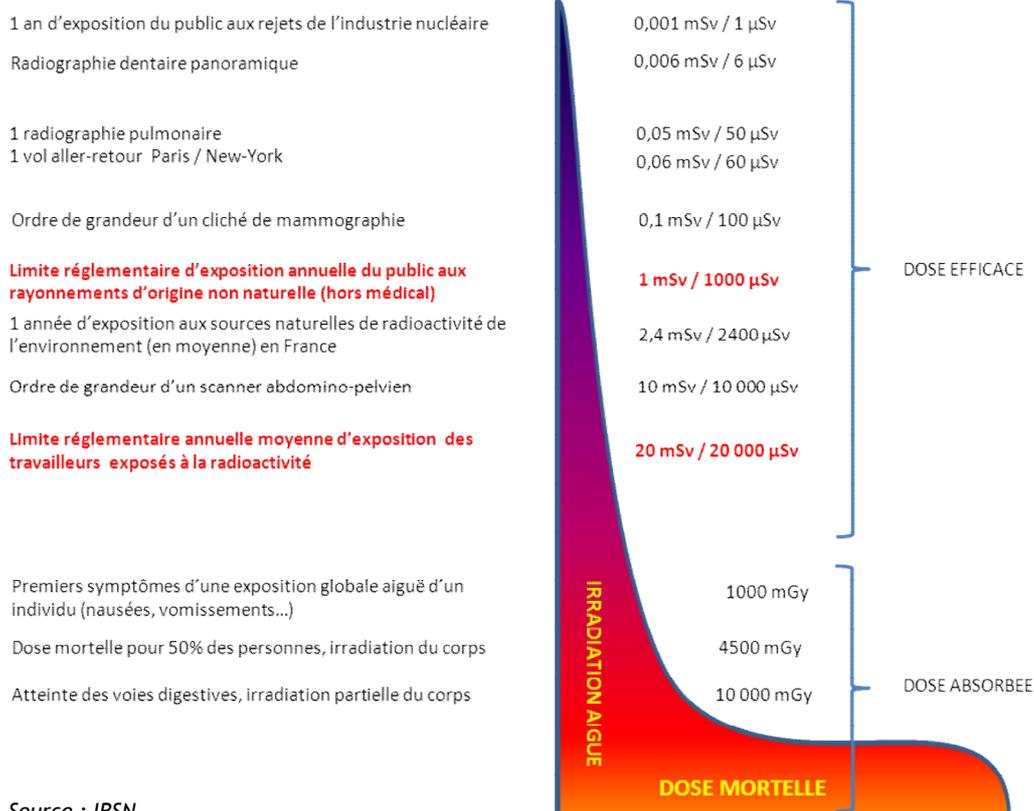
LES ESSAIS ET LES ACCIDENTS NUCLEAIRES

Les essais atmosphériques d'armes nucléaires sont responsables encore aujourd'hui d'un supplément d'exposition de l'ordre de 1 %, principalement dû à la présence de césium 137, élément radioactif dont la période radioactive est de trente ans. Les accidents nucléaires de Windscale (GB, 1957), Kysthym (Russie, 1957) et Tchernobyl (Ukraine, 1986) sont également responsables du dépôt dans l'environnement de radionucléides tels que I131, Cs137, Cs134, Ru106...

LES REJETS CONTROLES DE L'INDUSTRIE

La radioactivité artificielle provenant d'activités industrielles est très faible. Elle touche principalement les travailleurs de l'industrie électronucléaire et le personnel hospitalier. En ce qui concerne la population, les rejets radioactifs des installations nucléaires sont à l'origine d'un supplément d'exposition annuelle estimé à 0,001 mSv par habitant.

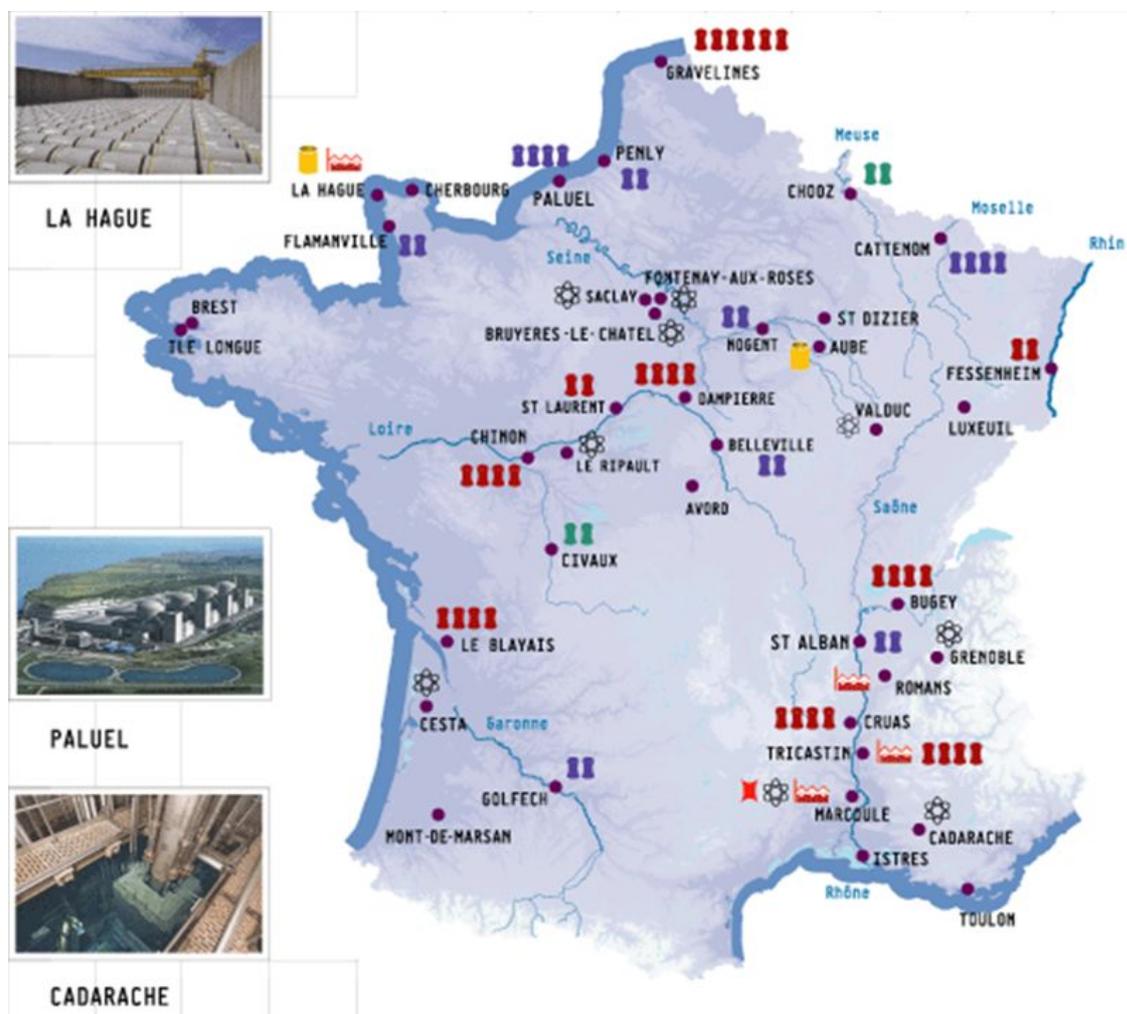
QUELQUES ORDRES DE GRANDEUR...



Principaux sites nucléaires en France

Le parc de production d'électricité d'origine nucléaire d'EDF en France compte aujourd'hui essentiellement 58 Réacteurs à Eau sous Pression (REP) répartis sur 19 sites, qui fournissent environ 420 millions de mégawattheures (MWh) par an, soit 85 % de la production totale d'EDF. Le parc nucléaire comprend par ailleurs des centrales arrêtées définitivement, actuellement en déconstruction. Il s'agit des centrales de première génération de type « Uranium Naturel Graphite Gaz » (Bugey, Chinon, St Laurent des Eaux), de prototypes (Brennilis, Chooz) et de la centrale de Creys-Malville. Par ailleurs, la France possède également d'autres installations intervenant dans le cycle du combustible, des réacteurs expérimentaux, des centres de stockage des déchets, etc...

IMPLANTATION DES PRINCIPALES INSTALLATIONS NUCLEAIRES FRANCAISES EN EXPLOITATION



RÉACTEURS DE PUISSANCE			
REP			RNR
900 MWe	1300 MWe	1400 MWe	

- CENTRE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE
- STOCKAGE DE DÉCHETS
- USINE DU CYCLE COMBUSTIBLE (ENRICHISSEMENT, FABRICATION, RETRAITEMENT)

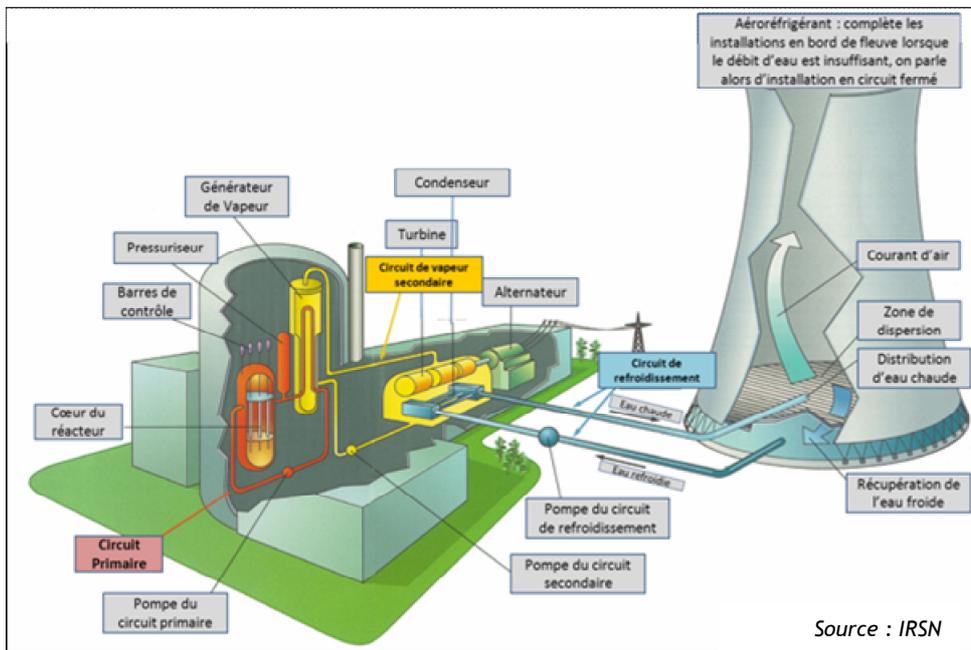
Source : IRSN

FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES

PRINCIPAUX COMPOSANTS D'UNE CENTRALE NUCLEAIRE FRANÇAISE

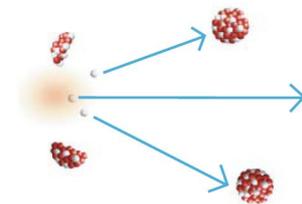
Un Réacteur à Eau sous Pression (REP) est constitué de plusieurs éléments :

- une **cuve sous pression en acier** contenant les assemblages combustibles et l'eau du circuit primaire. A l'intérieur de cette cuve, la **fission** de l'uranium 235 libère de l'énergie sous forme de chaleur. La réaction en chaîne est maîtrisée notamment grâce à des barres de contrôle contenant du bore et/ou du cadmium.
- **trois circuits d'eau indépendants** :
 - Le **circuit primaire**, directement en contact avec les éléments combustibles du cœur du réacteur, transporte la chaleur vers un échangeur de chaleur (Générateur de Vapeur) où elle est transférée à l'eau d'un circuit secondaire ;
 - La vapeur produite dans le **circuit secondaire** actionne une **turbine** sous pression qui entraîne l'alternateur, générateur d'électricité ;
 - Le **circuit tertiaire** alimente la centrale avec de l'eau froide (mer ou fleuve) pour refroidir le circuit secondaire.



FISSION ET REACTION EN CHAÎNE

La **fission** est la rupture d'un gros noyau (noyau d'uranium 235, par exemple) qui, sous l'impact d'un neutron, se scinde en deux noyaux plus petits. La fission s'accompagne d'un grand dégagement d'énergie et de la libération de deux ou trois neutrons. Les neutrons ainsi libérés peuvent provoquer à leur tour la fission d'autres noyaux et la libération d'autres neutrons, et ainsi de suite : c'est la **réaction en chaîne**.



RADIONUCLEIDES PRODUITS EN FONCTIONNEMENT NORMAL

Lors de la réaction de fission, de nombreux éléments radioactifs sont produits (**produits de fission**). Ils restent à l'intérieur des crayons et seule une très faible proportion de cette radioactivité peut passer par les fuites résiduelles éventuelles de la gaine dans l'eau du circuit primaire qui est épurée en permanence. Dans le même circuit et sous l'action du flux neutronique, des **produits d'activation** se forment. Les éléments radioactifs présents dans le circuit primaire ne peuvent pénétrer dans le circuit secondaire que par des fuites au niveau de l'échangeur de chaleur. Des gaz radioactifs sont également produits (principalement des **iodes** et des **gaz rares**), et des systèmes d'épuration de l'air permettent soit de les fixer sur des filtres, soit de les stocker dans des réservoirs où on laisse décroître la radioactivité. **En fonctionnement normal, les réacteurs nucléaires donnent lieu à des rejets gazeux et liquides dans les limites fixées, au cas par cas, par des décisions de l'ASN homologuées.**

Gestion des déchets radioactifs en France

En temps normal, les déchets radioactifs proviennent des centrales et des autres installations nucléaires, des laboratoires de recherche, des services de médecine nucléaire, etc. Il s'agit principalement d'objets et matériels contaminés, de produits activés et de produits résultant de la fission de l'uranium.

CLASSIFICATION DES DECHETS RADIOACTIFS

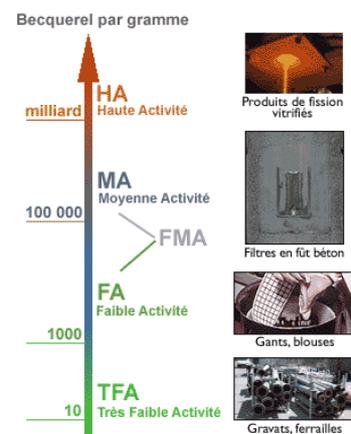
Les déchets radioactifs sont très divers de par leur radioactivité, leur durée de vie, leur volume ou encore leur nature (ferrailles, gravats, huiles...). Chaque type de déchets nécessite un traitement et une solution d'élimination définitive adaptés afin de maîtriser les risques qu'il présente, notamment le risque radiologique.

Deux paramètres principaux permettent d'appréhender le risque radiologique :

- **l'activité**, qui contribue à la toxicité radiologique du déchet. Ce paramètre détermine l'importance de la protection à mettre en place (aussi bien pour les travailleurs que pour le public). On distingue ainsi les **déchets de très faible (TFA), faible, moyenne et haute activité**.

Pour les déchets de faible activité (FA) et de moyenne activité (MA) stockés au Centre de stockage de l'Aube, on emploie souvent la terminologie **FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte)**. Les déchets de haute activité (HA) sont toujours mélangés avec des déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL).

Quelques ordres de grandeur



Source : IRSN

- **la période radioactive**, fonction de la décroissance radioactive des radioéléments présents dans les déchets. On trouve ainsi les **déchets de très courte durée de vie** (radioactivité divisée par 2 en moins de 100 jours), les **déchets dits de courte durée de vie** (radioactivité divisée par 2 en moins de 31 ans) et des **déchets dits de longue durée de vie**, qui contiennent une quantité importante de radioéléments de longue période (radioactivité divisée par deux en plus de 31 ans).

Activité \ Période radioactive	Période radioactive		
	Très courte durée de vie (VTC) (période radioactive < 100 jours)	Courte durée de vie (VC) (période radioactive ≤ 31 ans)	Longue durée de vie (VL) (période radioactive > 31 ans)
Très faible activité (TFA)	Déchets VTC gérés sur place par décroissance radioactive. Ils sont ensuite gérés comme des déchets classiques	Déchets TFA Centre de stockage CSTFA (Stockage dédié en surface / Filières de recyclage)	
Faible activité (FA)		Déchets FMA-VC Centre de stockage de l'Aube <i>Remarque : à l'étude pour les déchets tritiés et les sources scellées</i>	Déchets FA-VL Centre de stockage à faible profondeur à l'étude. Mise en service prévue en 2020
Moyenne activité (MA)			Déchets MA-VL Centre de stockage profond à l'étude. Mise en service prévue en 2025.
Haute activité (HA)		Déchets HA Centre de stockage profond à l'étude Mise en service prévue en 2025	

Source : ANDRA

LES FILIERES DE GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS

LES DECHETS DE TRES COURTE DUREE DE VIE

Ces déchets sont issus d'activités médicales (diagnostic, thérapies...) mettant en jeu des radioéléments de très courte durée de vie (demi-vie de quelques jours). Ils sont recueillis et entreposés pendant une durée suffisante permettant à la radioactivité de disparaître pratiquement. Devenus conventionnels, ces déchets sont éliminés comme tels dans les circuits d'élimination des déchets hospitaliers classiques.

LES DECHETS DE TRES FAIBLE ACTIVITE (TFA)

Les déchets de très faible activité (TFA) proviennent essentiellement du **démantèlement** des installations nucléaires arrêtées, de **quelques industries** (chimie ou métallurgie) dont les procédés de fabrication concentrent la radioactivité naturelle présente dans certains minerais et de la **réhabilitation de sites anciennement pollués**.

Les déchets TFA ont un niveau de radioactivité généralement compris entre 1 et 100 Becquerels par gramme (Bq/g) parfois supérieur pour de très faibles volumes de déchets ; leur activité décroît en quelques dizaines d'années jusqu'à un niveau moyen de quelques Bq/g, cette radioactivité résiduelle étant essentiellement due aux éléments à vie longue.

Le **Centre de stockage TFA (CSTFA)**, exploité par l'ANDRA, les accueille depuis l'été 2004. Il couvre une superficie de 45 hectares, située essentiellement sur la commune de Morvilliers (AUBE) et devrait accueillir, au cours des trente prochaines années, environ 650 000 m³ de déchets TFA.



<http://www.andra.fr>

LES DECHETS DE FAIBLE ET MOYENNE ACTIVITE A VIE COURTE (FMA-VC)

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte ont une période radioactive inférieure à 30 ans. Leur niveau d'activité deviendra comparable à celui de la radioactivité naturelle dans moins de 300 ans. Ce sont par exemple des filtres, des résines de traitement de l'eau, des outils, des gants... qui proviennent principalement de l'industrie nucléaire, mais aussi des laboratoires de recherche, des universités, des hôpitaux... Pour des raisons techniques, ces déchets peuvent contenir, en faible proportion, des éléments radioactifs à vie longue.

Ces déchets sont gérés et stockés dans le **centre de stockage de l'Aube**, ouvert au début de l'année 1992, et qui a pris le relais du Centre de la Manche. Sa capacité est de un million de mètres cubes de colis de déchets.



<http://www.andra.fr>

LES DECHETS DE FAIBLE ACTIVITE A VIE LONGUE (FA-VL)

Les déchets de faible activité à vie longue proviennent le plus souvent d'activités industrielles conduisant à la concentration de radioéléments d'origine naturelle (ex : ancienne industrie du radium), ou de l'industrie nucléaire (ex : graphite irradié contenu dans les structures des anciens réacteurs de la filière uranium naturel-graphite-gaz [UNGG]). Du fait de leur longue durée de vie, ces déchets ne peuvent pas être éliminés dans un stockage de surface car il n'est pas possible de bénéficier de leur décroissance radioactive dans un délai compatible avec la permanence d'une surveillance institutionnelle. Des méthodes de gestion à long terme sont encore à l'étude.

LES DECHETS DE HAUTE ACTIVITE (HA) ET LES DECHETS DE MOYENNE ACTIVITE A VIE LONGUE (MA-VL)

Ces déchets sont en grande majorité issus de l'industrie nucléaire (coques et embouts de combustibles irradiés, boues provenant du traitement des effluents, déchets activés issus du démantèlement d'installations nucléaires, produits de fission et d'activation issus du traitement de combustibles irradiés...). Il n'existe pas actuellement de filière d'élimination de ces déchets, qui sont pour le moment entreposés dans des installations nucléaires. Des recherches pour leur élimination sont menées suivant les axes définis par la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006.

Démarche générale de prévention des accidents

La sûreté des centrales nucléaires est fondée sur le principe de "défense en profondeur" : des niveaux multiples de protection, ou lignes de défense, présents dès le stade de la conception de l'installation, ramènent à un niveau extrêmement faible le risque qu'un accident puisse avoir des conséquences graves à l'extérieur de la centrale. Chaque dispositif de sécurité, considéré a priori comme vulnérable, doit être doublés par un autre dispositif indépendant. L'un des objectifs majeurs de la sûreté des installations nucléaires est donc de maîtriser, en toutes circonstances, le confinement de la radioactivité.

LA DEFENSE EN PROFONDEUR

1^{ER} NIVEAU : CONCEPTION ET ORGANISATION

Le premier niveau de défense consiste à concevoir et construire l'installation en faisant appel à des techniques fiables et des matériels robustes et à organiser son exploitation de manière à maintenir l'installation dans son domaine normal de fonctionnement.

2^{EME} NIVEAU : DISPOSITIFS DE CONTROLE ET DE PROTECTION

Le deuxième niveau de défense vise à empêcher l'installation de sortir de son domaine de fonctionnement normal : des **systèmes de régulation, de contrôle et de protection** sont présents pour arrêter une évolution anormale avant que des matériels ne soient sollicités au-delà des conditions prévues pour leur fonctionnement.

3^{EME} NIVEAU : SYSTEMES DE SAUVEGARDE ET PROCEDURES DE CONDUITE ACCIDENTELLE

Le troisième niveau de défense intervient en cas de défaillance des deux premiers niveaux ; il comporte des systèmes dits de sauvegarde et des procédures de conduite de l'installation destinées à circonscrire l'accident et à limiter les effets de ces accidents.

4^{EME} NIVEAU : LIMITATION DES CONSEQUENCES D'UN ACCIDENT GRAVE

Malgré le soin apporté aux trois premiers niveaux, le risque d'accident susceptible d'entraîner des conséquences importantes bien que minime, n'est pas nul : il est, en effet, impossible de garantir un risque nul. Le quatrième niveau consiste à limiter les rejets provoqués par une situation très grave où le cœur aurait fondu. Les actions à entreprendre font l'objet de procédures ultimes et du **Plan d'Urgence Interne** établi par l'exploitant.

5^{EME} NIVEAU : LIMITATION DES CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES POUR LES POPULATIONS

La mise en oeuvre d'actions de protection des populations peut intervenir en cas de rejets plus ou moins importants suppose l'échec ou une efficacité insuffisante des mesures associées aux niveaux précédents. Ces actions sont regroupées dans des **Plans Particuliers d'Intervention**.

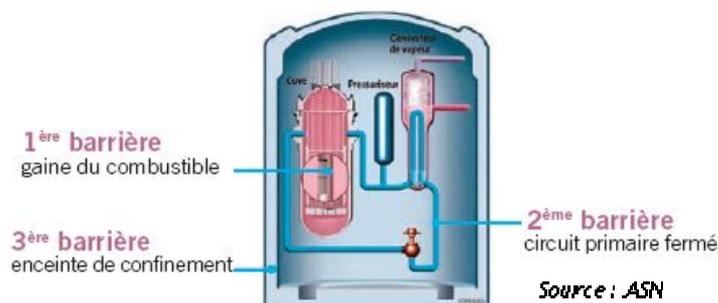


Source : IRSN

LES BARRIERES DE CONFINEMENT

Dans un Réacteur à Eau sous Pression (REP), la prise en compte du concept de défense en profondeur implique l'existence de 3 barrières de confinement des produits radioactifs contenus dans le cœur du réacteur :

1. La **gaine** qui enveloppe les crayons de combustible retient les produits radioactifs créés dans les pastilles de combustible. Une mauvaise évacuation de la chaleur entraînerait la rupture des gaines, voire la fusion plus ou moins importante des pastilles.
2. Le **circuit primaire** : les crayons combustibles sont constamment refroidis par l'eau primaire qui circule en circuit fermé entre le cœur et les boucles des générateurs de vapeur. Le circuit primaire constitue une deuxième enveloppe capable de retenir la dispersion des produits radioactifs contenus dans le combustible si les gaines sont défailtantes.
3. L'**enceinte de confinement** : elle est constituée par le bâtiment en béton qui abrite le circuit primaire.



LES PLANS D'URGENCE

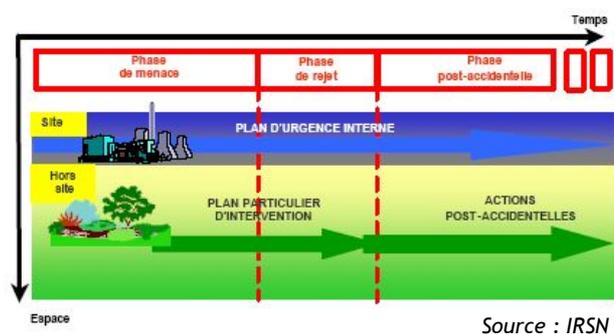
AU NIVEAU LOCAL

En cas d'événement important affectant l'installation nucléaire, le **responsable de l'installation** déclenche le **Plan d'Urgence Interne (PUI)**. Le mise en œuvre de ce plan, propre à chaque site et établi par l'exploitant, vise à ramener l'installation dans un état sûr, à limiter les conséquences de l'accident et à protéger notamment les personnes présentes sur le site.

Si l'accident est susceptible d'avoir des conséquences sur la population environnante, le **préfet**, responsable de la protection de celle-ci, déclenche le **Plan Particulier d'Intervention (PPI)**. Ce plan, élaboré par les services de la préfecture dont relève le site en relation avec les élus locaux, est propre à chaque site et destiné à protéger les populations en cas de menace d'exposition à court terme. Il précise les missions des différentes équipes d'intervention (services de protection civile, cellules mobiles d'intervention radiologique, forces de police...) ainsi que les réseaux de transmission de l'information et les moyens matériels et humains nécessaires. En fonction de la cinétique de l'accident, ses modalités d'application sont différentes [Cf. FICHE 2.5].

AU NIVEAU NATIONAL

L'ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire) ou L'ASND (Autorité de Sûreté Nucléaire de Défense) sont chargées de conseiller le préfet. Ils disposent de l'appui technique de l'IRSN.



Qu'est ce qu'un accident nucléaire sur un REP ?

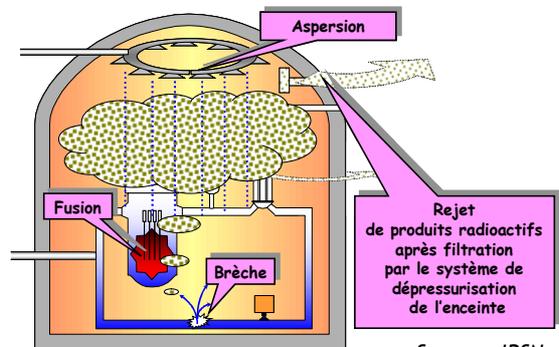
Un accident nucléaire peut conduire à une **dispersion atmosphérique (particules ou gaz)** ou à un **rejet liquide de produits radioactifs** dans l'environnement à la suite de défaillances techniques, d'un incendie de grande ampleur, etc. entraînant la défaillance des **barrières de confinement** [Cf. FICHE 2.3]. En découlent une contamination de l'environnement et une exposition à des rayonnements ionisants des travailleurs et de la population autour de l'installation accidentée.

Sur les Réacteurs à Eau sous Pression (REP), parmi les différents types d'accidents pouvant entraîner des rejets radioactifs dans l'environnement, on distingue particulièrement les accidents de type « Accident de Perte de Réfrigérant Primaire » (APRP) aggravé et les accidents de type « Rupture de Tubes de Générateur de Vapeur » (RTGV).

L'ACCIDENT NUCLEAIRE SUR UNE CENTRALE NUCLEAIRE FRANÇAISE

ACCIDENT DE TYPE « APRP » AVEC DEFAILLANCES MULTIPLES

En cas d'accident sur un réacteur, l'arrêt automatique de celui-ci entraîne la chute des grappes de contrôle qui absorbent les neutrons responsables de la réaction en chaîne. Cependant, même si la réaction en chaîne est stoppée, le cœur du réacteur qui contient beaucoup de produits radioactifs, va continuer à produire de la chaleur par désintégration de ces éléments : c'est ce que l'on appelle la **puissance résiduelle du cœur du réacteur** qu'il faut évacuer en permanence pour éviter que celui ne monte en température et se dégrade.



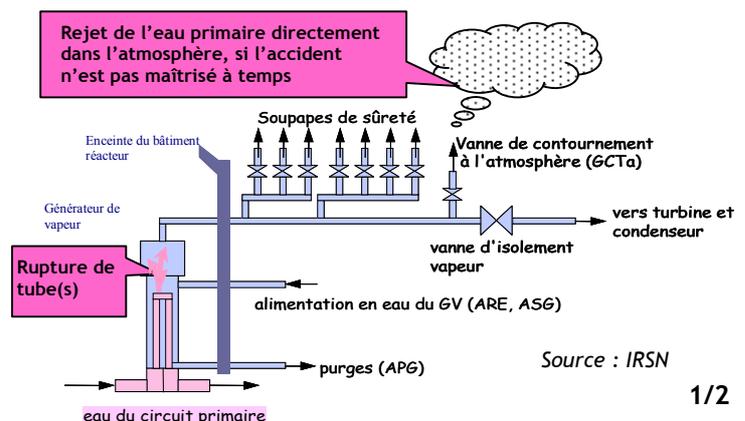
Source : IRSN

Un **accident de type « fusion du cœur »** a généralement pour origine un défaut de refroidissement du cœur dont la puissance résiduelle ne peut plus être évacuée. C'est le cas lorsqu'une **brèche s'ouvre sur le circuit primaire** [Cf. FICHE 2.1] (APRP = Accident de Perte de Réfrigérant Primaire) : l'eau s'échappe de celui-ci et si les moyens d'injection d'eau ne compensent pas suffisamment cette perte, le niveau d'eau dans la cuve du réacteur baisse et n'est plus suffisant pour recouvrir les crayons combustibles. Le combustible n'étant plus refroidi, il s'échauffe et atteint de très hautes températures. Si la situation n'est pas corrigée en réinjectant de l'eau dans la cuve du réacteur, les crayons combustibles et les structures internes de cuve fondent et forment un magma de matériaux appelé **corium**. Les produits radioactifs les plus volatils du cœur du réacteur, tels que l'iode ou le césium, sont alors relâchés dans l'enceinte de confinement du réacteur.

Par ailleurs, l'eau chaude qui s'échappe par la brèche du circuit primaire dans l'enceinte de confinement se vaporise instantanément, entraînant une augmentation de la pression dans l'enceinte. Les enceintes de confinement sont des structures étanches, mais il existe toujours des fuites. Sous l'effet de la pression dans l'enceinte de confinement et de l'existence de ces fuites, une partie des produits radioactifs relâchée dans l'enceinte est rejetée dans l'environnement (par les inétanchéités de la troisième barrière de confinement). Pour ce type d'accident, on observe une **phase de menace qui peut être de l'ordre de quelques dizaines de minutes à quelques heures**, suivie d'une **phase de rejet très longue**.

ACCIDENT DE TYPE « RTGV »

En cas de rupture de tube(s) de générateur de vapeur (RTGV), l'eau du circuit primaire, qui peut contenir des faibles quantités d'éléments radioactifs, se déverse alors dans le circuit secondaire (perte de la deuxième barrière de confinement). Cette fuite est due à la différence de pression entre le circuit



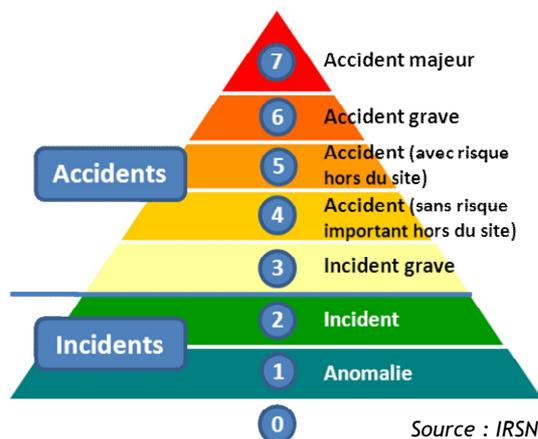
Source : IRSN

primaire et le circuit secondaire et entraîne une augmentation de la pression dans le circuit secondaire.

Afin de ne pas endommager l'installation, des soupapes de décompression sur le circuit secondaire s'ouvrent pour limiter l'élévation de la pression et laissent échapper de la vapeur d'eau contaminée directement dans l'atmosphère. Il se produit alors un rejet de gaz radioactifs dans l'environnement. Les radionucléides pouvant être émis dans l'environnement sont des produits de fission et des produits de corrosion [Cf. FICHE 3.1]. Pour ces accidents, il n'y a pas de phase de menace mais la phase de rejet est limitée dans le temps (de quelques secondes à quelques heures au maximum).

L'ECHELLE INES

L'échelle *INES* (International Nuclear Event Scale) est une échelle de communication. Elle est destinée à faciliter la perception par les médias et le public de l'importance en matière de sûreté des incidents et des accidents nucléaires. Elle est utilisée au plan international depuis 1991 et s'appuie à la fois sur des critères objectifs et subjectifs. L'échelle *INES* s'applique à tout événement se produisant dans les installations nucléaires de base (INB) civiles ou classées secrètes (INBS), et lors du transport des matières radioactives. Ces événements sont classés selon 8 niveaux, de 0 à 7, suivant leur importance.



L'application de l'échelle *INES* se fonde sur 3 critères de classement :

- les conséquences de l'événement à l'extérieur du site, c'est-à-dire les rejets radioactifs qui peuvent toucher le public et l'environnement ;
- les conséquences de l'événement à l'intérieur du site, qui peuvent toucher les travailleurs et l'installation elle-même ;
- la dégradation des lignes de défense en profondeur de l'installation, c'est-à-dire des moyens successifs de protection (systèmes de sûreté, procédures, contrôles techniques ou administratifs...) mis en place au sein de l'installation afin de limiter les effets d'un incident ou accident et de garantir le confinement de la radioactivité.

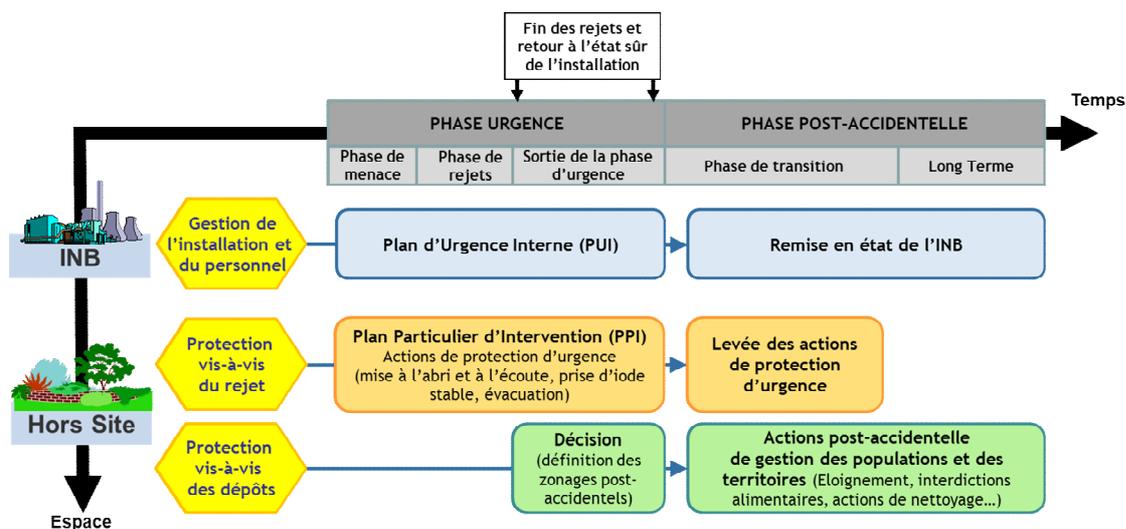
	Conséquences à l'extérieur du site	Conséquences à l'intérieur du site	Dégradation de la défense en profondeur	Exemples
7 Accident majeur	Rejet majeur : effets étendus sur la santé et l'environnement			Tchernobyl (Ukraine) (1986) Fukushima (Japon) (2011)
6 Accident grave	Rejet important susceptible d'exiger l'application intégrale des actions de protection prévues			
5 Accident	Rejet limité susceptible d'exiger l'application partielle des actions de protection prévues	Endommagement grave du cœur de réacteur / des barrières radiologiques		Three Mile Island (USA) (1979)
4 Accident	Rejet mineur : exposition du public de l'ordre des limites prescrites	Endommagement important du cœur de réacteur / des barrières de confinement / exposition mortelle d'un travailleur		Saint Laurent des Eaux (Fr) (1969)
3 Incident grave	Très faible rejet : exposition du public représentant une fraction des limites prescrites	Contamination grave / effets aigus sur la santé d'un travailleur	Accident évité de peu / perte des barrières	
2 Incident		Contamination importante / surexposition d'un travailleur	Incidents assortis de défaillances importantes des dispositions de sécurité	
1 Anomalie			Anomalie sortant du régime de fonctionnement autorisé	
0 Écart	Aucune importance du point de vue de la sûreté			
Événements hors échelle	Aucune pertinence du point de vue de la sûreté			

Phases d'un accident & Gestion de la population et des territoires

PHASES DE L'ACCIDENT ET ENJEUX

En fonction de l'installation, du type d'incident [Cf. FICHE 2.4], des stratégies de conduite mises en œuvre au sein de l'installation, l'ampleur et la cinétique d'un accident nucléaire peuvent être très différentes. Un accident nucléaire sur un REP peut se décomposer en 2 grandes phases dont les durées différeront selon la nature de l'accident :

- la phase d'urgence composée de la phase de menace, la phase de rejet et la sortie de la phase d'urgence ;
- la phase post-accidentelle composée de la phase de transition (des premières semaines aux premières années) suivant la fin des rejets et de la phase de long terme.



Au sein de l'installation affectée, le responsable met en œuvre, dès la phase d'urgence, tous les moyens dont il dispose pour sécuriser son installation et limiter les rejets de radioactivité dans l'environnement.

En dehors de l'installation, la protection des populations, à court, moyen et long termes, est de la responsabilité des pouvoirs publics représentés, au niveau local, par le préfet :

- lors de la phase de menace ou de rejet, des actions définies dans le *Plan Particulier d'Intervention* [Cf. FICHE 2.3] sont mises en place dans des périmètres d'urgence autour du site pour anticiper ou assurer la protection de la population vis-à-vis des rejets atmosphériques de radioactivité.
- à la sortie de la phase d'urgence et tout au long de la phase post-accidentelle, un zonage post-accidentel évolutif [Cf. FICHE 2.6] est établi pour structurer la mise en œuvre des actions de protection vis-à-vis de la radioactivité déposée dans l'environnement et, notamment, la gestion du risque alimentaire.

En dehors de ces territoires (périmètre d'urgence, zonage post-accidentel), le risque radiologique pour la population reste suffisamment faible pour ne pas justifier des actions de protection particulières.

En phase d'urgence puis en phase post-accidentelle, la gestion du milieu agricole vise trois objectifs principaux :

- lors de la phase de menace, préserver le patrimoine agricole des conséquences possibles de l'accident par des actions de préservation des cheptels, des stocks et du matériel situé sur les exploitations ;
- dès la sortie de la phase d'urgence, engager les actions pour limiter les conséquences des dépôts de radioactivité dans l'environnement sur les productions et les exploitations agricoles ;
- à plus long terme, restaurer ou améliorer la qualité radiologique des systèmes de production agricole.

Tout au long de l'accident, la stratégie globale à mettre en œuvre pour la protection des populations et la préservation de l'environnement agricole doit tenir compte, de manière cohérente, de l'évolution temporelle de la situation mais également de sa variabilité spatiale.

PHASES DE L'ACCIDENT, METHODE D'EVALUATION ET ACTIONS

Les paragraphes ci-dessous présentent, pour chacune des phases de l'accident, les actions qui peuvent être mises en œuvre pour protéger les populations et les territoires. Les pictogrammes utilisés sont explicités dans ce tableau :

Nécessité d'actions relatives à la protection de la population (Cf. FICHE 4.1)		Gestion des produits agricoles (Cf. FICHE 4.2)	
	Pas d'action nécessaire vis-à-vis de la population		Pas d'interdiction de consommation, ni de mise sur le marché des produits alimentaires
	Nécessité de mettre en œuvre des actions de protection de la population		Mesures nécessaires d'interdiction de consommation et de mise sur le marché des produits alimentaires

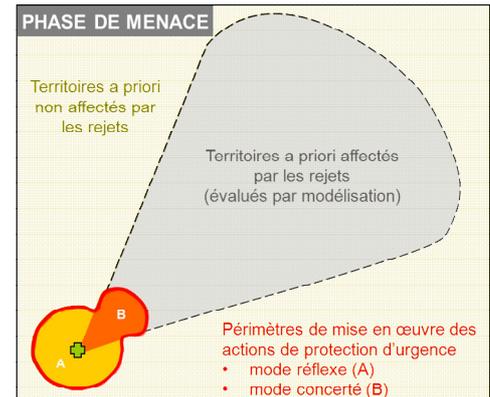
LA PHASE DE MENACE

Définition

La phase de menace débute par un événement anormal détecté par l'exploitant de l'installation. Si les tentatives de l'exploitant pour ramener l'installation à un état sûr échouent et si les matériels de sauvegarde prévus ne fonctionnent pas de manière satisfaisante, cet accident peut conduire à des rejets dans l'environnement après quelques heures ou très rapidement pour certains types d'accident (incendie, explosion, criticité, etc.). La phase de menace est alors d'une durée très réduite, elle peut même ne pas exister.

Méthode d'évaluation

Durant la phase de menace, si elle a lieu, les décisions sont essentiellement prises sur la base d'estimations prédictives réalisées par modélisation tenant compte de l'état de l'installation concernée et des prévisions météorologiques locales couvrant la période de rejets potentielle. Ces données permettent de délimiter les territoires risquant, en théorie, d'être impactés par les rejets et en particulier les lieux où des actions de protection de la population seraient justifiées. Les réseaux de surveillance de l'environnement en place, notamment autour de l'installation nucléaire concernée sont mis en alerte afin de détecter un éventuel début de rejets.



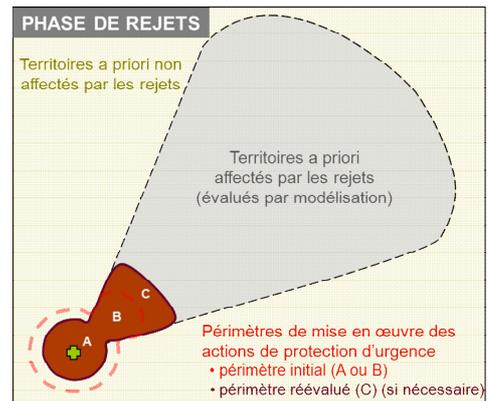
Gestion des populations et des territoires

	PREVISIONS	AU COURS DE LA PHASE DE MENACE...
Centrale nucléaire 	Risque de rejets	L'exploitant engage les actions prévues dans le Plan d'Urgence Interne (PUI) destinées à ramener, si possible, l'installation dans un état sûr, à limiter les rejets radioactifs dans l'environnement et à protéger son personnel.
Périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence	 	S'il craint l'apparition de rejets à échéance brève, le préfet peut déclencher le Plan Particulier d'Intervention (PPI) et mettre en œuvre des actions « préventives » destinées à protéger les populations concernées : <ul style="list-style-type: none"> • Si le délai est court (< 6 heures après le début de l'accident), le préfet déclenche le PPI en mode réflexe sur la base de critères techniques préétablis. Les actions à engager sont prédéterminées et donc indépendantes des conditions météorologiques au moment de l'accident et s'appliqueront au rayon réflexe du PPI (zone « A » du schéma ci-dessus). La mise à l'abri et à l'écoute de la population est alors mise en œuvre. • Si le temps avant le début des rejets est plus long (> 6 heures), le préfet peut décider de la mise en œuvre du PPI en mode concerté. Les actions de protection des populations à engager ainsi que les périmètres où elles s'appliquent sont alors définies au cas par cas sur la base d'une évaluation réalisée par des experts techniques et l'exploitant tenant compte, notamment, des conditions météorologiques (zone « B » ci-dessus). Le préfet est alors conseillé par l'ASN.
Reste du territoire impacté par les rejets	 	En dehors des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence, le niveau d'exposition de la population aux rejets ne justifie pas d'actions supplémentaires de protection de la population, du moins dans les premières heures de l'accident. Des actions préventives de préservation du milieu agricole peuvent y être recommandées (ex : rentrer les animaux ...).
Territoire a priori non impacté	 	Au-delà de la zone supposée d'impact des rejets, aucune action n'est à mettre en œuvre que ce soit pour la protection des populations ou la préservation du patrimoine agricole.

LA PHASE DE REJETS

Définition

La phase de rejets débute dès que de la radioactivité est détectée aux exutoires de l'installation ou dans l'environnement. Elle dure jusqu'à l'arrêt des émissions de radioactivité dans l'atmosphère et la dissipation du panache. Suivant le type d'accident, les substances radioactives peuvent être émises sur des périodes de plusieurs heures à plusieurs jours. Les radioéléments se déplacent et diffusent dans l'atmosphère au gré du mouvement des masses d'air et se déposent sur le sol et les surfaces selon les conditions atmosphériques [Cf. FICHE 3.1].



Durant cette phase, la priorité des pouvoirs publics est de mettre en place des actions de protection des populations et du territoire vis-à-vis des rejets (mise à l'abri et à l'écoute, prise d'iode stable, voire évacuation).

Méthode d'évaluation

Durant cette phase, les outils de modélisation restent le moyen principal pour comprendre et anticiper l'évolution de la situation et les conséquences sanitaires et environnementales induites. Les premiers résultats de mesures de la radioactivité sur le terrain, disponibles en nombre réduit, sont obtenus avec les réseaux de surveillance autour des installations et grâce aux équipes de mesures envoyées sur le terrain. Ils permettent essentiellement de suivre l'évolution des rejets (évolution temporelle et spatiale) [Cf. FICHE 2.11]. Au cours du temps, la connaissance des rejets s'améliore et permet de confirmer et d'affiner les estimations précédemment fournies. Le cas échéant, le préfet peut adapter ou compléter les actions de protection déjà entreprises.

L'IRSN évalue également la contamination prévisionnelle des denrées alimentaires destinées à la consommation humaine et animale, en vue de la définition du zonage post-accidentel à mettre en place à la sortie de la phase d'urgence.

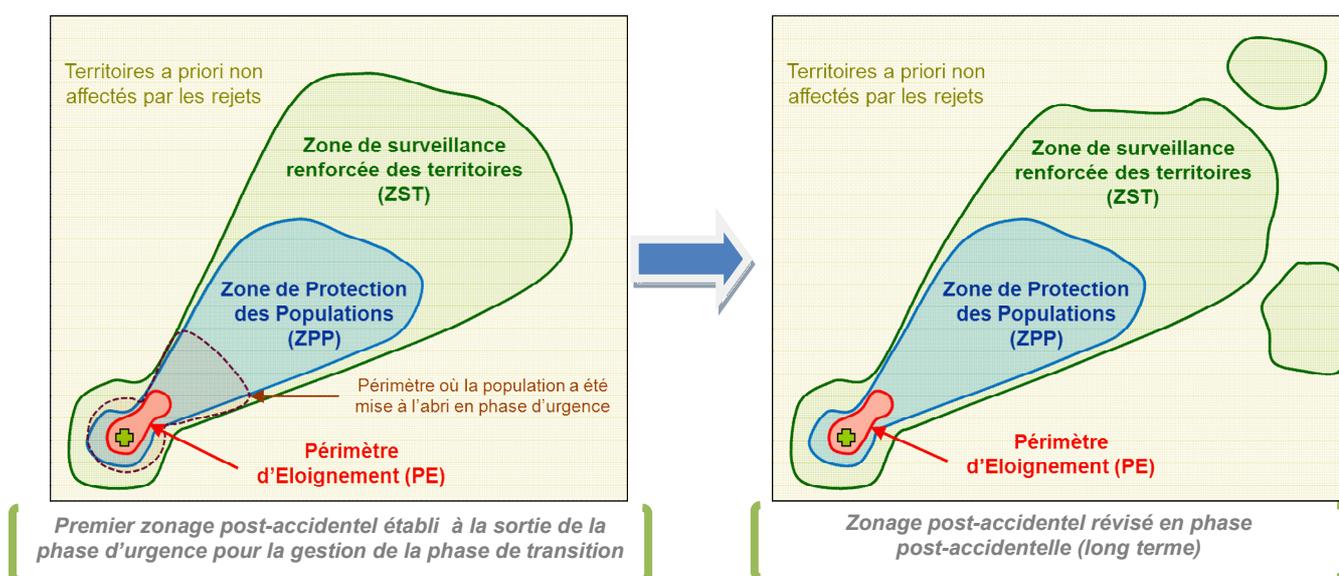
Gestion des populations et des territoires

	PREVISIONS	AU COURS DE LA PHASE DE REJETS...
Centrale nucléaire 	Rejets en cours	L'exploitant poursuit les actions prévues dans le PUI pour ramener son installation dans un état sûr et pour protéger son personnel.
Périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence	 	Les populations de la zone A ou B (cf. schéma ci-dessus) sont mises à l'abri et à l'écoute ou évacuées si cela n'a pas été déjà fait faute de temps ou après réévaluation des conséquences radiologiques compte tenu de l'évolution de la situation (zone C du schéma ci-dessus). Les pouvoirs publics peuvent également recommander la prise de comprimés d'iode stable en complément de cette mise à l'abri. Une évacuation de la population peut être organisée, notamment si la gravité de la situation ou la durée du rejet est importante. En milieu agricole, aucune action n'est possible sur ce territoire durant cette phase, la priorité étant la protection des populations vis-à-vis des rejets atmosphériques.
Reste du territoire impacté par les rejets	 	En dehors des périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence, le niveau d'exposition de la population aux rejets ne justifie pas d'actions supplémentaires de protection de la population, du moins dans les premières heures de l'accident. Dans cette zone, des actions préventives de préservation du milieu agricole peuvent être recommandées (ex : rentrer les animaux, protéger les stocks...) même si l'efficacité de certaines actions peut être limitée du fait des premières retombées de radioactivité dans l'environnement.
Territoire a priori non impacté	 	Au-delà de la zone supposée d'impact des rejets, aucune action n'est à mettre en œuvre que ce soit pour la protection des populations ou la préservation du patrimoine agricole.

DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

Définition

La sortie de la phase d'urgence débute à l'approche de la fin des rejets (ou juste après). Elle prend fin lorsque l'installation est retournée dans un état sûr, c'est-à-dire lorsque tout risque d'un nouveau rejet majeur est écarté. Cette phase est marquée par l'établissement d'un **premier zonage post-accidentel** [Cf. FICHE 2.6] qui structure la gestion des populations et des territoires après la levée des mesures de protection d'urgence (mise à l'abri des populations...) et dans les premiers moments de la phase post-accidentelle (**début de la phase de transition**). Plus tard, au cours de la phase post-accidentelle (**phase de transition et phase long terme**), le zonage post-accidentel sera réévalué à partir des connaissances de la contamination de l'environnement et des produits alimentaires et une concertation plus élargie permettra de choisir des stratégies partagées et de long terme pour la gestion des populations et des territoires.



Méthode d'évaluation

A la sortie de la phase d'urgence et en phase de transition, les campagnes de mesures s'intensifient [Cf. FICHE 2.7]. Bien que partielle, la connaissance de l'évènement, des rejets et des dépôts dans l'environnement permet à l'IRSN de produire par modélisation un zonage post-accidentel raisonnablement « enveloppe » sur lequel le Préfet s'appuiera, après concertation avec l'ASN et les différents services de l'Etat, pour définir le **premier zonage post-accidentel**.

En phase post-accidentelle, les campagnes de mesures de la radioactivité de l'environnement et des produits alimentaires s'intensifient encore et améliorent la connaissance de l'évènement, de l'exposition passée et à venir des populations et du devenir de la contamination dans l'environnement. Ces mesures permettent également d'identifier des zones particulières et de dédouaner les zones exemptes de contamination. Elles permettent, éventuellement, au préfet d'adapter ou de compléter les actions de protection déjà entreprises. Les mesures renseignent aussi sur l'efficacité des actions de décontamination entreprises dans les zones affectées.

Gestion des populations et des territoires

	PREVISIONS	DE LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE A LA PHASE POST-ACCIDENTELLE...
	Rejets majeurs terminés ou sur le point de se terminer	L'exploitant mène des actions pour ramener son installation dans un état sûr après la fin des rejets.
Périmètres de mise en œuvre des actions de protection d'urgence — — — —	Levée des actions de protection d'urgence	A l'intérieur de ces périmètres, les autorités préparent, durant la sortie de la phase d'urgence, la levée de la mise à l'abri des populations mise en place en phase d'urgence. Cela se traduit notamment par l'information des populations sur leur devenir en fonction de la zone post-accidentelle dans lequel elles se trouveront.

<p>Zone de Protection des Populations (ZPP)</p> <p>Périmètre d'éloignement</p>	 <p>(pendant au moins 1 mois)</p>  <p>(pendant au moins 1 mois)</p>	<p>Dans cette partie de la ZPP [Cf. FICHE 2.7], l'exposition des populations est jugée inacceptable malgré l'interdiction de consommer des denrées produites localement. La population doit être éloignée pendant une durée d'au moins un mois.</p> <p>Les pouvoirs publics doivent organiser et mettre en place :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une sécurisation de la zone et un contrôle d'accès • l'éloignement des personnes et des animaux domestiques dans un délai assez rapide mais sans caractère d'urgence immédiate • un contrôle radiologique et si nécessaire une décontamination des personnes • un nettoyage des principales voies d'accès • la poursuite d'une activité minimale des établissements industriels ne pouvant pas être arrêtés pour des raisons de sécurité ou nécessitant la présence de personnel si nécessaire, un entretien des réseaux (eau, gaz, électricité) <p>En milieu agricole, les pouvoirs publics doivent organiser les soins minimaux aux animaux d'élevage maintenus sur place, avant leur transfert éventuel.</p>
<p>Zone de Protection des Populations (ZPP)</p> <p>Hors Périmètre d'éloignement</p>	 <p>(1 mois)</p>  <p>(interdiction pendant au moins 1 mois)</p>	<p>Dans l'ensemble de la ZPP [Cf. FICHE 2.7], les pouvoirs publics décident, pour une durée d'au moins un mois :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le maintien sur place de la population accompagné de recommandations pour certaines activités (ex : activités agricoles). La population peut donc résider sur place, circuler et travailler en tenant compte de ces recommandations ; • l'interdiction systématique de consommer, de mettre sur le marché et de transformer les denrées produites localement ; • la mise sous séquestre des exploitations agricoles. <p>Pour gérer la population et les exploitations agricoles, les pouvoirs publics doivent organiser et mettre en place :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le cadre réglementaire des interdictions et des restrictions à destination des populations et des exploitants agricoles ; • des actions de réduction ou de fixation de la contamination pour réduire autant que possible l'exposition de la population à court, moyen et long termes ; • un suivi des intervenants et en particulier des acteurs agricoles ; • la communication vers les populations et vers l'ensemble des acteurs du territoire ; • des programmes spécifiques de surveillance radiologique de l'environnement ; • un recensement des personnes de la zone ; • des Centres d'Accueil et d'Information (CAI) ; • des contrôles radiologiques des personnes et un réseau de veille sanitaire ; • un cadre à l'indemnisation d'urgence. <p>Au niveau agricole, les pouvoirs publics doivent rapidement définir la stratégie de gestion des productions agricoles en cours, des déchets et des matières contaminées produits dans cette zone. En priorité, les pouvoirs publics doivent s'intéresser aux cheptels, aux troupeaux laitiers et aux récoltes ou stocks de produits frais.</p>
<p>Zone de Surveillance renforcée des Territoires (ZST)</p>	  <p>(durée d'interdiction fonction des productions et des résultats des contrôles libératoires)</p>	<p>Dans la ZST [Cf. FICHE 2.8], les populations peuvent résider, circuler et travailler sans contrainte particulière. Toutefois, la mise sur le marché et la consommation des denrées alimentaires produites localement sont temporairement interdites dans l'attente de la mise en place de contrôles libératoires. Sont concernées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • toutes denrées alimentaires produites localement (potagers, exploitations agricoles) • les produits de la chasse, de la pêche et de la cueillette ; <p>La mise sur le marché des fourrages et des aliments pour le bétail produits localement est aussi temporairement interdite dans l'attente de contrôles libératoires.</p> <p>Rapidement, les pouvoirs publics organisent et mettent en place :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le cadre réglementaire des interdictions et des restrictions ; • la communication vers les populations et vers l'ensemble des acteurs ; • des programmes spécifiques de surveillance de la radioactivité dans l'environnement • le contrôle radiologique des denrées et produits agricoles destinés à l'alimentation humaine ou animale pour les filières dont les normes de commercialisation pourraient être dépassées. <p>Au niveau agricole, les pouvoirs publics doivent rapidement définir la stratégie de gestion des productions agricoles, des déchets et des matières contaminées produits dans cette zone. En priorité, les pouvoirs publics doivent s'intéresser aux cheptels, aux troupeaux laitiers et aux récoltes ou stocks de produits frais.</p>
<p>Territoire a priori non impacté</p>		<p>En dehors de la ZST [Cf. FICHE 2.9], aucune action de protection de la population ou de restriction de mise sur le marché des denrées alimentaires n'est a priori nécessaire. Une surveillance est cependant à mettre en place pour détecter d'éventuelles zones de concentration de radioactivité dans l'environnement.</p>

Principes du zonage post-accidentel

En application de l'arrêté R1333-90 du Code de la santé publique, il relève de la responsabilité du préfet de mettre notamment en œuvre un zonage permettant de fournir un cadre structurant pour la mise en place des actions de gestion d'une exposition durable de la population aux rayonnements ionisants et de gestion de la contamination des territoires affectés par l'accident.

DEFINITIONS, INDICATEURS ET VALEURS-GUIDES ASSOCIES AUX ZONES

Le premier zonage post-accidentel est établi sur la base d'une modélisation prédictive des expositions futures de la population à la radioactivité ambiante des zones habitées et de la contamination de la chaîne alimentaire du fait des dépôts de radioactivité [Cf. FICHE 2.5]. Il dépend directement de l'importance des dépôts radioactifs plus ou moins persistants. Ce zonage est défini par le préfet sur les recommandations de l'ASN à partir des évaluations de conséquences fournies par l'IRSN. Une fois adopté, ce premier zonage est porté à la connaissance des services locaux et des élus, par des arrêtés préfectoraux, pour sa déclinaison administrative et opérationnelle.

ZONE DE PROTECTION DES POPULATIONS (ZPP)

La zone de protection des populations (ZPP) correspond au périmètre au sein duquel il est justifié de mener des actions visant à réduire l'exposition des personnes y résidant. Cette zone est définie selon un objectif de radioprotection de la population vivant dans les territoires les plus contaminés.

La définition initiale du périmètre de la ZPP se fait à partir d'une évaluation prévisionnelle des doses [Cf. FICHE 1.2], susceptibles d'être reçues au cours du mois suivant la fin des rejets, sans tenir compte de l'efficacité des actions de réduction de la contamination qui seraient mises en œuvre dans cette zone. La ZPP est ainsi délimitée à partir du résultat le plus pénalisant parmi les deux indicateurs d'exposition suivants :

- la dose efficace prévisionnelle reçue au cours du premier mois suivant la fin des rejets, toutes voies d'exposition confondues, y compris l'ingestion de denrées locales contaminées. La valeur-guide retenue est de l'ordre de 10 mSv sur le premier mois ;
- la dose équivalente prévisionnelle à la thyroïde reçue au cours du premier mois suivant la fin des rejets, toutes voies d'exposition confondues, en particulier l'ingestion de denrées locales contaminées. La valeur guide retenue est de l'ordre de 50 mSv sur le premier mois.

Les valeurs-guides dosimétriques ne doivent pas être interprétées comme des seuils ou des limites. En effet, les incertitudes sur les estimations de doses doivent conduire à tenir compte d'autres paramètres que la dose et liés aux conditions de réalisation des actions considérées dont l'appréciation appartient plutôt au niveau local. Des éléments de contexte peuvent, par exemple, justifier l'absence de mise en œuvre d'une action de protection.

Dans la ZPP, la circulation de la population est libre *a priori*, sauf dans les forêts ou autres lieux de concentration des substances radioactives identifiés après caractérisation de la contamination, pour lesquels des restrictions d'accès pourraient être prononcées. Dans les scénarios d'accident considérés jusqu'à aujourd'hui par le CODIRPA [Cf. Préambule], la principale source d'exposition potentielle des populations résidant dans cette zone est l'ingestion de denrées contaminées d'origine locale. En conséquence, il est expressément demandé de ne pas consommer des denrées produites dans la ZPP et interdit de les mettre sur le marché, quel que soit leur niveau de contamination [Cf. FICHE 4.2]. Ces denrées sont donc considérées comme des déchets tout au long de la persistance de la ZPP.

Par ailleurs, dans le cas des produits non alimentaires, les possibilités de mise sur le marché doivent être examinées au cas par cas, assorties si nécessaire de contrôles préalables.

Il est possible que, pour une partie de la ZPP, malgré l'absence de consommation de denrées d'origine locale, l'exposition des populations soit encore jugée trop importante du fait des dépôts de radioactivité dans les milieux de vie. Il serait alors nécessaire d'éloigner les résidents de cette partie de la ZPP, probablement pour une durée longue, en instaurant un **périmètre d'éloignement (PE)**. Ce périmètre est délimité en fonction des résultats d'une évaluation prédictive des doses efficaces prévisionnelles sur le premier mois suivant la fin des rejets, sans prendre en compte l'ingestion de denrées alimentaires contaminées d'origine locale, en les comparant à une valeur guide de l'ordre de 10 mSv sur le premier mois.

A des fins opérationnelles, les indicateurs utilisés pour définir la ZPP et le périmètre d'éloignement pourront être déclinés en grandeurs mesurables sur le terrain, par exemple, en débit d'équivalent de dose (mSv/h ou μ Sv/h) ou en activité surfacique (Bq/m^2) des radionucléides constituant les dépôts.

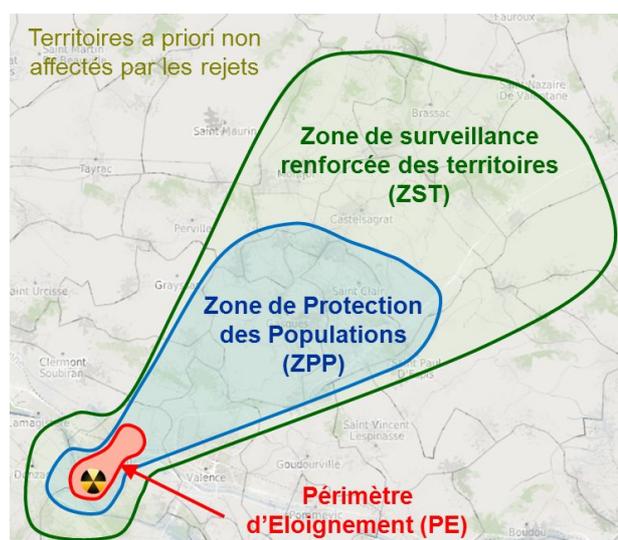
ZONE DE SURVEILLANCE RENFORCEE DES TERRITOIRES (ZST)

A la différence de la ZPP, axée sur la protection des populations, la **zone de surveillance renforcée des territoires (ZST)** répond principalement à un **objectif de préservation des activités économiques**, en assurant que seuls les produits conformes sont susceptibles d'intégrer les circuits de distribution.

La ZST s'étend au-delà de la zone de protection des populations. A la sortie de la phase d'urgence, la ZST est également définie à partir d'évaluations prédictives reposant sur une modélisation des transferts de la radioactivité déposée en milieu agricole. Elle est caractérisée par une contamination de l'environnement plus faible ne justifiant pas la mise en œuvre *a priori* d'actions de protection des populations, en dehors d'interdictions de mise sur le marché des denrées produites localement et de recommandations visant à limiter la consommation de certaines denrées autoproduites ou issues de la chasse, de la pêche ou de la cueillette.

Cette contamination est néanmoins significative et peut affecter en particulier les denrées et produits agricoles, justifiant la mise en place d'une surveillance spécifique de la qualité radiologique de ces produits. La contamination de certains produits agricoles et denrées peut en effet dépasser, même temporairement, les niveaux maximaux admissibles (NMA) à caractère réglementaire fixés au niveau européen pour réguler la mise sur le marché de ces denrées **[Cf. FICHE 4.2]**.

La ZST est ainsi définie comme la zone englobant l'ensemble des périmètres au sein desquels, pour une catégorie de production agricole donnée susceptible d'être produite et récoltée au cours du mois à venir, les NMA pourraient être dépassés. Etant donné que cette zone est initialement définie sur la base d'évaluations prédictives faites par modélisation, une interdiction systématique de toute forme de mise sur le marché et de consommation des différentes productions agricoles locales est tout d'abord prononcée, dans l'attente de la mise en place des dispositifs de contrôle radiologique adaptés à chaque filière de production agricole, permettant d'autoriser la mise sur le marché des produits qui respecteraient les NMA.



LES BASES TECHNIQUES DE LA DETERMINATION DU ZONAGE

Au cours de la sortie de la phase d'urgence, l'approche par modélisation prédictive est la seule qui permette de fournir aux pouvoirs publics des évaluations de dose pour la population et de contamination des denrées agricoles, permettant de définir la ZPP et la ZST [Cf. FICHE 2.5].

De manière à fournir une estimation aussi pertinente que possible, l'approche par modélisation nécessite de nombreuses données et informations sur les caractéristiques de l'installation accidentée et de son environnement (notamment sur les productions agricoles) ainsi que sur les modes de vie et d'alimentation des populations concernées. Il est important de souligner que cette méthode, même employée avec des données réalistes, donne des résultats entachés de fortes incertitudes. Celles-ci sont liées à la grande variabilité des phénomènes en jeu, à la connaissance partielle ou imprécise des données servant aux évaluations, ainsi qu'à l'imprécision intrinsèque des modèles utilisés.

Dans un tel contexte, l'IRSN, chargé des premières évaluations prévisionnelles servant à déterminer le zonage post-accidentel, utilisera des **données et des hypothèses raisonnablement prudentes** pour le calcul des conséquences, afin de **prévenir les risques de réévaluation « à la hausse » des conséquences** ayant servi à la mise en place de la ZPP et de la ZST. L'expression « hypothèses raisonnablement prudentes » désigne ici des hypothèses conduisant à des estimations de doses sur la base desquelles des décisions d'actions suffisamment protectrices seront prises, sans toutefois surdimensionner l'étendue de la ZPP et la ZST, ce qui serait susceptible d'induire un détriment injustifié à l'égard des populations et de l'économie locale.

Très rapidement, ces premières évaluations seront régulièrement actualisées en tenant compte des données nouvelles acquises sur le terrain, notamment les résultats de mesures de la contamination réelle de l'environnement acquis à l'aide des moyens existants (balises, stations de prélèvements) et des moyens déployés de manière exceptionnelle (camions laboratoires, etc.). En particulier, une cartographie radiologique du territoire effectuée par des moyens hélicoptés sera réalisée le plus rapidement possible. Les deux approches (par modélisation et par mesures) sont en effet indissociables.

FAIRE EVOLUER LE PREMIER ZONAGE POST-ACCIDENTEL

Le premier zonage post-accidentel est établi à l'approche de la fin des rejets de l'accident, à la sortie de la phase d'urgence. Sa mise en place repose sur des évaluations prédictives des conséquences résultant des retombées radioactives, utilisant des modèles et des hypothèses raisonnablement prudentes, alors que la connaissance de l'état réel de la contamination de l'environnement ne peut pas encore être établie avec précision. Ainsi, l'évolution du zonage initial se justifie à la fois par la mise à jour des évaluations des conséquences prévisibles, grâce à une connaissance de plus en plus juste de la contamination environnementale (résultats des programmes de mesures), et par l'évolution de la situation radiologique (décroissance radioactive des radionucléides, efficacité des actions de réduction de la contamination). De plus, s'agissant des productions agricoles, les catégories de denrées récoltées changent dans le temps (effet saisonnier), justifiant ainsi une adaptation de la ZST et des plans de contrôle associés.

Ainsi, **l'évolution du zonage peut être une évolution spatiale (la superficie d'une zone augmente ou diminue) ou une évolution qualitative (les prescriptions associées à une zone sont modifiées).**

COMMENT FAIRE EVOLUER LE ZONAGE POST-ACCIDENTEL EN PERIODE DE TRANSITION ?

La **définition de la ZPP** durant la phase de transition repose a priori sur les mêmes valeurs-guides que pour le zonage à la sortie de la phase d'urgence, mais les indicateurs dosimétriques associés ne concernent que la dose efficace (la prise en compte de la dose à la thyroïde n'est plus jugée nécessaire du fait de la décroissance radioactive rapide des isotopes de l'iode dans l'environnement) et sont calculés sur une période temporelle plus longue :

- **l'indicateur pour le périmètre d'éloignement est la dose efficace prévisionnelle hors ingestion sur 12 mois (période du deuxième au treizième mois après l'accident).** Le périmètre d'éloignement s'applique au territoire où cet indicateur dosimétrique dépasse la valeur-guide de 10 mSv. Il peut s'agir de tout ou partie du territoire où la population aurait déjà été éloignée dès la sortie de la phase d'urgence, ainsi que de nouveaux territoires où un éloignement différé de la population serait alors mis en place ;

- **l'indicateur pour la ZPP est la dose efficace prévisionnelle sur 12 mois (période du deuxième au treizième mois après la fin de l'accident), tenant compte de toutes les voies d'exposition.** Le périmètre de la ZPP s'applique au territoire où cet indicateur dosimétrique dépasse la valeur-guide de 10 mSv.

La **définition de la ZST** reste fondée sur **l'estimation prédictive des niveaux de contamination des différentes catégories de denrées susceptibles d'être produites localement au cours des mois suivants.** Le périmètre de la ZST est celui à l'intérieur duquel les niveaux de contamination prévisibles pourraient dépasser, au moins temporairement, les niveaux maximaux admissibles (NMA) fixés par les règlements communautaires pour les denrées alimentaires.

Les valeurs-guides de doses indiquées ci-dessus sont fournies a priori, et par défaut. En situation réelle, la concertation et la prise en compte de l'évolution de la situation radiologique devraient conduire à abaisser progressivement les valeurs-guides ayant permis de délimiter le zonage.

COMMENT PEUT EVOLUER LA SITUATION D'UN TERRITOIRE DONNE ?

Durant la phase de transition, la situation dans chaque zone est soumise à une **réévaluation périodique,** tenant compte notamment d'une connaissance de plus en plus précise de l'état radiologique de l'environnement et de son évolution, grâce aux résultats plus nombreux des programmes de mesures mis en place. Ces réévaluations peuvent - ou non - donner lieu au changement de statut d'un territoire, en termes de zonage, en particulier si les doses prévisibles pour la population évoluent à la hausse. **Un changement de statut d'un territoire** qui irait vers un renforcement des prescriptions (par exemple, territoire en ZPP devant intégrer un PE), tel qu'il pourrait résulter du changement du mode de calcul des indicateurs dosimétriques au-delà du premier mois, **doit être anticipé autant que possible ; à cet effet, les tendances d'évolution du zonage qui pourraient être connues assez rapidement (notamment par l'interprétation des cartes de dépôts disponibles) doivent être communiquées dès que possible aux autorités, qui en informeront les populations et engageront les concertations nécessaires en vue d'une décision.**

A l'inverse, il est possible que certains des territoires du PE sortent de ce périmètre et prennent le statut du reste de la ZPP. Dans un tel cas, le retour des populations dans ces territoires est envisageable et peut être préparé en concertation avec les parties concernées. Cette préparation comprend notamment les actions suivantes :

- le lancement de travaux de décontamination, s'ils s'avèrent encore efficaces ;
- la remise en route des services de l'Etat et de l'ensemble des infrastructures ;
- la mise en place d'un accompagnement et d'une information des personnes concernées afin de les sensibiliser aux bonnes pratiques de vie en ZPP, surtout si elles ont été temporairement relogées très loin du périmètre d'éloignement.

Le retour n'est a priori pas envisagé tant que la dose efficace hors ingestion dans les territoires concernés et susceptible d'être reçue sur douze mois consécutifs reste de l'ordre de 10 mSv/an ou plus.

Les territoires de la ZPP où les estimations dosimétriques prévisionnelles deviennent inférieures aux valeurs guides ont vocation à rejoindre la ZST. Les interdictions systématiques en vigueur dans ces territoires seront levées et la commercialisation des denrées alimentaires qui y sont produites deviendra possible sous réserve de la vérification du respect des NMA au travers de contrôles libératoires.

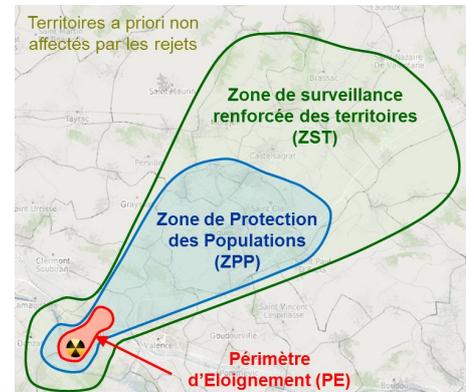
En ZST, les contrôles libératoires, organisés préférentiellement par filière de production, peuvent conduire progressivement à libérer certaines filières des interdictions de mise sur le marché et par conséquent à morceler la ZST. A l'inverse, en fonction de la saison, de nouvelles productions agricoles peuvent apparaître, pouvant nécessiter un périmètre particulier à l'intérieur duquel sont instaurés des contrôles libératoires.

Actions à réaliser en zone de protection des populations (ZPP)

La zone de protection des populations (ZPP) correspond aux territoires au sein desquels la population peut être maintenue sur place moyennant la mise en œuvre d'actions visant à réduire l'exposition des personnes à des niveaux aussi bas que raisonnablement possible. Ces actions ont principalement pour cible la réduction de la contamination des milieux de vie par la mise en œuvre d'opérations de nettoyage et la gestion du risque alimentaire par interdiction systématique de consommation et de mise sur le marché des productions agricoles locales.

Si malgré la mise en place de ces actions, l'exposition de la population reste trop importante, un éloignement doit être mis en œuvre.

La zone de protection des populations et le cas échéant le périmètre d'éloignement sont mis en place pour une durée initiale d'un mois et pourront éventuellement être prolongés.



A LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE

A la sortie de la phase d'urgence, la priorité des pouvoirs publics est d'engager les actions précoces de protection et de prise en charge de la population associées au zonage. Concernant le milieu agricole, une gestion spécifique doit cependant être immédiatement engagée pour tenir compte des répercussions des actions de protection de la population sur la gestion des exploitations agricoles.

ÉLOIGNER SI BESOIN LES POPULATIONS (PERIMETRE D'ÉLOIGNEMENT)

L'éloignement vise principalement à soustraire les populations à l'exposition externe liée aux dépôts de particules radioactives dans l'environnement, lorsque les interdictions alimentaires seules ne permettent pas de réduire l'exposition des personnes à des niveaux suffisamment bas. L'éloignement doit être annoncé au moment de la levée des actions de protection d'urgence. L'éloignement peut s'effectuer dans un délai de l'ordre de 24 heures et vise à prévenir une exposition des personnes sur des durées longues, en cas de séjour prolongé (typiquement au cours du mois à venir, s'agissant de l'éloignement immédiat à la sortie de la phase d'urgence). Un éloignement est donc d'emblée prévu pour durer plusieurs semaines.

L'accès au périmètre d'éloignement est sécurisé et contrôlé. Il est limité aux seuls intervenants ayant à faire dans cette zone notamment en relation avec des activités non interruptibles. Ces intervenants doivent posséder une autorisation d'accès et bénéficier d'une information et, le cas échéant, d'une formation aux risques d'intervention en milieu contaminé, d'une protection et d'une surveillance ad hoc.

A la sortie de la phase d'urgence, s'il n'est pas possible de déplacer les animaux d'élevage présents dans le périmètre d'éloignement, une gestion spécifique est à prévoir. Les soins élémentaires aux animaux (nourrissage, traite, vêlage ...) des exploitations présentes au sein du périmètre d'éloignement sont assimilés à une activité non interruptible. L'intervention de personnels compétents doit donc être organisée dans un délai limité. En particulier, la situation radiologique de ces exploitations doit être rapidement évaluée pour déterminer le besoin de mettre en œuvre des actions de réduction de la contamination ou des prescriptions particulières pour les travailleurs impliqués.

INTERDIRE LA CONSOMMATION ET LA MISE SUR LE MARCHÉ DES DENRÉES ALIMENTAIRES DANS LA ZONE DE PROTECTION DES POPULATIONS (ZPP)

En vue de réduire, voire d'éviter, l'exposition de la population par ingestion de denrées alimentaires contaminées dans la ZPP, les pouvoirs publics prononcent par arrêté préfectoral une interdiction générale et systématique de consommer et de mettre sur le marché¹, au sens du règlement CE n°178/2002, les denrées alimentaires produites ou non protégées de la contamination dans la ZPP, et cela pour la durée de vie de la ZPP.

Les interdictions de consommation et de mise sur le marché des denrées alimentaires, des aliments pour animaux et des productions agricoles doivent être prononcées par les pouvoirs publics le plus tôt possible et, en tout état de cause, par anticipation à la levée des actions de protection de la phase d'urgence.

Les interdictions systématiques de consommation et de mise sur le marché visent les catégories de denrées alimentaires, aliments pour animaux au sens de la réglementation européenne [Cf. FICHE 4.2] et productions agricoles suivants :

- les productions agricoles et les productions agricoles transformées destinées à la consommation humaine produites dans la zone, quelle que soit leur nature ;
- les denrées alimentaires sans protection hermétique, stockées ou circulant dans la zone lors du rejet ;
- les fourrages et aliments du bétail sans protection hermétique, stockés ou produits dans la zone ;

En plus de celles qui sont définies dans la réglementation européenne, les catégories suivantes peuvent également être visées :

- les denrées alimentaires issues des potagers et vergers privés et des élevages familiaux situés dans la zone ;
- les produits de la chasse, de la pêche et de la cueillette.

A titre de précaution, toutes les denrées et les produits concernés dans la ZPP, quels que soient leur origine et leur circuit de distribution (vente directe ou cession gratuite, vente par intermédiaires, etc.) sont systématiquement déclarés non consommables et non commercialisables, indépendamment de leur niveau réel de contamination. Les denrées visées sont celles qui sont susceptibles d'avoir été contaminées compte tenu de leur exposition aux retombées radioactives, et donc produites ou stockées mais non protégées au moment de l'accident.

PRENDRE LES PREMIERES ACTIONS VIS-A-VIS DU MILIEU AGRICOLE

L'ensemble des choix de gestion effectués en sortie de phase d'urgence (ou au tout début de la phase de transition) s'adressent en **priorité aux cheptels, à la production laitière et aux récoltes et stocks de produits frais**. Cette gestion doit anticiper autant que possible le moyen et le long terme. En revanche, il n'y a pas d'urgence à mettre en œuvre des actions spécifiques concernant les productions végétales lors des premiers jours suivant la fin des rejets, en dehors des actions de protection du patrimoine agricole (ex : serres).

Concernant les cheptels et les denrées d'origine animale, devront être interdits, dès la sortie de la phase d'urgence et conjointement à la mise en place de la ZPP :

- les mouvements des animaux d'élevage, de leurs produits et des aliments servant à les nourrir (à l'exception d'aliments non contaminés), sauf dans le cas où la délocalisation des animaux résulte d'une décision de gestion des cheptels ;
- la mise au pâturage dans la ZPP d'animaux en provenance d'une autre zone.

Pour encadrer ces interdictions, il convient de **mettre sous séquestre les exploitations agricoles présentes dans la ZPP**. Cette **mise sous séquestre** est réalisée **par voie d'arrêté préfectoral** en application du code de la santé publique. Il convient d'être attentif aux modalités d'information des exploitants concernant la mise sous séquestre et les suites administratives (procédure d'indemnisation...).

¹ « Mise sur le marché » : la détention de denrées alimentaires ou d'aliments pour animaux en vue de leur vente, y compris l'offre en vue de la vente ou toute autre forme de cession, à titre gratuit ou onéreux, ainsi que la vente, la distribution et les autres formes de cession proprement dites

Par extension, les matériaux, les produits manufacturés et les produits agricoles non destinés à la consommation humaine ou animale sont immobilisés en ZPP, en attendant l'évaluation de leur niveau de contamination éventuel.

En matière d'abreuvement des animaux, des estimations réalisées *a priori* soulignent que l'activité volumique ajoutée au lait de vache (production la plus sensible) par l'abreuvement à partir d'une eau de surface ayant reçu des dépôts est très faible au regard des NMA fixés pour les produits laitiers. Ainsi, il n'y a pas lieu de modifier l'abreuvement des animaux d'élevage. De plus, il convient de garantir la bienveillance des animaux. Ce principe se traduit par la délivrance des soins élémentaires qui concernent en tout premier lieu leur alimentation. Il se traduit ensuite par des soins spécifiques selon les filières : soins d'hygiène essentiels, traitement des maladies, etc. Le maintien des animaux dans un périmètre d'éloignement de la population est conditionné par les soins que peuvent exiger ces animaux (présence en temps limité de l'opérateur). Leur déplacement vers d'autres zones moins contaminées (autres lieux de la ZPP, de la ZST ou hors zone contaminée) est envisageable uniquement s'il s'agit d'une décision de gestion.

La principale conséquence des interdictions systématiques de consommation et de mise sur le marché est que tous ces produits sont à gérer en tant que déchets « contaminés » et de façon spécifique en suivant les instructions définies par les pouvoirs publics [Cf. FICHE 2.10].

D'autres dispositions vont de pair et complètent la neutralisation de la production de denrées dans la ZPP. Ainsi, sont également interdits, dans cette zone, la transformation et le transport hors zone des productions agricoles locales, sauf en vue de leur élimination [Cf. FICHE 2.10].

EN PHASE POST-ACCIDENTELLE

En phase post-accidentelle, après la mise en place du zonage, la gestion du milieu agricole vise deux objectifs :

- un objectif à court terme de gestion des conséquences des interdictions de consommation et de mise sur le marché au niveau des exploitations (début de la phase de transition);
- un objectif à plus long terme d'amélioration de la qualité radiologique des systèmes de production (phase de transition et phase de long terme).

MAINTENIR ET RENFORCER LE DISPOSITIF DE GESTION DES DENREES DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE

Le principe d'interdiction totale de consommation et de commercialisation des denrées produites localement doit être maintenu tant que l'exposition prévisionnelle de la population nécessite la mise en place d'une zone de protection des populations. Au-delà du premier mois suivant la fin de l'accident, l'exposition prévisionnelle est ainsi calculée sur une période d'un an à comparer à une valeur-guide de 10 mSv. Les territoires qui sortent de la ZPP au-delà du premier mois ont vocation à rejoindre la ZST. Les interdictions systématiques en vigueur dans ces territoires seront levées et la commercialisation des denrées alimentaires qui y sont produites deviendra possible sous réserve de la vérification du respect des NMA au travers de contrôles libératoires.

ENGAGER LES ACTIONS D'AMELIORATION DE LA SITUATION RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

L'objectif principal est de réduire l'exposition des populations qui vivront et travailleront dans les territoires contaminés (sauf exception, ces actions devront être conduites en présence de la population, voire avec son concours, et seront accompagnées des précautions nécessaires). Ces actions d'amélioration de la situation radiologique n'ont généralement pas pour objectif un retour à une situation totalement exempte de contamination, mais visent à réduire la contamination aux niveaux les plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des contraintes liées à leur mise en œuvre. Elles nécessiteront des moyens techniques et humains importants. Au cours de la phase de transition, compte tenu des moyens disponibles, ces actions seront menées préférentiellement en ZPP, en procédant par secteurs géographiques prioritaires. Un ordre de priorité devra donc être établi en prenant en compte la densité de la population et la présence d'établissements recevant du public, tout particulièrement les établissements scolaires et les lieux d'accueil des enfants.

En milieu agricole, des actions de nettoyage peuvent être mises en œuvre sur le siège des exploitations afin de limiter l'exposition des personnes y résidant ou y travaillant. En revanche, les actions de réduction de la contamination des terres agricoles et des milieux naturels ne sont pas à engager au début de la phase de transition et pourront être étudiées et mises en œuvre ultérieurement. Dans tous les cas, les actions seront à dimensionner en fonction des risques associés.

En milieu bâti, les actions d'amélioration de la situation radiologique sont à entreprendre le plus rapidement possible après la fin des rejets accidentels afin d'atteindre la meilleure efficacité. Il est indispensable de définir et de mettre en place une gestion adéquate des déchets générés par ces travaux, et de l'expliquer aux acteurs et aux particuliers concernés [Cf. FICHE 2.10]. D'autres actions de réduction de la contamination à l'extérieur des habitations sont à envisager à plus long terme, mais elles sont moins urgentes que le nettoyage et nécessiteront des moyens plus importants (retournement ou décapage des sols...).

ELABORER UNE STRATEGIE DE GESTION A MOYEN ET LONG TERMES

La détermination d'une stratégie destinée à atteindre ces objectifs tient compte en premier lieu des résultats de « l'évaluation des risques » décrivant l'état de contamination des filières agricoles, qui fournit des données de contamination et permet d'anticiper les cinétiques de contamination y compris le long des chaînes trophiques. En second lieu, les risques pour les exploitants agricoles (travailleurs), pour les animaux (bien-être), pour l'environnement (lié à la production de déchets) et pour l'activité économique, appréciés par les professionnels, sont pris en compte dans la détermination de la stratégie à retenir.

A l'issue de cette **analyse globale du risque**, partagée entre pouvoirs publics et acteurs économiques, deux types de stratégies peuvent être retenues, correspondant :

- **à court terme**, à la **gestion des productions en cours au moment de l'accident et à la gestion des stocks de produits** concernés par des interdictions ou restrictions de mise sur le marché :
 - l'objectif de la gestion des cheptels en ZPP lors de la phase de transition est ainsi de déterminer le devenir des animaux (les animaux seront « valorisés » à court ou moyen termes ou, au contraire, ne le seront pas) compte tenu des interdictions de consommation des denrées locales potentiellement contaminées et de la mise sous séquestre des animaux. Ces questions se posent dans l'ensemble de la zone et de façon plus aiguë, dans les territoires concernés par un éloignement des populations.
 - concernant les productions végétales, la gestion tend davantage vers une « non valorisation » des productions en cours.
- **à moyen et long termes**, à la **gestion de l'outil de production agricole** (parcelles végétales, cheptels, bâtiments, abris, etc.). La gestion de l'outil de production agricole doit ainsi permettre de préserver ou de restaurer les ressources et les moyens de production afin de préparer les cycles de production futurs. Cela contribue à terme à la reconquête économique progressive de la ZPP et de la ZST.

Les principales actions envisageables pour la mise en œuvre de ces stratégies sont décrites, filière par filière, dans la partie 1 du présent guide.

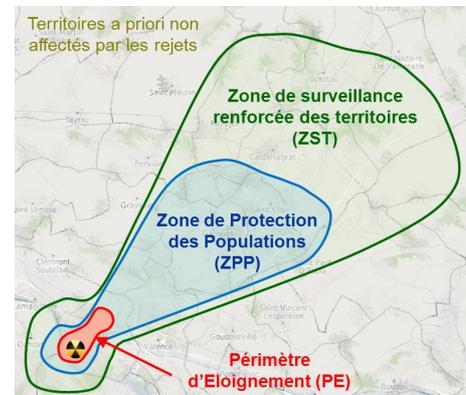
METTRE EN ŒUVRE UNE STRATEGIE DE SOUTIEN DES SYSTEMES DE PRODUCTION AGRICOLE

La gestion du milieu agricole en situation post-accidentelle fait intervenir les pouvoirs publics mais également l'ensemble de la profession agricole et les acteurs de l'industrie agro-alimentaire. La **mise en place rapide d'un dispositif d'indemnisation des exploitants agricoles**, ou tout au moins une information précise sur les montants alloués, est indispensable à l'adhésion de cette profession aux dispositions de gestion retenues, et concourt ainsi à la restauration de la qualité radiologique de l'environnement.

Actions à mettre en place dans la zone de surveillance renforcée des territoires (ZST)

Compte tenu du risque de dépassement des NMA [Cf. FICHE 4.2] dans cette zone et sachant que durant les premiers mois les moyens de contrôle de la contamination des produits agricoles seront sans doute limités, il est préconisé :

- dès la sortie de la phase d'urgence, d'interdire temporairement toute forme de mise sur le marché et de consommation des différentes productions agricoles et denrées alimentaires non protégées pendant le passage de la masse d'air contaminée, dans les périmètres de risque de dépassement des NMA ;
- dans un deuxième temps (dès la mise en place de dispositifs de contrôle radiologique adaptés à chaque filière de production agricole), d'autoriser la mise sur le marché des produits qui respecteraient les NMA tout en maintenant les recommandations visant à limiter la consommation de certaines denrées autoproduites ou issues de la chasse, de la pêche ou de la cueillette.



A LA SORTIE DE LA PHASE D'URGENCE

INTERDIRE LA MISE SUR LE MARCHÉ DES DENREES ALIMENTAIRES ET ACCOMPAGNER CES MESURES

A la sortie de la phase d'urgence, le préfet prononce des interdictions de consommation et de mise sur le marché, à titre conservatoire et sur une durée aussi courte que possible :

- soit à l'intérieur des périmètres où il existe un risque de dépassement des NMA pour une catégorie de denrée donnée ;
- soit dans l'ensemble de la ZST à des fins de simplification.

En complément, il convient que la mise sur le marché des produits de la chasse, de la pêche et de la cueillette reste interdite dans toute la ZST.

Pour encadrer ces interdictions, une mise sous séquestre des exploitations agricoles présentes dans la ZST est prononcée par voie d'arrêté préfectoral en application du code de la santé publique. Il convient d'être attentif à l'information des exploitants concernant la mise sous séquestre et ses suites administratives (indemnisation...).

Par extension, les matériaux et produits manufacturés ainsi que les produits agricoles non destinés à la consommation humaine ou animale sont immobilisés en ZST, dans l'attente de contrôles libératoires. Ces actions devront être accompagnées d'une communication adaptée et leurs conséquences en termes d'indemnisation systématiquement envisagées. Une délimitation des périmètres de surveillance par communes entières, lorsqu'elle sera possible, devrait faciliter la communication des décisions aux producteurs concernés et aux organismes des filières agricoles, ainsi qu'à la population, avec le concours des mairies. Ces dispositions doivent être connues du public et comprises. Il est indispensable de mettre en place, dès la sortie de la phase d'urgence, une communication expliquant le dispositif global de gestion du risque alimentaire, en resituant les NMA dans ce dispositif.

SE PREPARER A METTRE EN ŒUVRE LES CONTROLES LIBERATOIRES

Les contrôles libératoires devront prescrits par un arrêté préfectoral (AP) applicable sur l'ensemble des communes de la ZST, en prenant soin de ne pas bloquer la mise sur le marché de denrées qui n'ont pas lieu d'être car ne présentant pas de risque de dépassement des NMA :

- denrées « importées » dans la ZST postérieurement à la phase d'urgence ;
- denrées emballées avant les rejets (cette disposition sera à assortir d'informations détaillées mais simples sur la capacité de protection des différents types d'emballages).

A la sortie de la phase d'urgence, la mise en œuvre de ces contrôles doit être préparée. D'une part, les **laboratoires compétents sont mobilisés et s'organisent en conséquence** (gestion d'un flux important d'échantillons, mesures à réaliser en dehors du cadre habituel). D'autre part, un **plan de mesures est élaboré en collaboration avec les professionnels des filières agro-alimentaires** concernées. Il sera nécessaire de différencier les programmes de contrôle des denrées à l'intérieur de la ZST en fonction des produits et des lieux de production et pendant une durée d'application propre à chaque catégorie de denrée. Outre les productions agricoles, un contrôle complémentaire des denrées transformées à partir de matières premières animales ou végétales issues de la ZST pourrait être instauré.

Une **stratégie de mesures dites « de tri »** doit permettre d'aboutir à l'un ou l'autre des statuts suivants pour les produits contrôlés :

- **produits dont la contamination éventuelle est inférieure aux NMA** : il serait alors possible de délivrer un « certificat de conformité » du produit. Ce type de certificat peut se révéler nécessaire au maintien de certaines filières économiques (au regard de la concurrence), y compris dans les territoires limitrophes de ceux qui ont été touchés par les retombées de l'accident ;
- **produits contaminés non conformes aux NMA** : le résultat de la mesure montre la présence de radionucléides imputable à l'accident avec des niveaux de radioactivité dépassant les NMA. La consommation et la mise sur le marché sont dès lors interdites. Le produit est susceptible d'être stocké en vue d'une décroissance, réorienté vers un autre usage ou d'être considéré comme un déchet.

EN PHASE POST-ACCIDENTELLE

COMMERCIALISER LES PRODUCTIONS AGRICOLES ORIGINAIRES DE LA ZST

La mise en œuvre d'un programme d'analyses des productions alimentaires de l'ensemble de la ZST, élaboré à la sortie de la phase d'urgence, doit permettre, au fur et à mesure de la réalisation du plan d'échantillonnage (contrôles) et en fonction des résultats d'analyses, de mettre ces productions sur le marché. Le dispositif de contrôles libérateurs permet de lever progressivement la mise sous séquestre des exploitations agricoles de la ZST et de mettre sur le marché des denrées alimentaires conformes à la réglementation (niveau de contamination inférieur aux NMA).

Des prélèvements représentatifs des diverses productions alimentaires locales (lait, légumes) sont réalisés par les services de contrôle de l'État et adressés aux laboratoires reconnus compétents pour la réalisation de mesures de contamination radioactive. Ces prélèvements sont réalisés en tant que **contrôles libérateurs** : cela signifie que les denrées ne pourront circuler librement (être mise sur le marché ou vendue directement au consommateur final) que si elles y sont autorisées, à l'issue d'un contrôle favorable indiquant une conformité aux NMA.

Dans la mesure où des controverses liées à la présence de radioactivité et au risque associé dans les produits autorisés sont susceptibles de se développer, certaines filières risquent de rencontrer des difficultés pour la mise sur le marché, notamment à l'exportation. En réponse, les opérateurs concernés pourront mettre en place des systèmes d'auto-surveillance en faisant appel à des laboratoires compétents. Les certificats attestant d'un niveau de contamination inférieur à des valeurs spécifiques définies avec les pays tiers destinataires s'appuieront cependant sur des analyses officielles.

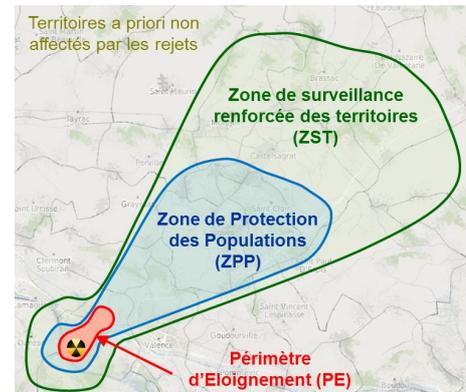
CONSOLIDER LE DISPOSITIF MIS EN PLACE

Au cours de la phase de transition, différentes actions devront être menées pour consolider le dispositif mis en place :

- **Diffuser une information sur le système mis en place pour assurer le contrôle de la conformité des produits alimentaires disponibles aux NMA.** Il est important que l'ensemble des consommateurs, qu'ils résident ou non dans les territoires contaminés, soient informés des dispositifs mis en place.
- **Aménager progressivement les recommandations en ZST.** La recommandation de ne pas consommer des produits résultant de l'activité personnelle peut être levée sous réserve, d'une part, de la mise à disposition de moyens de mesure accessibles à tous dans des lieux dédiés et, d'autre part, de la conformité aux NMA des produits mesurés. En complément, la chasse et la cueillette restent interdites dans ces zones.

Que faire en dehors de la ZST ?

En dehors de la ZST, une faible contamination de l'environnement imputable à l'accident peut être décelable mais à des niveaux ne justifiant pas une surveillance systématique. Les mesures d'expertise et les contrôles par sondage mis en place auront donc pour but de détecter d'éventuelles zones de concentration de la radioactivité dans l'environnement qui pourraient avoir été induites du fait de conditions météorologiques spécifiques (fortes pluies au moment de l'accident), de particularités du relief ou de la sensibilité particulière du milieu (zones forestières notamment).



La stratégie mise en place en ZPP et en ZST doit permettre de garantir que les produits de consommation (en particulier les denrées alimentaires) qui circulent en dehors du zonage post-accidentel sont conformes. En effet, par définition, aucune denrée alimentaire contaminée ne peut sortir de la ZPP et toute production agricole sortant de la ZST fait l'objet de contrôles de qualité radiologique pour sa mise sur le marché.

La protection des consommateurs est donc également assurée au-delà de la ZST, que ce soit sur le reste du territoire national ou, a fortiori, dans les pays importateurs des productions agricoles françaises.

Gestion des déchets en cas d'accident nucléaire

En temps normal, les exploitations agricoles produisent des déchets éliminés, dans la plupart des cas, dans des filières spécifiques et structurées. A la suite d'un accident nucléaire, il est probable que les filières d'élimination habituelles soient, au moins temporairement, perturbées, au moins temporairement. Aux déchets produits habituellement, s'ajoutent des déchets inhabituellement produits sur les exploitations agricoles et résultant des stratégies de gestion mises en œuvre. Les agriculteurs doivent donc faire face à des déchets de natures différentes et produits en quantités inhabituelles sur leur exploitation.

UNE STRATEGIE DE GESTION A DEUX NIVEAUX

UNE GESTION INDIVIDUELLE ET LOCALE

Il est probable que l'urgence de la situation accidentelle ne permette pas une gestion structurée et concertée des déchets produits sur les exploitations agricoles dès la sortie de la phase d'urgence. La gestion des déchets est alors, par conséquent, individuelle et locale. Elle se traduit par un **stockage temporaire des déchets sur les exploitations**, si les installations adaptées existent et si la nature des déchets est compatible avec leur stockage temporaire et leur manipulation ultérieure. Dans le cas de produits fortement putrescibles et/ou liquides (en-dehors des cadavres pour lesquels la filière de l'équarrissage reste privilégiée), si les installations de stockage adaptées ne sont pas disponibles sur l'exploitation, une **élimination directe** (épandage et enfouissement) **sur les parcelles environnantes** est préférée à un stockage temporaire. Pour rappel, la **crémation n'est pas autorisée sans analyse préalable des pouvoirs publics**. Cette opération ne générerait a priori pas d'apport significatif de contamination sur les parcelles environnantes mais une analyse préalable de la sensibilité des sols vis-à-vis, par exemple, d'une pollution organique en cas d'épandage de lait pourrait être nécessaire.

UNE GESTION COLLECTIVE SUR UN SITE DEDIE

Rapidement, l'Etat met en place une **gestion collective et concertée des déchets** qui se traduirait par la collecte des déchets produits ou stockés temporairement sur les exploitations (déchets stables, peu putrescibles) et par leur élimination sur un site dédié. L'échéance de mise en œuvre de ces filières d'élimination doit tenir compte des capacités de stockage souvent limitées des exploitations.

LES OBJECTIFS DES PREMIERS MOMENTS DE LA PHASE POST-ACCIDENTELLE

L'objectif majeur des premiers instants de la phase post-accidentelle est d'éviter, au maximum, de produire des déchets qui devraient être gérés durant les premiers instants de la phase post-accidentelle. Les agriculteurs doivent donc limiter, au minimum, la production, en dehors de l'exploitation, de produits « *non valorisables* » ou susceptibles de l'être, ce qui se traduit par :

- **l'arrêt de la production:** pour les troupeaux laitiers, par exemple, l'agriculteur peut interrompre la traite des vaches si le troupeau n'est plus destiné à être valorisé pour la production laitière. Les animaux sont maintenus en vie, dans des conditions convenables, jusqu'à leur élimination. Pour les productions végétales, les cultures en cours de développement au moment de l'accident mais susceptibles de ne pas être *valorisables* au moment de leur récolte peuvent être abandonnées puis détruites sur les parcelles agricoles.
- **la poursuite de la production et le stockage temporaire des déchets sur l'exploitation :** les éleveurs peuvent poursuivre la traite, si la valorisation du troupeau pour la production de lait est possible à court terme, et stocker temporairement les laits « *non valorisables* » dans la fosse à lisier de l'exploitation. La récolte des productions végétales peut éventuellement être reportée de quelques jours ou stockée plus ou moins temporairement. Cependant, dans certains cas, cette stratégie suppose une logistique importante et ne peut être que de courte durée.

- **l'élimination définitive des déchets sur parcelles environnantes**, notamment par épandage sur les parcelles, peut être envisagée de façon exceptionnelle, après évaluation des risques environnementaux.

En parallèle, les agriculteurs mettent en œuvre des actions visant à limiter, dans le temps et dans l'espace, la contamination des produits agricoles afin de retrouver, le plus rapidement possible, des produits dont les niveaux de contamination sont compatibles avec leur « *valorisation* ». Ces actions sont décrites dans le présent guide.

LES ACTIONS A ENGAGER EN SITUATION POST-ACCIDENTELLE

LA CARACTERISATION DES DECHETS

La première étape de la gestion des déchets en situation post-accidentelle consiste à **identifier les déchets contaminés et les déchets non contaminés**. Compte tenu de la mobilisation importante des moyens de mesure à la sortie de la phase d'urgence pour d'autres actions considérées comme prioritaires (caractérisation de l'environnement, contrôle de l'activité radiologique des denrées alimentaires...), cette identification devra être réalisée dans un premier temps en fonction du zonage post-accidentel :

- **dans la zone de protection des populations (ZPP) :**
 - les déchets suivants (liste non exhaustive) sont considérés comme « **contaminés** » et doivent être **pris en charge de façon spécifique** :
 - les produits issus de l'agriculture cultivés ou produits en ZPP ;
 - les produits alimentaires à destination des hommes ou des animaux non protégés durant le passage du panache radioactif ;
 - les déchets issus du nettoyage du milieu rural ou urbain ;
 - d'autres déchets pourront être traités comme des déchets « **non contaminés** » (ordures ménagères ou produits protégés durant le passage du panache radioactif...).
- **dans la zone de surveillance des territoires (ZST) et au-delà**, les déchets produits sont **a priori** considérés comme « **non contaminés** », **sauf indications contraires apportées par les experts**. Ils peuvent être traités ou éliminés conformément aux pratiques habituelles sous réserve d'aménagements, par exemple dans des installations équipées de portiques de détection de la radioactivité.

LA GESTION DES DECHETS PUTRESCIBLES

En sortie de phase d'urgence, **le devenir des déchets contaminés putrescibles est à traiter en priorité**. Plusieurs options de gestion des déchets contaminés pourront être mises en place. En fonction de leur nature, et en première intention, les déchets pourront être gérés :

- soit dans des zones d'entreposage mises en service à proximité du lieu de l'accident (idéalement en ZPP) ;
- soit par des dispositions exceptionnelles autorisées dès la sortie de la phase d'urgence lorsque des déchets putrescibles ne peuvent pas être entreposés (par exemple : épandage du lait), tenant néanmoins compte de la vulnérabilité des sols et des ressources en eau.

D'autres filières de traitement ou élimination peuvent être envisagées (en particulier équarrissage et compostage pour les déchets putrescibles) sous réserve d'un délai de mise en œuvre. En effet, des aménagements et des conditions d'utilisation particulières doivent être définis afin de réduire l'impact sur l'environnement et sur les intervenants :

- pour le compostage des déchets verts contaminés, aménagements visant à réduire la quantité d'effluents liquides produits (le compost ainsi produit peut être incinéré, épandu ou stocké) ;
- pour l'équarrissage des cadavres d'animaux contaminés, définition de campagnes dédiées et identification des procédés ou exutoires pouvant présenter un risque de rejet significatif de substances radioactives dans l'environnement.

Par contre, **il n'est pas recommandé d'envoyer les déchets contaminés putrescibles dans des incinérateurs existants**. Si la solution d'incinération est retenue, il faut envisager la construction d'une unité d'incinération dédiée au traitement des déchets contaminés.

Mesures de radioactivité dans l'environnement au cours d'une crise nucléaire

EQUILIBRE ENTRE CALCULS ET MESURES

Durant la phase initiale de la crise, les calculs prédictifs visent moins la recherche de la précision qu'une estimation raisonnablement enveloppe des conséquences du rejet sur l'environnement et les personnes, en vue de définir ou non la mise en œuvre d'actions de protection d'urgence des populations.

Au début de la crise, le nombre de mesures disponible est limité à celles issues des réseaux de mesures automatiques (exploitant, IRSN). Au fur et à mesure que la crise avance, l'ensemble des intervenants de la mesure est mobilisé et le nombre et le type de mesures disponibles augmentent (analyse de prélèvements de sols ...). Pour caractériser l'environnement, les résultats de mesure prennent progressivement le pas sur les résultats des calculs prédictifs.

Les calculs joueront cependant toujours un rôle important dans la gestion de crise car ils permettent d'interpoler ou d'extrapoler la contamination tant dans l'espace que dans le temps. Ils permettent ainsi non seulement d'anticiper le devenir de la contamination mais aussi de pallier les manques de mesure éventuels pour certaines zones géographiques.

LE ROLE DES MESURES

ROLE DES MESURES EN FONCTION DE LA PHASE DE L'ACCIDENT



Globalement, les mesures ont un double objectif :

- un **objectif d'expertise**, les résultats de mesure servant à préciser la connaissance des conséquences de l'accident pour les confronter aux évaluations prédictives ayant servi à définir les zonages et pour déterminer les doses réellement reçues par les personnes exposées, dans le cadre de la mise en place du suivi sanitaire des populations ;
- un **objectif de contrôle**, les résultats de mesure servant à vérifier la conformité des éléments surveillés à des critères prédéfinis (par exemple les niveaux maximaux admissibles (NMA) pour les denrées alimentaires), le niveau d'exposition des personnes ou l'efficacité des actions de nettoyage mises en place.

1 Durant la phase de menace, les résultats de mesures permettent de :

- déterminer l'état de référence de la contamination de l'environnement ;
- déceler les premiers signes de rejet ;
- alimenter la communication du (des) préfet(s).

2 Durant la phase de rejet, les résultats de mesures permettent de :

- vérifier que les ordres de grandeur des calculs prédictifs sont corrects ;
- confirmer la zone impactée par le panache radioactif ;
- confirmer les hypothèses liées au spectre de radionucléides rejeté ;
- alimenter la communication du (des) préfet(s).

3 Durant la phase post-accidentelle, les résultats de mesures permettent de :

- conforter les premières actions mises en œuvre au cours de la phase d'urgence en les ajustant, le cas échéant, et de vérifier que les territoires présumés épargnés l'ont effectivement été ;
- aider les services de l'État à mettre en place les actions visant à assurer une protection et un suivi satisfaisants des populations à la sortie de la phase d'urgence et au début de la phase de transition.

ROLE DES MESURES EN FONCTION DES ZONES POST-ACCIDENTELLES

Les priorités des mesures ne sont pas les mêmes selon les zones post-accidentelles mises en place.

Dans le périmètre d'éloignement (PE) :

- la réalisation de mesures dans le périmètre d'éloignement doit, d'une manière générale, être justifiée et optimisée afin de limiter l'exposition des équipes en charge des mesures à des doses aussi basses que raisonnablement possible. Les mesures d'expertise visent principalement à préciser la connaissance de l'état radiologique de la zone. Elles n'ont pas un caractère prioritaire : leurs résultats serviront, par la suite, dans la perspective d'un retour éventuel de la population dans tout ou partie de ce périmètre ;
- les mesures de contrôle doivent être faites en priorité là où se trouvent les différents intervenants, afin de définir les actions de protection appropriées.

Dans la zone de protection des populations (ZPP) (hors périmètre d'éloignement) :

- les mesures d'expertise doivent permettre de vérifier la pertinence du zonage initialement mis en place sur la base d'une modélisation prédictive, en s'intéressant en priorité aux zones où les retombées sont supposées les plus importantes ;
- les mesures de contrôle doivent en priorité porter sur les lieux de vie et accompagner le début des actions de réduction de la contamination ;
- étant donné l'interdiction systématique de consommation et de mise sur le marché des denrées alimentaires, la mesure de la contamination des denrées alimentaires produites dans la ZPP n'est pas une priorité à la sortie de la phase d'urgence.

Dans la zone de surveillance renforcée des territoires (ZST) :

- les mesures d'expertise sont destinées principalement à vérifier la pertinence du zonage initialement mis en place sur la base d'une modélisation prédictive, en s'intéressant en priorité aux zones où les retombées sont supposées les plus importantes ;
- les mesures de contrôle portant sur les productions agricoles dont la contamination est susceptible de dépasser les niveaux maximaux admissibles pour l'alimentation humaine ou sur le bétail sont à organiser avec les filières agro-alimentaires concernées dès la sortie de la phase d'urgence. Cependant, leur mise en œuvre pourrait n'être opérationnelle qu'en phase de transition.

À l'extérieur de la ZST :

- des mesures d'expertise sont effectuées lors de campagnes de prélèvements ciblées sur des denrées sensibles ou sur des territoires potentiellement plus exposés (notamment ceux qui ont reçu des précipitations importantes au cours de la phase de rejet). Elles sont complétées si nécessaire par la mise en place de stations d'observation permettant de suivre l'évolution temporelle de la contamination rémanente (sol, eau, milieux naturels) ;
- à la périphérie immédiate de la ZST, il convient d'adopter une densité et une fréquence des mesures plus élevées que pour le reste du pays afin de détecter d'éventuels lieux de concentration de radioactivité.

PERFORMANCES ET LIMITES DES MESURES

Les résultats de mesures sont nécessaires pour la validation objective des résultats des calculs prédictifs réalisés antérieurement et donc pour confirmer ou adapter les actions de protection éventuellement mises en œuvre.

Les ressources de mesures (personnes et matériels) sont limitées. Ces ressources sont à utiliser de la manière la plus rationnelle possible, mais cette limitation induit inévitablement un nombre de mesures faible au début de la crise, puis une couverture spatiale ou compartimentale de plus en plus importante au cours du temps.

Le nombre et la précision des mesures augmentent donc avec le temps. Par ailleurs, les techniques de mesures mises en œuvre sont de plus en plus élaborées : elles sont rudimentaires au début de la crise et sont adaptées au mieux à la situation au cours du temps.

Vu la nature même des transferts atmosphériques et des mesures de radioactivité, les résultats de mesures sont soumis à une variabilité intrinsèque dont il est toutefois possible de se défaire en procédant par analyse statistique, et ce seulement lorsque le nombre de mesures est suffisamment important.

LES TYPES DE MESURE ET LES MOYENS DE LEUR REALISATION

MOYENS HUMAINS

Plusieurs organismes sont fournisseurs de ressources de mesures : IRSN, exploitant accidenté, autres exploitants, sapeurs-pompiers, services déconcentrés de l'Etat (DDPP, DRAAF...), associations, etc.

MOYENS MATERIELS

Trois types de moyens matériels sont mis en jeu : des moyens fixes, des moyens transportables qui peuvent être déplacés mais qui requièrent pour cela du temps et des ressources particulières, des moyens portatifs qui sont aisément manipulables et qui constituent typiquement l'équipement déployé le plus rapidement sur le terrain.

- **Débit de dose**
Ce type de mesure reflète l'irradiation ambiante due au panache radioactif lorsqu'il est présent et au dépôt radioactif une fois le panache passé. C'est une mesure rapide mais peu sélective.
 - Réseaux automatiques fixes (IRSN, exploitants).
 - Matériels portatifs
- **Activité volumique de l'air**
 - Réseaux automatiques fixes (IRSN, exploitants)
 - Préleveurs d'air transportables
- **Activité surfacique sur les sols**
 - Matériels portatifs ou transportables
 - Système hélicoptère Hélinuc
- **Activité massique (ou volumique) d'échantillons (terre, végétaux, aliments, eaux)**
 - Laboratoires mobiles (camions dédiés)
 - Laboratoires fixes

Propriétés des principaux radionucléides rejetés en cas d'accident affectant un REP

Le comportement et la toxicité des éléments radioactifs peuvent être très différents. La connaissance des produits libérés en cas d'accident est, par conséquent, importante pour définir les actions de gestion de la population et des territoires contaminés.

LES PRODUITS DE FISSION

Les produits de fission résultent de la cassure des noyaux d'uranium 235 dans le combustible. Seule, une très faible fraction de ces produits passe dans le circuit primaire des réacteurs à travers les défauts d'étanchéité des gaines de combustible. Certains accidents peuvent cependant conduire à une libération de ces produits de fission par perte des propriétés de confinement des gaines.

	Radionucléides les plus importants		Périodes radioactives	Rayonnement dominant
GAZ RARES	⁸⁵ Kr	Krypton 85	10,8 ans	(β,γ)
	¹³³ Xe	Xénon 133	5,2 jours	(β,γ)
IODES A VIE COURTE	¹³¹ I	Iode 131	8,02 jours	(β,γ)
IODES A VIE LONGUE	¹²⁹ I	Iode 129	1,6.10 ⁷ ans	(β,γ)
CESIUM <i>¹³⁴Cs n'est pas un produit de fission</i>	¹³⁷ Cs	Césium 137	30,0 ans	(β,γ)
	¹³⁴ Cs	Césium 134	2,07 ans	(β,γ)
STRONTIUM	⁸⁹ Sr	Strontium 89	50,6 jours	(β,γ)
	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	Strontium 90 / Yttrium 90	28,8 ans	β
RUTHENIUM	¹⁰³ Ru	Ruthénium 103	39,26 jours	(β,γ)
	¹⁰⁶ Ru	Ruthénium 106	372,6 jours	(β,γ)
AUTRES PRODUITS DE FISSION	¹⁴⁴ Ce	Cérium 144	285 jours	(β,γ)
	⁹⁵ Zr	Zirconium 95	64,0 jours	(β,γ)
	¹⁴⁰ Ba / ¹⁴⁰ La	Baryum 140 / Lanthane 140	12,75 jours	(β,γ)

Légende du tableau ci-dessous : Plus la couleur est foncée, plus l'importance du phénomène associé est élevée.

	Exposition des populations	Comportement		Commentaires
		Sensibilité des denrées alimentaires	Sol	
Gaz rares (⁸⁵ Kr, ¹³³ Xe)	Externe (au panache) Inhalation	Non assimilés	Ne se déposent pas au sol	Éléments peu dangereux sauf par exposition externe au panache et inhalation
Famille des iodes (¹³¹ I, ¹²⁹ I ...)	Ingestion	Lait (rapide)	Très mobile (soluble dans l'eau du sol)	Les rejets d' ¹³¹ I et leurs conséquences à court terme sont très importants lors de leur rejet. Il est facilement assimilable et rapidement transféré chez l'homme. ¹²⁹ I a un rôle très secondaire en situation accidentelle (quantité peu importante dans les installations). Il persiste à long terme et pourrait être observé en faible quantité dans le lait principalement.
	Inhalation	Végétaux (rapide)		
	Externe	Viande Eau		
Famille des césiums (¹³⁷ Cs, ¹³⁴ Cs)	Externe (dépôt au sol)	Lait Végétaux	Peu mobile au-delà de la couche superficielle du sol (fixés par les argiles)	Le césium prédomine, avec l'iode, en cas d'accident de réacteur. Il pose les problèmes les plus importants à long terme. Il possède un comportement voisin du potassium et se répartit ainsi dans la masse musculaire des organismes.
	Ingestion	Viande		
	Inhalation	Eau		
Famille des ruthéniums (⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y)	Externe	Lait Viande	Peu mobile au-delà de la couche superficielle du sol	Le strontium accompagne souvent le ¹³⁷ Cs en cas d'accident de réacteur mais ses rejets sont beaucoup moins importants. Il est assez bien transféré aux végétaux par absorption racinaire. Il possède un comportement voisin du calcium et se répartit dans le squelette.
	Ingestion	Végétaux		
	Inhalation	Eau		
Famille des ruthéniums (¹⁰³ Ru, ¹⁰⁶ Ru)	Externe	Viande Lait	Généralement peu mobile dans les sols mais fonction de sa forme chimique	Le ruthénium est très faiblement transféré dans la chaîne alimentaire.
	Ingestion	Végétaux		
	Inhalation	Eau		
Autres produits de fission (¹⁴⁴ Ce, ⁹⁵ Zr, ¹⁴⁰ Ba/ ¹⁴⁰ La)	Externe	Viande Lait	Éléments peu mobiles dans les sols	Le transfert de ces éléments est généralement faible dans la chaîne alimentaire.
	Ingestion	Végétaux		
	Inhalation	Eau		

LES PRODUITS D'ACTIVATION ET DE CORROSION

Ces radionucléides sont formés à partir des atomes (fer, cobalt, nickel...) présents dans la structure métallique et le béton des réacteurs, par absorption de neutrons (ex : ^{60}Co , ^{55}Fe ...). En fonctionnement normal, ces radionucléides sont présents dans le circuit primaire du réacteur du fait de la corrosion des structures qui conduit à la libération de très fines particules qui peuvent contenir des produits d'activation ou s'activer lors de leur passage dans le cœur du réacteur.

	Radionucléides les plus importants		Périodes radioactives	Rayonnement dominant
TRITIUM	^3H	Tritium gaz	12,3 ans	β (de très faible énergie)
AUTRES	^{60}Co	Cobalt 60	5,3 ans	(β, γ)
	^{54}Mn	Manganèse 54	312 jours	γ
	^{55}Fe	Fer 55	2,7 ans	X
	^{58}Co	Cobalt 58	70,8 jours	(β, γ)
	^{65}Zn	Zinc 65	244 jours	(β, γ)
	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	Argent 110m	250 jours	(β, γ)

Légende du tableau ci-dessous : Plus la couleur est foncée, plus l'importance du phénomène associé est élevée.

	Exposition des populations	Comportement		Commentaires
		Organismes vivants & Chaîne alimentaire	Sol	
^3H	Ingestion (très faible toxicité)	Eau	Par temps de pluie, l'eau tritiée pénètre dans le sol	Initialement sous forme de gaz, il peut se combiner à des molécules d'eau et donner de l'eau tritiée (HTO). Sous cette forme, il suit le cycle de l'eau dans la biosphère et s'élimine assez rapidement des végétaux, principalement par temps sec. Dans une moindre mesure, le tritium peut aussi se présenter sous forme organique. Il a un grand pouvoir de pénétration dans l'organisme qui l'élimine rapidement dans sa quasi-totalité (période d'une dizaine de jours).
		Végétaux		
	Inhalation	Viande		
	Externe	Lait		
^{60}Co ^{54}Mn ^{55}Fe ^{58}Co ^{65}Zn $^{110\text{m}}\text{Ag}$	Ingestion	Eau	Mobilité généralement faible, favorisée en milieu acide et oxydant	Faible probabilité qu'un accident engendre une libération importante de ces éléments radioactifs. Problèmes liés à l'utilisation de l'eau (irrigation, boisson)
		Végétaux		
	Inhalation	Viande		
	Externe	Lait		

LES EMETTEURS ALPHA

Ils sont produits dans le combustible et résultent de l'absorption de neutrons par les noyaux des isotopes de l'uranium. Les nouveaux noyaux formés ont une masse atomique supérieure à celle de l'uranium (ex : plutonium 239, américium 241...). On les appelle transuraniens. Ils sont tous radioactifs. Ils sont dits artificiels car ils n'existent pas à l'état naturel.

	Radionucléides les plus importants		Périodes radioactives	Rayonnement dominant
EMETTEURS ALPHA ARTIFICIELS	^{241}Am	Américium 241	432,6 ans	(α, γ)
	^{239}Pu	Plutonium 239	24100 ans	α
	^{238}Pu	Plutonium 238	87,7 ans	α
	^{240}Pu	Plutonium 240	6561 ans	α
URANIUM ET DESCENDANTS	^{238}U	Uranium 238	$4,5 \cdot 10^9$ ans	(α, β, γ)
	^{235}U	Uranium 235	$7 \cdot 10^8$ ans	(α, β, γ)
	^{234}U	Uranium 234	$2,5 \cdot 10^5$ ans	(α, β, γ)
RADIUM ET DESCENDANTS	^{226}Ra	Radium 226	1600 ans	(α, β, γ)

	Exposition des populations	Comportement		Commentaires
		Organismes vivants Chaîne alimentaire	Sol	
^{241}Am	Inhalation (principale)	Eau	Très peu mobiles, composés insolubles dans l'environnement	Les émetteurs alpha artificiels sont peu absorbés par les racines et très faiblement transférés vers les produits animaux. Chez les animaux, ils se fixent préférentiellement sur le squelette et les organes épurateurs (foie).
^{239}Pu		Végétaux		
^{238}Pu	Ingestion	Viande		
^{240}Pu	Externe	Lait		
^{238}U	Inhalation	Eau	Mobilité moyenne, favorisée par des conditions acides et oxydantes	Principaux composants de l'uranium naturel (^{238}U : 99,28% ; ^{235}U : 0,71% ; ^{234}U : 0,005% ; % en masse). Ils sont peu impliqués dans les situations accidentelles (sauf si associé au fluor). Toxicité mixte à la fois chimique et radiologique
		Végétaux		
^{235}U	Ingestion	Viande		
^{234}U	Externe	Lait		

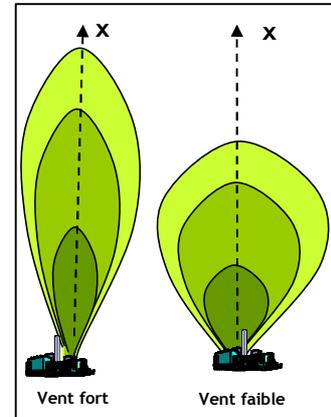
Contamination de l'air ambiant et répartition des dépôts dans l'environnement

CONTAMINATION DE L'AIR AMBIANT

AU COURS DES REJETS

En cas de rejets atmosphériques, l'air ambiant est le premier milieu contaminé. Il se forme un panache radioactif (le « nuage radioactif »), dont la contamination, dans le cas d'un rejet au niveau du sol, est d'autant plus importante que l'on est proche du point de rejet et de l'axe du vent.

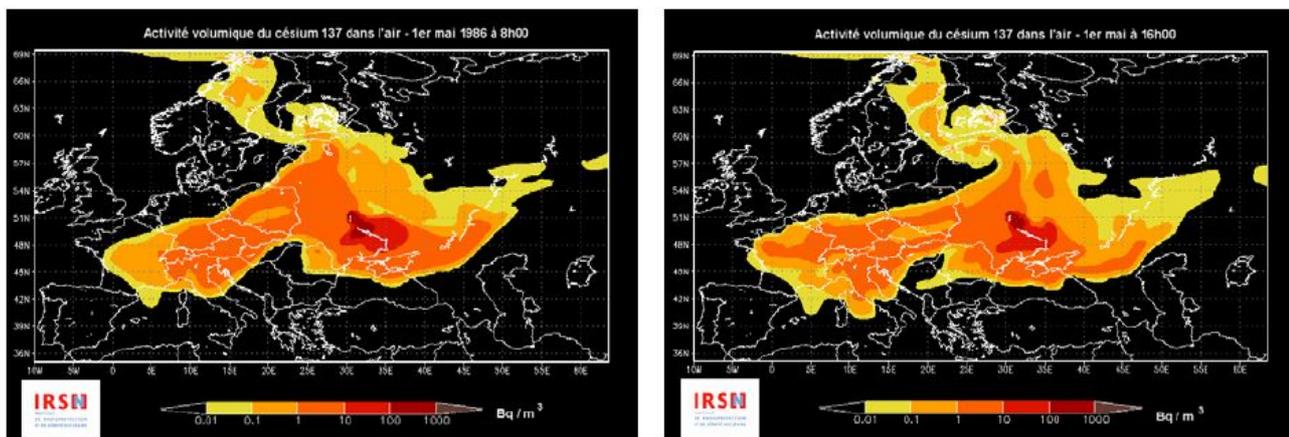
Dans ce panache, l'activité diminue avec le temps, par décroissance radioactive et dilution. A la suite des dépôts occasionnés par la chute des particules radioactives sous l'effet des précipitations pluvieuses et du contact des masses d'air avec les reliefs, le nuage est appauvri tandis que le couvert terrestre est contaminé.



Source : IRSN

Les conditions météorologiques au cours du rejet et la durée de celui-ci jouent un rôle prépondérant dans le déplacement de la masse d'air contaminée et, par la suite, sur l'ampleur et la répartition des dépôts.

Même s'il n'est pas transposable à tous les accidents, l'exemple de l'accident de Tchernobyl met en évidence l'importance des conditions météorologiques au cours d'un rejet dans la dispersion de la contamination à grande échelle. Dans le cas de cet accident, les rejets incontrôlés ont duré 10 jours durant lesquels, poussée par des vents changeants, la masse d'air polluée a emprunté plusieurs trajets et contaminé la plupart des pays d'Europe dans des proportions variables. Cela a également été le cas lors de l'accident de Fukushima Dai-ichi, survenu en mars 2011 au Japon.



Calculs de l'évolution de l'activité volumique du césium dans l'air à la suite de l'accident de Tchernobyl - Source : IRSN

A LA FIN DES REJETS ET A PLUS LONG TERME

A la fin du passage du panache, la contamination de l'air devient très faible. Les éléments radioactifs déposés sur le sol peuvent cependant être remis en suspension, principalement par le vent ou certaines pratiques humaines (circulation automobile, labour...) mais les conséquences de ce phénomène restent locales et n'engendrent pas des niveaux de contamination de l'air importants.

Contamination de l'environnement bâti d'une exploitation agricole

Au moment des dépôts, la contamination des surfaces (quelles qu'elles soient) est principalement influencée par la **nature** de celles-ci et les structures bâties qu'elles composent et par les **conditions météorologiques**. Les radionucléides déposés sur une même surface se répartissent en fonction de leur nature en deux phases : la « **fraction mobile** », facilement remobilisable par l'eau (notamment les premières pluies suivant l'accident), et la « **fraction fixée** » plus fermement liée à la surface de dépôt et plus lentement remobilisable.

CARACTERISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT BÂTI D'UNE EXPLOITATION AGRICOLE

ETANCHEITE DES BATIMENTS VIS-A-VIS DE L'AIR EXTERIEUR

Tous les bâtiments, abris ou installations ne présentent pas la même étanchéité vis-à-vis de l'air extérieur en cas de passage d'un nuage radioactif.

Les **bâtiments ouverts** présentent une **étanchéité très faible** de leur structure vis-à-vis de l'air extérieur. Ils sont même parfois construits de manière à favoriser la circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment, comme c'est le cas pour certains bâtiments d'élevage. Il s'agit principalement des tunnels plastiques dont les bâches sont généralement trouées ou en mauvais état, des bâtiments d'élevages anciens ou vétustes (stabulations entravées, ...), de certains types de bâtiments d'élevage de volailles, des stabulations libres pour l'élevage (bovins, ovins, caprins) et des hangars de stockage (matériel agricole, paille...).

Les **bâtiments fermés et aérés** présentent une **étanchéité qui peut être importante** de leur structure vis-à-vis de l'air extérieur. Les **systèmes d'aération** ou de **ventilation** fonctionnent soit de manière **statique** soit de manière **dynamique**. Leurs ouvertures et fermetures peuvent être commandées manuellement ou automatiquement. Il s'agit principalement des habitations, des bâtiments d'élevage pour porcs, volailles, veaux, de certains bâtiments de stockage comme les silos et des serres agricoles, notamment en verre, voire en plastique.

CARACTERISTIQUES DES SURFACES A L'INTERIEUR DES BATIMENTS OU DES INSTALLATIONS

L'intérieur des bâtiments ou des installations agricoles abrite, en fonction du type d'activité pratiquée, des surfaces de natures diverses (sol brut, terre battue, béton...) dont le nettoyage est plus ou moins aisé.

Dans les **bâtiments d'élevage**, on trouve :

- des **surfaces en terre battue recouverte ou non de litière** (majorité des élevages de poulets, dindes, pintades, bovins viande et génisses). Leur nettoyage est en général effectué par enlèvement des effluents d'élevage, stockés ou non dans des ouvrages prévus à cet effet avant épandage sur les surfaces agricoles ;
- des **surfaces bétonnées recouvertes ou non de litière** (bâtiments d'élevage des troupeaux laitiers), nettoyées à l'eau et raclées plusieurs fois par jour. Les effluents sont stockés dans des fosses avant épandage ;
- des **caillebotis** (majorité des bâtiments d'élevage de porcs et de canards). Leur nettoyage est effectué à l'eau, en fin de bande. Les effluents sont stockés dans les fosses à lisiers ;
- **d'autres types d'installations**, comme les cages (souvent superposées les unes sur les autres) dans les élevages de poules pondeuses ou de gavage de canards gras. Leur nettoyage est effectué à la fin de chaque bande (un nettoyage par an pour les poules pondeuses, tous les 14 jours pour les canards).

Dans les **serres en verre ou en plastique abritant des cultures hors sol**, l'allée centrale est souvent bétonnée. Le reste de la surface du sol est le plus souvent recouvert d'un film en plastique (qui peut donc être retiré).

Les **chais de vinification et de vieillissement** peuvent également présenter des surfaces diverses : terre battue, aires bétonnées....

LES ABORDS DES BATIMENTS AGRICOLES

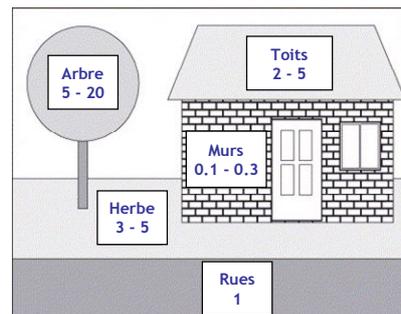
Les abords des bâtiments peuvent être constitués de **surfaces en terre battue**, de **surfaces enherbées** et d'**aires bétonnées, pavées ou stabilisées**. Il n'existe généralement pas de systèmes de récupération des eaux pluviales.

CONTAMINATION DE L'ESPACE BATI

EN CAS DE DEPOT SEC

En cas de dépôt sec, la contamination des surfaces horizontales est très souvent supérieure à celle relevée sur les surfaces verticales, avec un niveau de dépôt plus faible des aérosols « volatils » (I, Cs, Ru) que pour les aérosols « réfractaires » (Ba, Ce, Zr).

Sur les murs, les dépôts sont généralement plus faibles que pour les toits et les surfaces enherbées. Cependant, la force et la direction du vent peuvent conduire à une contamination forte et irrégulière des murs les plus exposés. Une partie des radionucléides dispersés dans l'air peut pénétrer à l'intérieur des bâtiments par les différentes ouvertures (ventilation...). Pendant le passage du panache radioactif, la concentration à l'intérieur des bâtiments reste néanmoins inférieure à la concentration à l'extérieur. Après le passage du panache, par contre, la concentration à l'extérieur a tendance à décroître plus rapidement qu'à l'intérieur du fait de la pluie, du ruissellement... Au cours du temps, l'intérieur des bâtiments est également contaminé par l'entrée de particules remises en suspension et par les mouvements de personnes ou d'animaux.

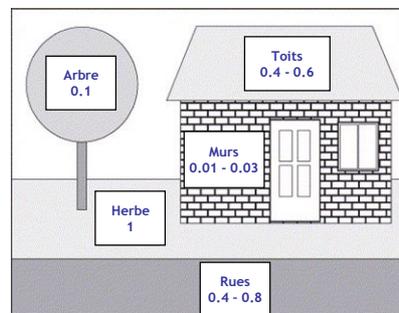


Dépôt sec relatif pour 1 Bq déposé de 137Cs

En phase post-accidentelle, l'importance relative de la « fraction mobile » du dépôt sec décroît dans le temps. La plupart des radionucléides appartenant initialement à cette fraction sont transférés dans les eaux de ruissellement par la pluie ou bien renforcent la « fraction fixée ». L'importance relative de ces phénomènes est fonction du délai d'occurrence et de l'intensité des premières pluies, les interactions entre les radionucléides et les surfaces augmentant au cours du temps. En général, la première pluie suivant le dépôt peut remobiliser une grande partie de la fraction mobile du dépôt. A plus long terme, l'activité déposée tend à décroître dans le temps du fait de la décroissance radioactive ainsi que des processus naturels de ruissellement et de remise en suspension.

EN CAS DE DEPOT HUMIDE

En cas de dépôt humide, le niveau de contamination des surfaces bâties est fonction de la quantité de pluie reçue par celles-ci. La contamination apportée aux surfaces est plus importante que par dépôt sec [Cf. FICHE 3.2] mais une part de celle-ci (« fraction mobile ») est directement emportée par l'eau de pluie. Des séries de mesures effectuées à Gävle (Suède) après l'accident de Tchernobyl ont montré que, en cas de dépôt humide, 40% à 80 % du césium est retenu sur les surfaces pavées, 30% à 90 % sur les toits et 1% à 3% sur les murs. A l'intérieur des bâtiments fermés, aucune pénétration de radionucléides n'a été observée.



Dépôts secs relatifs pour 1 Bq déposé de 137Cs

En conditions froides, la neige peut engendrer des dépôts légèrement supérieurs aux dépôts humides. Par contre, contrairement aux dépôts humides, les dépôts accompagnés de neige ne sont pas suivis d'un lessivage immédiat des surfaces, celui-ci ne se produisant qu'au moment de la fonte de la neige.

	Contamination à l'intérieur des bâtiments fermés	Evolution du dépôt à l'extérieur
EN CAS DE DEPOT SEC	<p>Bâtiments fermés : Entrée des gaz et aérosols par les systèmes de ventilation.</p> <p>Bâtiments ouverts : Contamination à l'intérieur semblable à celle de l'extérieur du bâtiment.</p>	<p>Lessivage de la fraction mobile (%) par les premières pluies.</p> <p>Fixation progressive des radionucléides sur les surfaces.</p>
EN CAS DE DEPOT HUMIDE	<p>Bâtiments fermés : Négligeable.</p> <p>Bâtiments ouverts : Contamination à l'intérieur plus faible qu'à l'extérieur (mais fonction du bâtiment et des conditions météorologiques).</p>	<p>Dépôt composé principalement de la fraction fixée aux surfaces.</p>

Contamination des productions végétales et des sols agricoles

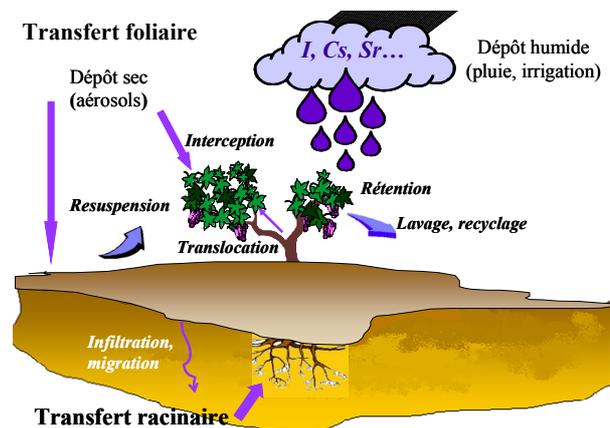
La contamination des productions végétales et des sols agricoles dépend en premier lieu de la couverture du sol au moment du passage du nuage radioactif. Celle-ci peut varier au cours de l'année, en fonction du type de production végétale et des pratiques agricoles. On distingue ainsi :

- les cultures à cycle court, comme de nombreuses cultures maraîchères (épinards, salades, carottes...) qui peuvent s'enchaîner au cours d'une année sur une parcelle ;
- les cultures annuelles, semées à l'automne ou au printemps, comme les grandes cultures de céréales ou d'oléoprotéagineux dont les périodes de culture alternent avec des périodes dites d'interculture, courtes (moins d'un mois) ou longues (jusqu'à 6 mois), durant lesquelles le sol peut être laissé nu, présenter des repousses de plantes cultivées ou adventices ou être cultivé (cultures pièges à nitrates ou cultures fourragères dérobée) ;
- les cultures pluriannuelles, telles que la luzerne (7 ans), les asperges (10 ans), ou les prairies temporaires (souvent de 3 à 6 années), qui couvrent le sol durant la durée de la culture ;
- les cultures pérennes, comme la vigne, les arbres fruitiers mais également les prairies permanentes.

CONTAMINATION DES VEGETAUX

Il existe deux voies principales de contamination des végétaux :

- Le **transfert foliaire** : dépôt direct sur les parties aériennes des plantes
- Le **transfert racinaire** : absorption racinaire des radioéléments accumulés dans le sol.



Source : IRSN

DEPOT DIRECT SUR LES PARTIES AERIENNES

Le transfert vers la plante des radionucléides présents dans l'atmosphère dépend de plusieurs facteurs :

- les **conditions climatiques** : à dépôt total constant, les contaminations foliaires des produits agricoles sont plus fortes pour les dépôts secs que pour les dépôts humides. En effet, lors d'un dépôt humide, la pluie crée un film d'eau à la surface des feuilles. Ce film d'eau ne peut pas dépasser une certaine épaisseur (en moyenne 2mm) sur les feuilles. Si la pluie est trop importante (en moyenne à partir de 5mm), les feuilles ne peuvent pas retenir la totalité de l'eau et s'égouttent. L'eau contaminée tombe alors sur la terre et augmente ainsi les dépôts au sol, alors que les dépôts sur les feuilles restent constants.
- la **capacité d'interception**, fonction de la nature de la végétation et de son stade végétatif au moment du dépôt. De même, la structure de certaines feuilles fait qu'elles retiennent bien les poussières ou l'eau (ex : feuilles de thym). En général, plus le stade végétatif de la culture est proche de la maturité commerciale, plus la capacité d'interception est élevée.
- le **radionucléide** : une fraction de la radioactivité déposée peut pénétrer à l'intérieur du végétal et se répartir dans les différents organes. Ce phénomène de contamination par transfert et stockage dans la plante est appelé « **translocation** » et varie selon les radionucléides (ex : le césium pénètre facilement, le strontium moins, le plutonium très peu). C'est ainsi qu'une petite partie des éléments radioactifs déposés sur les feuilles peut se retrouver dans les fruits et les racines.
- la **vitesse d'élimination naturelle** du dépôt sur les surfaces (lessivage par les pluies, chute des feuilles...) et la **dilution par croissance** des végétaux (dilution de la contamination dans la quantité de matière végétale)

ABSORPTION RACINAIRE

Cette contamination se manifeste au fur et à mesure que les radionucléides se répartissent dans la couche racinaire. L'importance de cette voie de contamination dépend :

- de l'**élément radioactif** : tous les radionucléides ne sont pas retenus dans les sols, ni absorbés de la même manière : l'iode et le chlore migrent très vite en profondeur, le césium reste majoritairement en surface ; le strontium et l'iode sont assez bien absorbés par les végétaux, le césium moins bien, le plutonium très peu.
- de la nature du sol : les sols acides, sableux ou à faible capacité d'échange sont favorables à des transferts plus élevés que les sols lourds ou argileux pour les principaux radionucléides (cations).
- du **travail du sol** (enfouissement mécanique, notamment par le labour) et l'**apport de fertilisants ou d'amendements analogues des radionucléides** (potassium et calcium sont des compétiteurs respectifs du césium et du strontium...).

Pour les cultures présentes au moment des dépôts, le transfert foliaire est la principale voie de contamination. Les végétaux à feuilles comme les salades ou les épinards sont les plus sensibles à la contamination par dépôt direct sur les parties aériennes. A long terme, le transfert racinaire prédomine nettement et se poursuit tant que le radionucléide est présent dans la zone racinaire.

CONTAMINATION DES SOLS AGRICOLES

AU MOMENT DU PASSAGE DU PANACHE ET A COURT TERME

En cas de dépôt sec, une partie non négligeable de la contamination peut être interceptée par la végétation couvrant le sol, si celle-ci est suffisamment dense et développée. Les premières pluies ou l'irrigation par aspersion amèneront, par la suite, la majorité de cette contamination au sol. A court terme, la radioactivité déposée sur le sol reste très superficielle.

En cas de dépôt humide, la majorité de la contamination atteint rapidement le sol et s'infiltré sur quelques centimètres.

A MOYEN ET LONG TERMES

A moyen et long termes, le ruissellement contribue au **transfert oblique** de la contamination et à l'accumulation de radioéléments dans les points bas des terrains en pente [Cf. FICHE 3.2].

Dans les sols, le **transfert vertical** des radionucléides dépend de leur mobilité, spécifique à chaque type de sol. Ce phénomène est accéléré par le **travail du sol** qui contribue à répartir la contamination dans la couche de labour, par la **pluie** et, parfois, par les **mouvements de la nappe phréatique**. Ces mouvements dépendent également beaucoup de la nature des radioéléments.

Mobilité verticale des radioéléments en fonction de la nature des sols

Sols alcalins (argilo-calcaires)	Faible
Sols riches en matière organique	Variable (généralement faible)
Sols acides, à faible CEC (sols sableux)	Forte

Mobilité verticale de quelques radioéléments dans les sols

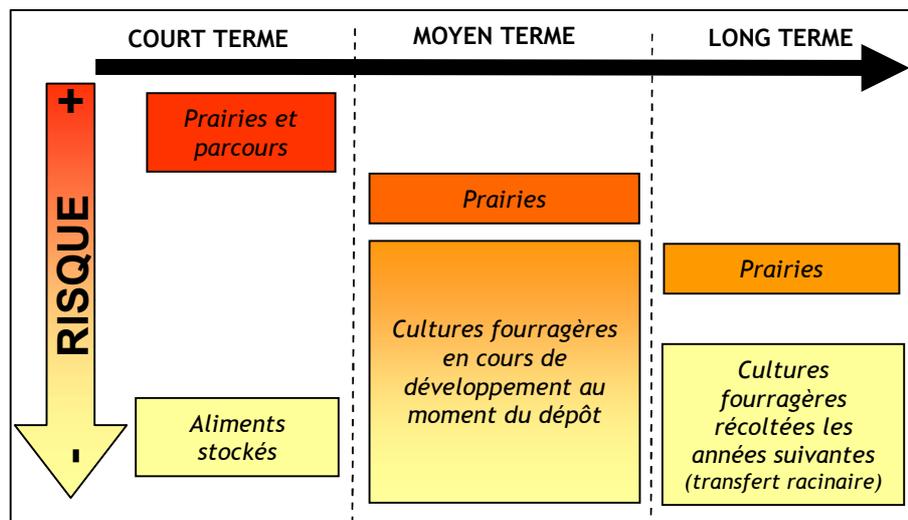
Strontium 90 (⁹⁰ Sr)	A court terme, le strontium est peu retenu par le complexe absorbant du sol. Progressivement, il s'y intègre et sa mobilité diminue. A la fin de la première année, il reste présent dans les premiers centimètres du sol.
Césium 137 et 134 (¹³⁷ Cs et ¹³⁴ Cs)	Le césium est rapidement et fortement retenu par l'argile et la matière organique. Dans les sols non agricoles, il reste très longtemps dans les premiers centimètres du sol. Dans les sols agricoles labourés, il se maintient dans la couche de labour.
Ruthénium 106 (¹⁰⁶ Ru) Terres rares (la plupart) Transuraniens	Le ruthénium, les terres rares et les transuraniens ne sont pas mobiles.
Certains iodes	Certains composés de l'iode suivent les mouvements de l'eau. Cependant, la majorité des isotopes de l'iode disparaissent par décroissance radioactive avant d'atteindre la nappe phréatique.
Tritium (³ H)	Le tritium est étroitement associé à l'eau dont il suit le comportement.

Contamination des productions animales

PRINCIPALE VOIE DE CONTAMINATION : L'INGESTION DE DENREES CONTAMINEES

Les produits d'origine animale sont principalement contaminés à la suite de l'ingestion d'aliments (et de lait pour les mammifères) et d'eau contaminés. L'inhalation et le transfert à travers la peau sont négligeables devant l'ingestion.

- **A court terme**, les contaminations les plus élevées concernent les animaux présents à l'extérieur au moment du passage du panache et dans les jours suivants. Leur alimentation est alors difficilement maîtrisable et elle est composée d'aliments directement contaminés par le dépôt (herbe, graines, eau...). A l'intérieur des bâtiments d'élevage, les animaux sont essentiellement nourris à partir d'aliments stockés et en partie protégés par la structure de stockage. Leur alimentation y est, en outre, plus facilement maîtrisable.
- **A moyen terme**, le risque majeur de contamination provient des pâturages et des cultures fourragères en cours de développement au moment des dépôts, contaminées par dépôt direct et transfert foliaire [Cf. FICHE 3.4].
- **A plus long terme**, les prairies non améliorées (vis-à-vis de la contamination radiologique) constituent la source de contamination la plus importante. Le travail du sol conjugué à un transfert racinaire réduisent fortement la contamination des cultures fourragères.

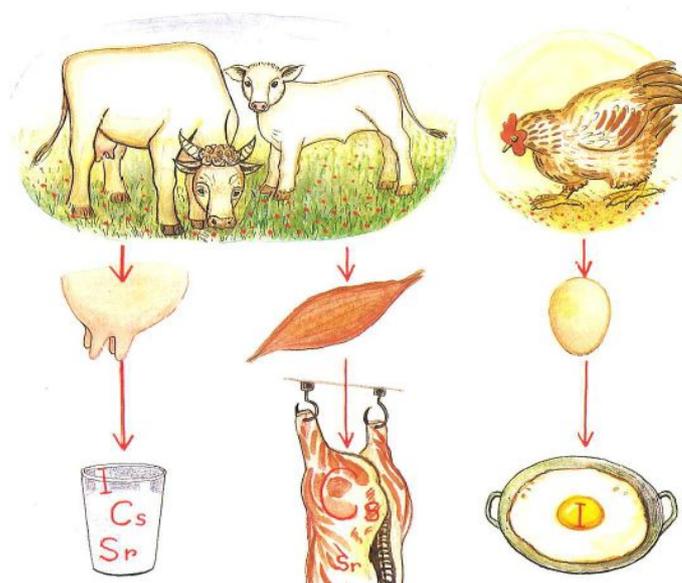


REPARTITION HETEROGENE DES RADIONUCLEIDES

En fonction de leur nature et des organismes qu'ils contaminent, les radionucléides ne sont pas métabolisés de la même manière et se différencient par :

- leur **répartition dans l'organisme** (ex : le césium se retrouve principalement dans la viande, le strontium dans les os et l'iode dans le lait et les œufs) ;
- leur **cinétique de transfert** (ex : l'iode se retrouve très rapidement dans le lait, tandis que le césium atteint sa contamination maximale un mois après la fin des dépôts) ;
- leur **cinétique d'élimination** (période biologique) : les radioéléments sont éliminés par les déjections (urines, fèces) et les produits animaux (lait, œufs) à des vitesses variables suivant leur nature et l'animal. La gestion des déjections animales, stockées temporairement sur les exploitations agricoles puis ramenées aux champs par épandage, constitue donc une source possible de contamination de ces surfaces. Néanmoins, l'ajout de

contamination ne sera pas significatif si l'alimentation des animaux provient de parcelles dont les niveaux de contamination sont proches de la parcelle servant à l'épandage des déjections (fonctionnement en circuit fermé).



Source : La Dépêche Vétérinaire - Supplément technique n°25

CONSEQUENCES POUR LES ANIMAUX

Des effets, mortels ou non, ne s'observent sur les animaux que pour des expositions très élevées. Chez l'animal, les doses létales 50% varient avec l'espèce. De telles expositions ne pourraient résulter que d'un accident majeur et dans la zone proche du site accidenté, c'est-à-dire dans des circonstances où les problèmes posés à la population seraient très largement dominants.

Protection de la population et des travailleurs en situation normale et en cas d'accident nucléaire

En situation d'urgence comme en situation post-accidentelle, les exploitants agricoles doivent respecter les consignes adressées à la population générale.

LES PRINCIPES FONDAMENTAUX (ARTICLE L. 1333-1 DU CODE DE LA SANTE PUBLIQUE)

Les activités nucléaires¹ ainsi que les interventions destinées à prévenir ou réduire un risque radiologique consécutif à un accident ou à une contamination de l'environnement, doivent satisfaire aux principes suivants :

LA JUSTIFICATION DE L'UTILISATION DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Une activité nucléaire ou une intervention ne peut être entreprise ou exercée que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure, notamment en matières sanitaire, sociale, économique ou scientifique, rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre des personnes.

L'OPTIMISATION DE LA PROTECTION

L'exposition des personnes aux rayonnements ionisants résultant d'une de ces activités ou interventions doit être maintenue au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des techniques, des facteurs économiques et sociaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché.

LA LIMITATION DES DOSES INDIVIDUELLES (UNIQUEMENT EN SITUATION NORMALE)

L'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants résultant d'une activité nucléaire ne doit pas porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire. Ces limites réglementaires sont fixées à un niveau suffisamment bas pour que leur respect assure une protection absolue contre les effets déterministes et aussi élevée que possible pour les effets stochastiques.

PROTECTION DE LA POPULATION ET DES TRAVAILLEURS EN SITUATION NORMALE

La réglementation française relative à la protection de la population et des travailleurs contre les rayonnements ionisants est conforme aux directives de la Communauté européenne (EURATOM 96/29...) fondées elles-mêmes sur les principes énoncés par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR).

PROTECTION DE LA POPULATION (ARTICLE R.1333-8 DU CODE DE LA SANTE PUBLIQUE)

Le Code de la Santé publique fixe une limite annuelle de dose due aux activités nucléaires de 1 mSv/an. Sans préjudice de celle-ci, des limites de dose équivalente admissibles pour le cristallin et la peau sont également établies (cf. tableau). Ces limites ne tiennent pas compte de l'exposition due à la radioactivité naturelle et ne s'appliquent pas aux personnes ou intervenants en cas de situation d'urgence (cf. page suivante).

PROTECTION DES TRAVAILLEURS (ARTICLES R.4451-12 A 15 DU CODE DU TRAVAIL)

Le Code du travail fixe une limite de 20 mSv pour les doses efficaces (externe et interne) reçues sur douze mois consécutifs par un travailleur du nucléaire. Sans préjudice de cette limite, des limites de doses équivalentes sont également fixées pour les différentes parties du corps exposées (cf. tableau).

	Public	Travailleurs
Tout l'organisme	1 mSv / an	20 mSv/an
Mains, avant-bras, pieds et chevilles	-	500 mSv/an
Peau (dose moyenne sur toute surface de 1 cm ² , quelle que soit la surface exposée)	50 mSv/an	500 mSv/an
Cristallin	15mSv/an	150 mSv/an

¹ Activité comportant un risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants, émanant soit d'une source artificielle, soit d'une source naturelle lorsque les radionucléides naturels sont traités ou l'ont été

NIVEAUX D'INTERVENTION EN SITUATION D'URGENCE RADIOLOGIQUE

PROTECTION DES POPULATIONS EN PHASE D'URGENCE (Arrêté du 20 novembre 2009 relatif aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique)

En phase d'urgence, la protection de la population repose, en dernier lieu, sur la mise en œuvre des dispositions prévues dans les Plans Particuliers d'Intervention [Cf. FICHE 2.3]. Ces derniers définissent, entre autres, des périmètres de mise en œuvre d'actions de protection de la population. Les périmètres sont définis sur la base de niveaux d'intervention. En cas d'accident, ces niveaux sont utilisés pour définir les actions à mettre en œuvre sans toutefois constituer des limites strictes.

En situation d'urgence, les consignes formulées par les pouvoirs publics (mise à l'abri, prise d'iode, voire évacuation) doivent être respectées par les exploitants agricoles. Au-delà des périmètres de mise en œuvre de ces actions de protection, par contre, certaines actions visant à limiter la contamination des stocks et du bétail sont recommandées et détaillées dans le présent guide.

	Dose prévisionnelle	Niveau (mSv)
Mise à l'abri	efficace	10
Evacuation	efficace	50
Administration d'iode stable	équivalente à la thyroïde	50

NB : les doses prévisionnelles s'entendent comme des doses individuelles susceptibles d'être reçues par tous et notamment par les personnes les plus radiosensibles, en particulier les enfants et les femmes enceintes.

PROTECTION DES INTERVENANTS EN PHASE D'URGENCE

Pour une intervention en situation d'urgence radiologique, dans le cadre des dispositions prévues par le Code de la santé publique (article R.1333- 83), des niveaux de référence d'exposition individuelle des travailleurs sont établis, constituant des repères pratiques (cf. tableau suivant). Un dépassement de ces niveaux de référence peut être admis exceptionnellement, afin de sauver des vies humaines, pour des intervenants volontaires et informés du risque que comporte leur intervention. Par ailleurs, les personnels appelés à intervenir doivent bénéficier de protections individuelles et être munis de dispositifs dosimétriques appropriés.

	Groupe 1	Groupe 2
Niveaux de référence d'exposition individuelle (Dose efficace reçue pendant la durée de l'intervention)	100 mSv (300 mSv pour protéger des personnes)	10 mSv
Dose efficace totalisée sur la vie entière de l'intervenant	< 1 Sv	< 1 Sv

Groupe 1 : équipes spéciales d'intervention technique, médicale ou sanitaire, préalablement constituées pour faire face à une situation d'urgence radiologique. Elles font l'objet d'une surveillance radiologique et d'un contrôle d'aptitude médicale (article R.1333-85 du CSP).

Groupe 2 : personnes n'appartenant pas à des équipes spéciales mais intervenant au titre des missions relevant de leur compétence. Elles bénéficient d'une information adaptée sur le risque associé à une exposition aux rayonnements ionisants.

Les dispositions du Code du travail en matière de protection contre les risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants s'appliquent, dès lors que les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à un risque (articles R4451-1 et R4451-2) :

- résultant d'activités nucléaires soumises à un régime d'autorisation ou de déclaration (article L. 1333-4 du code de la santé publique), telles les installations nucléaires, les activités de transport de matières radioactives ;
- survenant au cours d'interventions (article L. 1333-1 du code de la santé publique) en situation d'urgence radiologique ou en situation d'exposition durable ;
- résultant d'activités à l'origine d'une exposition professionnelle accrue aux rayonnements d'origine naturelle.

La somme des doses efficaces reçues par les travailleurs par exposition externe et interne ne doit pas dépasser 20 mSv sur douze mois consécutifs (art R.4451-12 du CT). Il ne peut être dérogé à cette valeur limite d'exposition que pour des expositions exceptionnelles, préalablement justifiées et devant être réalisées dans certaines zones de travail et pour une durée limitée, sous réserve de l'obtention préalable d'une autorisation spéciale délivrée par l'inspection du travail, dans la limite d'un plafond n'excédant pas deux fois la valeur limite annuelle d'exposition (art R. 4451-15 du CT).

VALEURS-GUIDES EN PHASE POST-ACCIDENTELLE

PROTECTION DE LA POPULATION EN POST-ACCIDENTELLE

Le Code de la Santé Publique (article R1333-90) indique qu'en cas d'exposition durable de personnes aux rayonnements ionisants (article R1333-77), le préfet met en œuvre, après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire, une ou plusieurs des mesures suivantes :

- Délimitation du périmètre à l'intérieur duquel il est procédé à la mise en œuvre des dispositions visant à réduire cette exposition ;
- Mise en place d'un dispositif de surveillance des expositions et, si nécessaire, de surveillance épidémiologique des populations ;
- Réglementation de l'accès ou de l'usage des terrains et des bâtiments situés dans le périmètre délimité ;
- Restriction de la commercialisation ou de la consommation des denrées alimentaires et des eaux produites et distribuées à l'intérieur du périmètre délimité ;
- Modalités de la prise en charge des matériaux contaminés.

La mise en œuvre de ces principes se traduit, en cas d'évènement, par :

- La signature d'un arrêté des ministres chargés de la santé, de l'agriculture et de l'environnement, pris après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire, qui détermine les niveaux de dose à partir desquels ces actions sont mises en œuvre.
- La mise en place du zonage post-accidentel en se référant aux valeurs-guides définies précédemment **[Cf. FICHE 2.5]** ;
- L'information, par le préfet, de la population concernée sur le risque couru en cas d'exposition durable et sur les actions entreprises en application des alinéas précédents.

PROTECTION DES INTERVENANTS EN PHASE POST-ACCIDENTELLE

Selon le Code de la santé publique (article R1333-92), dans les situations d'exposition durable, si les doses estimées le justifient, les intervenants bénéficient de la protection accordée par la réglementation en vigueur aux travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, à savoir une limite de dose efficace de 20 mSv/an.

Les travailleurs réalisant des interventions entraînant une exposition durable aux rayonnements ionisants, telle que définie en application du 3° de l'article L. 1333-20 du Code de la santé publique, sont couverts par les dispositions du Code du travail (article R4451-1). En particulier, sont applicables :

- la limite annuelle de dose efficace ;
- l'évaluation du risque ;
- le classement des travailleurs ;
- les protections collectives et individuelles ;
- le suivi dosimétrique ;
- le suivi médical ;
- l'information et la formation.

EXPOSITION DES INTERVENANTS AGRICOLES EN PHASE POST-ACCIDENTELLE

En situation post-accidentelle, pour la population, les principales voies d'exposition à la radioactivité sont l'exposition externe aux substances radioactives présentes dans l'environnement et l'ingestion de denrées contaminées. Les exploitants agricoles, de par la nature de leurs travaux, sont en général plus exposés que la population générale. Ils passent en effet généralement plus de temps à l'extérieur (exposition externe) et peuvent également être exposés par inhalation de particules remises en suspension par exemple lors d'un labour. Les évaluations réalisées montrent cependant que l'exposition supplémentaire des exploitants agricoles par rapport à l'exposition de la population générale et due à l'exercice de leur profession est limitée et tend de plus à diminuer avec le temps.

En situation post-accidentelle comme en situation d'urgence, les exploitants agricoles doivent respecter les consignes adressées à la population générale. Cependant :

- **Si un éloignement des populations est envisagé, des dispositions particulières** pourront être mises en œuvre pour permettre aux exploitants agricoles d'intervenir pour la mise en œuvre des activités non interruptibles, notamment dans le cas des élevages. Ainsi, un agriculteur devant se rendre, dans ces conditions, sur son exploitation, est considéré comme un intervenant en situation d'exposition durable au même titre qu'une « personne mandatée par les pouvoirs publics, exerçant une activité dans une zone où existe une élévation de la radioactivité due à un accident nucléaire ». Il bénéficie du régime des travailleurs exposés au cours d'expositions exceptionnelles soumises à autorisation préalable, prévu par le code du travail (article R.4451-15) et donc d'une information suffisante sur les risques d'exposition. Il peut bénéficier d'équipements de protection individuelle. **Aucune intervention au sein du périmètre d'éloignement ne peut être imposée à un agriculteur.**
- dans les premiers moments de la phase post-accidentelle, du fait des conditions de travail particulières **[Cf. FICHE 1.2]**, une certaine prudence est recommandée pour l'exercice des professions agricoles, notamment au sein de la **Zone de protection des populations (ZPP)**. Les activités non indispensables au fonctionnement des exploitations peuvent être réduites. Dans certains cas l'utilisation d'équipements de protection disponibles sur l'exploitation pourrait être conseillée pour certaines activités menées à l'extérieur. Par la suite, la caractérisation radiologique de l'environnement permet d'affiner les évaluations de l'exposition de la population et des professionnels et, par conséquent, d'affiner les consignes de protection.

Réglementation relative à la commercialisation des produits agricoles en cas d'accident nucléaire

En cas d'accident radiologique, l'autorité de sûreté nucléaire française appliquerait les règlements communautaires.

REGLEMENTATION RELATIVE A LA MISE SUR LE MARCHÉ INTERIEUR EUROPEEN

DEFINITIONS

Les règlements EURATOM 3954/87, 944/89 et 770/90 fixent les Niveaux Maximaux de contamination radioactive Admissibles pour la commercialisation (NMA), dans le cas d'un accident nucléaire ou toute autre situation d'urgence radiologique futurs :

- des denrées alimentaires (tableau 1)
- des denrées alimentaires de moindre importance (tableau 2)
- des aliments pour bétail (tableau 3)

Les NMA ne sont pas des normes sanitaires. La définition des NMA a pour objectif de réguler la mise sur le marché au sein de l'Union Européenne de denrées alimentaires potentiellement contaminées qu'elles soient produites en Europe ou dans un pays tiers (importation). Ce dispositif assure une protection des consommateurs européens résidant à distance du lieu de l'accident. En cas d'évènement, ce règlement serait mis en place rapidement mais devra être réexaminé (au maximum sous 3 mois) afin de s'assurer qu'il remplit ses fonctions.

Tableau 1 : Règlement EURATOM N°3954/87 du Conseil du 22 décembre 1987, modifié par le règlement EURATOM N°2218/89 du Conseil du 18 juillet 1989

	DENREES ALIMENTAIRES (Bq/kg)			
	Aliments pour nourrissons (2)	Produits laitiers (3)	Autres denrées alimentaires (à l'exception de celles de moindre importance)	Aliments liquides destinés à la consommation (4)
Isotopes du strontium (⁹⁰ Sr)	75	125	750	125
Isotopes de l'iode (¹³¹ I)	150	500	2000	500
Isotopes du plutonium et d'éléments transplutoniens à émission alpha (²³⁹ Pu et ²⁴¹ Am)	1	20	80	20
Autres nucléides à période radioactive >10j (¹³⁴ Cs et ¹³⁷ Cs) (1)	400	1000	1250	1000

- (1) Le carbone 14, le tritium et le potassium 40 ne sont pas compris dans ce groupe.
- (2) Aliments uniques couvrant l'ensemble des besoins alimentaires sur les 4 à 6 premiers mois, avec étiquetage particulier « aliment pour nourrisson »
- (3) Laits et crèmes de lait (concentrés ou non, additionnés ou non de sucres ou autres édulcorants) en dehors des laits pour nourrissons.
- (4) Eaux, jus de fruits ou de légumes, boissons alcooliques, vinaigre

Tableau 2 : Règlement EURATOM N° 944/89 du Conseil du 12 avril 1989

	DENREES ALIMENTAIRES DE MOINDRE IMPORTANCE (Bq/kg) (2)
Isotopes du Strontium (⁹⁰ Sr)	7 500
Isotopes de l'Iode (¹³¹ I)	20 000
Isotopes du plutonium et d'éléments transplutoniens à émission alpha (²³⁹ Pu et ²⁴¹ Am)	800
Autres nucléides à période radioactive >10j (¹³⁴ Cs et ¹³⁷ Cs) (1)	12 500

(1) Le carbone 14, le tritium et le potassium 40 ne sont pas compris dans ce groupe.

(2) Se référer au règlement pour obtenir la liste des « denrées alimentaires de moindre importance »

Tableau 3 : Règlement EURATOM N° 770/90 du Conseil du 29 mars 1990

	ALIMENTS POUR BETAIL (radioactivité cumulée en ¹³⁴ CS et ¹³⁷ Cs en Bq/kg)
Porcs	1250
Volailles	2500
Autres animaux	5000

PRINCIPALES REGLES D'UTILISATION

Trois principales règles s'appliquent au calcul des NMA :

- (1) Pour les **produits secs ou concentrés**, le niveau applicable est calculé sur la base du produit reconstitué prêt à la consommation.
- (2) Un produit alimentaire est dit « *supérieur aux NMA* » dès lors qu'un groupe de radionucléides dépasse sa valeur réglementaire.
- (3) Pour un groupe de radionucléides et une denrée alimentaire donnés, il convient de sommer les concentrations de tous les radionucléides du groupe dans cette denrée avant de comparer cette somme à la valeur réglementaire.

	Concentration dans une salade (Bq/kg)	Concentration à retenir pour le calcul NMA	Valeur NMA de référence (Bq/kg)
I131	3200	3200	2000
Cs134	750	} Σ = 1780	1250
Cs136	350		
Cs137	680		

PROCEDURES D'APPLICATION EN CAS D'ACCIDENT NUCLEAIRE

Au niveau européen, la Commission adopte très rapidement un règlement rendant applicables les NMA pendant une durée maximale de 3 mois. Dans un délai d'un mois à partir du règlement initial, elle adopte un nouveau règlement confirmant ou adaptant les valeurs initiales à partir des avis d'experts et des normes de base de la radioprotection afin de maintenir aussi basse que possible toute exposition et de protéger la santé publique.

En France, à la sortie de la phase d'urgence, les NMA sont pris en compte pour la définition de la zone de surveillance renforcée des territoires [Cf. FICHE 2.6].

HYPOTHESES ET REGLES DE CALCULS

Les valeurs énoncées dans la réglementation sur les NMA sont fondées sur l'évaluation de la dose par ingestion découlant de la consommation des denrées contaminées et la prise en compte de :

- 19 radionucléides susceptibles d'être rejetés en cas d'accident affectant un réacteur à eau sous pression, regroupés en 4 catégories en fonction de leur radiotoxicité et de leur période radioactive.
- 3 classes d'âge pour la population (1 an, 10 ans, adultes).
- 5 groupes d'aliments principaux (produits laitiers, viande, céréales, légumes et fruits, eaux et autres boissons).
- pour chaque classe d'âge, un régime alimentaire représentatif d'un comportement alimentaire européen moyen, tenant compte des groupes d'aliments.
- un facteur correctif de 0,1 traduisant la prise en compte de la décroissance de la contamination dans le temps et dans l'espace, et l'impossibilité de trouver simultanément tous les aliments au niveau maximum de radioactivité dans une ration alimentaire donnée.

REGLEMENTATION RELATIVE A L'EXPORTATION AU NIVEAU EUROPEEN

Le règlement (CEE) n° 2219/89 du Conseil du 18 juillet 1989, fondé sur le traité CEE, fixe les conditions particulières d'exportation des denrées alimentaires et des aliments pour le bétail produits au sein de l'Union Européenne vers des pays tiers, après un accident nucléaire ou dans tout autre situation d'urgence radiologique. Pour le Conseil, il ne serait pas acceptable de permettre l'exportation vers des pays tiers de produits dont le niveau de contamination dépasserait les niveaux maximaux admissibles applicables aux produits destinés à la consommation dans la Communauté (Cf. Règlements EURATOM 3954/87, 944/89 et 770/90).

LE CODEX ALIMENTARIUS

La commission du *Codex Alimentarius* a adopté en 2006 des limites indicatives révisées (LIR) pour les radionucléides dans les aliments à la suite d'une contamination nucléaire accidentelle. Il s'agit ici de recommandations internationales. Ces limites s'appliquent uniquement aux radionucléides qui contaminent les aliments faisant l'objet d'un commerce international à la suite d'un accident nucléaire ou d'un événement radiologique et ne concernent pas les radionucléides naturellement présents dans les denrées alimentaires. Elles restent applicables pendant un an après l'accident nucléaire. Les règles d'utilisation sont les mêmes que pour les NMA.

Limites indicatives révisées pour les radionucléides dans les denrées alimentaires contaminées du fait d'un accident nucléaire ou d'un événement radiologique pour l'emploi dans le commerce international (2006) - rapport ALINORM 06/29/12.

Règles d'utilisation : pour un groupe de radionucléides et une denrée alimentaire donnés, il convient de sommer les concentrations de tous les radionucléides du groupe dans cette denrée avant de comparer cette somme à la valeur réglementaire	Limites indicatives (Bq/kg)	
	Aliments pour nourrissons*	Autres aliments
^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am	1	10
^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{129}I , ^{131}I , ^{235}U	100	100
$^{35}\text{S}^{**}$, ^{60}Co , ^{89}Sr , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{192}Ir	1 000	1 000
$^3\text{H}^{***}$, ^{14}C , ^{99}Tc	1 000	10 000

* Lorsqu'ils sont destinés à cet usage.

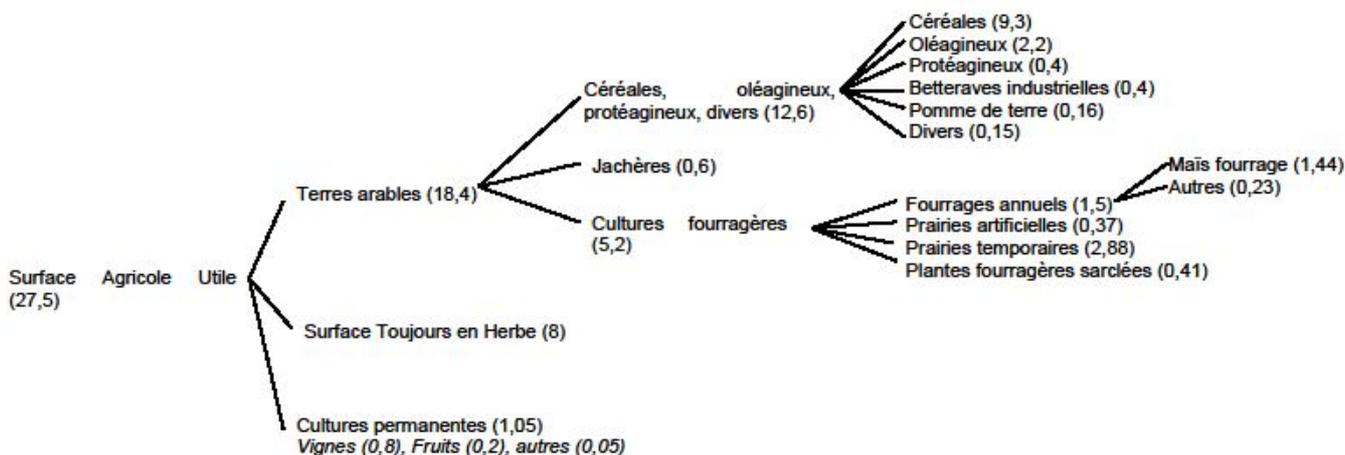
** Ceci correspond à la valeur pour le sulfure (organiquement lié)

*** Ceci correspond à la valeur pour le tritium (organiquement lié)

Eléments sur la filière Grandes cultures

QUELQUES ELEMENTS SUR LE FONCTIONNEMENT DE LA FILIERE

Les surfaces cultivées, notamment les grandes cultures, représentent une part importante de la surface du territoire.



Source : AGRESTE Statistique agricole annuelles 2010
Unité en millions d'hectares

Figure 1 : Les surfaces en France en 2010

Les principales grandes cultures françaises occupent des surfaces importantes (Cf. figure 2). Parmi elles, les céréales occupent une place prépondérante, contrairement aux cultures de protéagineux et de pommes de terre. Avec le développement des biocarburants, les surfaces en oléagineux (colza notamment) ont augmenté au cours des dernières années.

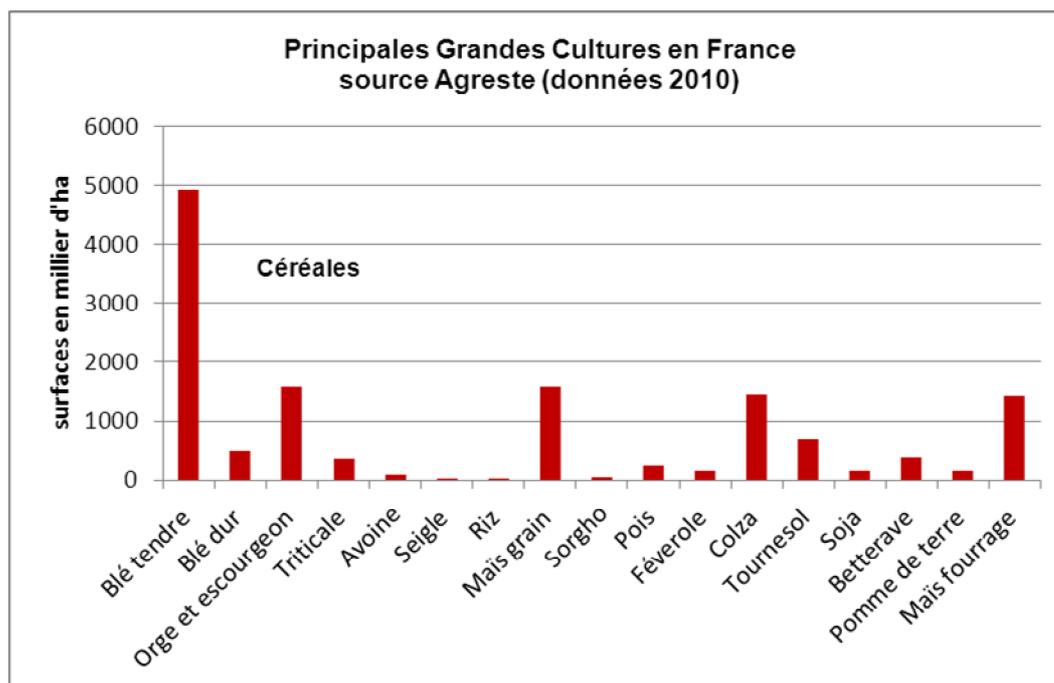


Figure 2 : Surfaces occupées par les grandes cultures

LA PRODUCTION DE CEREALES

Les **céréales** occupent une place importante dans l'agriculture française, tant en surfaces de culture qu'en valeur. Plus d'un quintal de blé sur deux est exporté, ce qui est une particularité en Europe et qui fait de la France un important exportateur au plan mondial.

De nombreuses espèces de céréales sont cultivées en France comptant chacune plusieurs variétés. Les espèces les plus produites en France sont le blé (semé en automne), le maïs, l'orge d'hiver, l'orge de printemps et les céréales dites « secondaires » comme le blé dur, le triticale (hybride du seigle et du blé qui remplace le seigle dans les zones difficiles), l'avoine, le sorgho, le seigle, le riz...

L'espèce et la variété sont choisies en fonction de la situation géographique

(le maïs demande plus d'eau que le blé), de la rotation et des débouchés. Parmi ceux-ci, citons les industries alimentaires pour les humains (meunerie, semoulerie, malterie...), l'industrie de l'alimentation animale et l'alimentation fermière des animaux. L'alimentation animale est le premier poste d'utilisation des céréales en France avec une consommation de blé deux fois plus importante que l'alimentation humaine.

LA PRODUCTION D'OLEAGINEUX

Les oléagineux sont essentiellement issus des cultures de colza et de tournesol et, dans une moindre mesure, par le soja et le lin oléagineux. Les graines oléagineuses produites en France ne sont pas consommées telles quelles mais subissent systématiquement une transformation. La principale transformation industrielle des graines oléagineuses est la trituration qui permet d'obtenir de l'huile brute (qui subit ensuite généralement un raffinage) utilisée pour l'alimentation humaine ou pour des débouchés industriels (biocarburant, autres...) et du tourteau qui est la fraction déshuilée, riche en protéines et valorisée pour l'alimentation animale.

La culture oléagineuse la plus importante sur le territoire français est le colza. La surface cultivée a nettement augmenté et couvre 1,5 millions d'hectares sur la période 2008-2011. Son principal débouché est le biocarburant (2/3 de la production), puis vient l'alimentation humaine (huile raffinée) et l'alimentation animale (tourteaux).

Le tournesol est la deuxième culture oléagineuse en France. Elle couvre 650 000 ha. L'huile de tournesol est principalement destinée à l'alimentation humaine, mais également à des débouchés non alimentaires (biocarburants, oléochimie). Les tourteaux sont destinés à l'alimentation animale. Une faible part du tournesol non trituré est utilisée pour l'alimentation humaine sous forme de graines entières (« tournesol de bouche ») et l'oisellerie.

La surface de soja cultivée en France est de l'ordre de 35 000 à 45 000 ha, avec des débouchés pour l'alimentation humaine (soyfood) et animale sous forme de graines entières traitées thermiquement (extrusion, toastage...).

Le lin oléagineux est cultivé en France sur 18 000 ha. Il est destiné principalement à l'alimentation animale sous forme de graines entières pour les filières animales de qualité, mais également à l'alimentation humaine (sous forme de graines entières). Enfin une faible partie est destinée à la trituration pour la production d'huile (alimentation humaine et usages non alimentaires) et de tourteaux (alimentation animale).

LA PRODUCTION DE BETTERAVES

La betterave industrielle est cultivée dans environ 26 000 exploitations dans le nord du bassin parisien, en Alsace et en Limagne, soit 29 départements. La surface totale cultivée varie de 320 000 à 400 000 ha selon les années, soit moins de 2 % de la Surface Agricole Utile (SAU) nationale. L'irrigation concerne moins de 10 % des surfaces (Beauce, Gâtinais). La surface moyenne par exploitation est de 14 ha. Chaque année, plus de 30 millions de tonnes de racines sont acheminées vers 25 sucreries et sucreries-distilleries où sont fabriquées plus de 3 millions de tonnes de sucre alimentaire, 8,9 millions d'hectolitres d'alcool et plus de 1,3 millions de tonnes de pulpes (en matière sèche) utilisées pour l'alimentation animale. La production de sucre et d'alcool génère des coproduits (écumes, vinasses, mélasses) valorisés pour l'alimentation animale ou comme engrais et amendement. Le rayon moyen d'approvisionnement d'une usine est de 20 km. La filière emploie directement près de 45 000 personnes. Son chiffre d'affaire est de plus de 3 milliards d'euros.

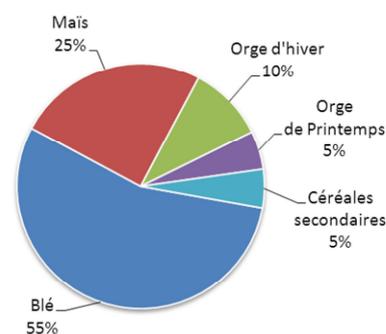


Figure 3 : Contribution des espèces à la production totale de grains de céréales en France

Les betteraves sont semées au printemps, en mars et avril, et récoltées de la mi-septembre à la mi-décembre. La campagne de transformation en usine commence mi-septembre et se termine en janvier. La betterave est généralement cultivée dans des sols profonds et possède un enracinement puissant et profond. Les rendements en racines sont régulièrement supérieurs à 75 t/ha, ce qui correspond à une production de plus de 13 tonnes de sucre par hectare.

LA PRODUCTION DE PROTEAGINEUX

Les **protéagineux** sont surtout représentés par le pois et la féverole. Les surfaces de lupins sont anecdotiques. Les pois peuvent être récoltés sous forme de fourrage pour les ruminants. Ils peuvent être récoltés sous forme de grains pour l'alimentation humaine (à forte humidité correspondant à une récolte précoce pour les pois de conserve, et à faible humidité pour les pois secs) et animale. Dans ce cas, les variétés sont différentes pour répondre à des critères de qualité propres à chaque débouché (tendreté pour l'alimentation humaine et rendement pour l'alimentation animale).

LA PRODUCTION DE POMMES DE TERRE

La **pomme de terre** est cultivée dans toutes les régions de France, mais plus particulièrement dans les régions Nord-Pas-de-Calais, Picardie et Champagne-Ardenne. En France, sur environ 29 millions d'hectares de surface agricole utile (SAU) dont 18 millions de terres arables, les superficies consacrées à la culture de la pomme de terre couvraient, en 2010, environ 160 000 ha pour une production de l'ordre de 6 600 000 tonnes.

La diversité des climats et des sols français autorise tous les types de production : plants de pommes de terre (450 000 t ; 17 000 ha), pommes de terre de primeur (155 000 t ; 7 000 ha), pommes de terre de conservation (4 900 000 t ; 115 000 ha), pommes de terre féculières (990 000 t ; 20 000 ha).

Les plants de pommes de terre

Les plants de pommes de terre destinés à la reproduction sont cultivés principalement dans les régions qui bénéficient de conditions écologiques favorables au maintien de leur bon état sanitaire : les départements côtiers du Nord, la Bretagne et certaines zones du Centre de la France. Aujourd'hui la quasi-totalité des plants de pommes de terre sont conservés en bâtiments isothermes ventilés ou (cas de plus en plus fréquents) en chambres froides réfrigérées à des températures de l'ordre de 2°C à 4°C. Selon les destinations, la commercialisation se déroule entre l'automne (exportation) et les dernières plantations de l'année suivante.

Les pommes de terre de consommation

La grande majorité des pommes de terre de consommation est destinée à l'alimentation humaine, soit à l'état frais, soit après transformation. On distingue, selon la date de récolte, les pommes de terre de primeur et les pommes de terre de conservation.

Les pommes de terre de primeur

En culture de plein champ, maraîchage et en cultures associées ou dérobées, les pommes de terre de primeur, appelées également nouvelles, sont récoltées avant maturité, alors qu'elles sont encore souvent peuleuses, et commercialisées avant le premier août. Elles sont produites dans des zones où le climat est relativement clément et où les terres, souvent légères, se réchauffent rapidement. Les principales régions de production de primeurs sont l'Ouest (Bretagne, Basse-Normandie, Pays de la Loire), l'Aquitaine et le Sud-Est (Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur). La récolte débute en Provence et dans les Iles de l'Atlantique début mai ; elle atteint son optimum dans le sud de la France entre le 15 mai et le 15 juin. En Bretagne, elle est effectuée essentiellement de la fin mai à la fin juin. Les autres cultures prennent ensuite le relais.

Les pommes de terre de conservation

Les pommes de terre de conservation sont récoltées après avoir atteint leur maturité naturelle ou après défanage, entre août et octobre.

Grâce à leur peau bien subérisée, elles peuvent être conservées jusqu'en mai-juin, voire juillet de l'année suivante, à condition toutefois de les maintenir à des températures relativement basses (de 4°C à 10°C, selon la variété et l'utilisation), dans des bâtiments isothermes ventilés par l'air extérieur ou plus récemment avec un appoint d'air réfrigéré, et en utilisant un produit inhibiteur de la germination. Elles sont produites dans toutes les régions, mais essentiellement dans le Nord-Pas-de-Calais et en Picardie, là où sont implantées les usines de transformation. Les autres régions importantes sont Champagne-Ardenne, Centre et Haute-Normandie.

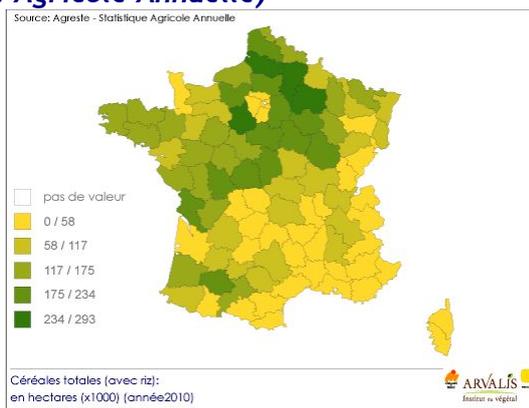
La grande majorité des pommes de terre de conservation est consommée « en l'état » [35 à 40 kg par habitant et par an (y compris les pommes de terre de primeur)] mais avec une forte progression de l'utilisation des produits transformés : frites surgelées, chips, produits déshydratés, produits stérilisés et pasteurisés, soit environ 25 kg par habitant et par an. Actuellement, environ 1,1 million de tonnes de pommes de terre sont destinées à l'industrie de transformation. Enfin, pour une part grandissante, 1,2 million de tonnes en moyenne sont exportées, principalement vers l'Espagne, le Portugal et l'Italie.

Les pommes de terre féculières

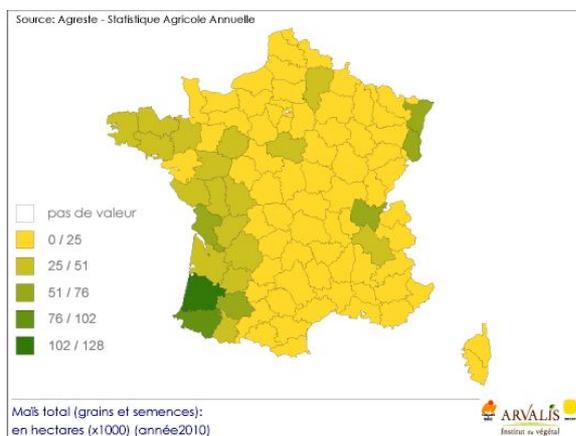
La production de pommes de terre féculières est concentrée dans les régions Nord-Pas-de-Calais, Picardie et Champagne. Pour des raisons économiques, un fort pourcentage de la production est encore stocké dans des silos en plein air, ventilés par convection naturelle en attendant la livraison à l'usine entre octobre et janvier.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES GRANDES CULTURES EN FRANCE (ANNEE 2010)

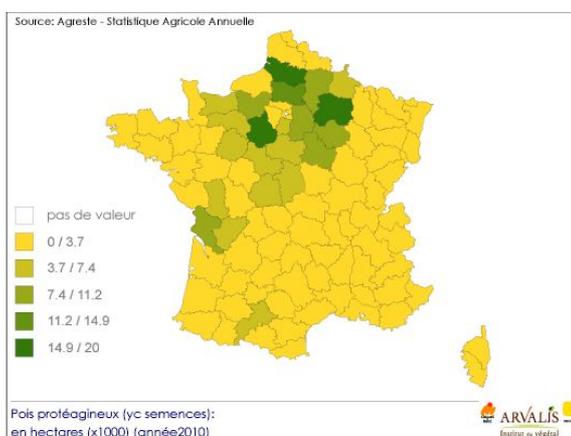
(Source Agreste - Statistique Agricole Annuelle)



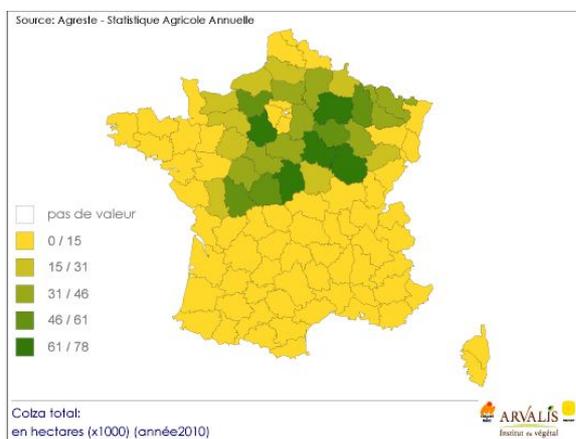
Céréales totales (en milliers d'ha)



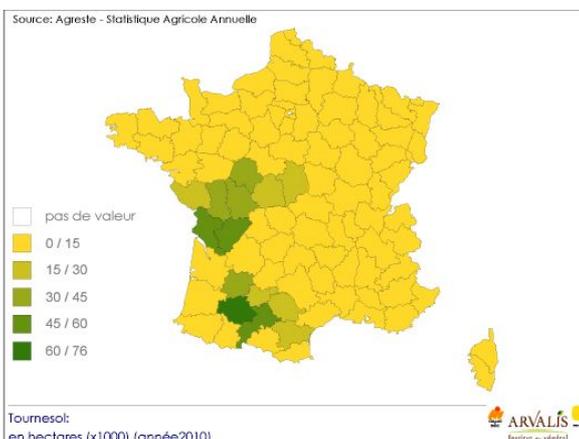
Maïs (grain et semences) (en milliers d'ha)



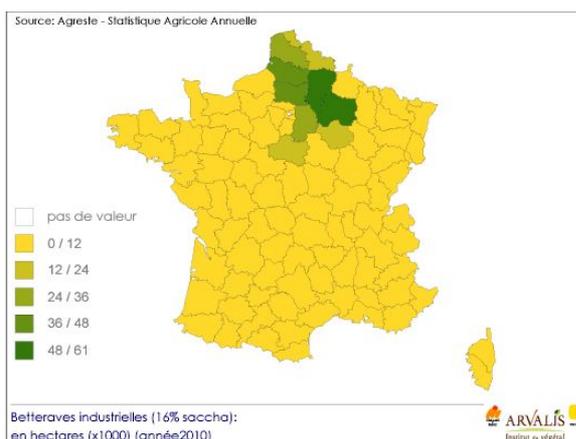
Pois protéagineux (en milliers d'ha)



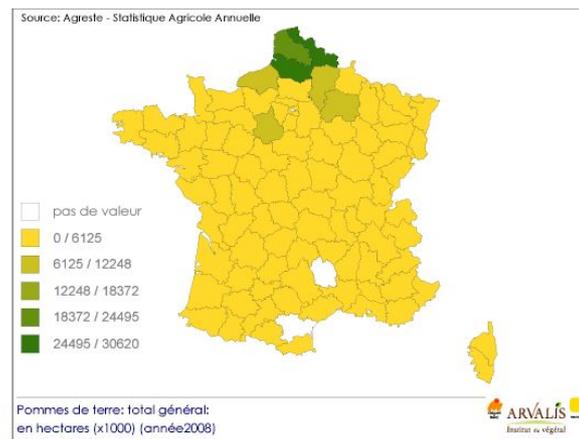
Colza total (en milliers d'ha)



Tournesol (en milliers d'ha)



Betteraves industrielles (en milliers d'ha)



Pommes de terre (en ha)

GENERALITES SUR LA CONDUITE DES GRANDES CULTURES EN FRANCE

LA PRODUCTION DE CEREALES

Le cycle de la culture des céréales comporte plusieurs phases :

- la **préparation du sol** : elle est réalisée traditionnellement par un labour, mais elle se fait de plus en plus souvent par des techniques de travail du sol simplifiées permettant une implantation plus rapide mais nécessitant toutefois un matériel spécifique ;
- le **semis** : la date dépend de l'espèce et du lieu. Ainsi, la plupart des céréales à paille (blé, orge, triticale, avoine, seigle...) sont semés à l'automne, à partir du mois d'octobre, et pendant l'hiver. L'orge de printemps est semée en fin d'hiver tandis que le maïs et le sorgho sont semés au printemps, à partir du mois d'avril.

Le choix de l'espèce et de la variété se raisonne en fonction de la situation géographique de la rotation et des débouchés. Le semis est suivi par la levée et le début du développement des plantes ;

- la **croissance des tiges et des feuilles** : cette phase correspond à la croissance des organes végétatifs qui vont couvrir une part importante de la surface du sol ;
- l'**épiaison** (apparition des épis) suit cette phase de croissance et est suivie de la fécondation qui donne naissance aux grains. Les substances photosynthétisées par les tiges et les feuilles permettent le remplissage des grains en substances de réserve ;
- la **maturité physiologique des grains** : elle est atteinte lorsque ceux-ci arrêtent d'accumuler des réserves. Ce stade de maturité est suivi par une perte en eau. La récolte se fait lorsque la teneur en eau des grains est suffisamment faible pour qu'ils se conservent (cas des céréales à paille) ou lorsque cette teneur ne diminue plus (cas du maïs et du sorgho). La récolte des céréales à paille s'échelonne entre fin juin (blé et orge dans le sud de la France) et juillet-août (blé dans le nord de la France). La date de récolte du maïs varie également selon la zone géographique mais aussi selon l'index de précocité de la variété. Elle est généralement comprise entre fin septembre et mi-décembre.

Une des raisons du développement important de la culture de céréales est le fait que les grains sont facilement manipulables et facilement conservables pendant plusieurs années lorsqu'ils sont stockés avec un taux d'humidité faible (en moyenne 15% d'humidité). Cette faible humidité est habituellement obtenue d'une façon naturelle au champ pour les céréales à paille, mais requiert une opération de séchage pour le maïs et le sorgho qui sont habituellement récoltés à 24-25 % d'humidité. Dans certains cas particuliers, les grains de céréales à paille sont récoltés humides (environ 20% à 22 %) mais néanmoins physiologiquement mûrs puis stockés après broyage dans des silos puis tassés. L'oxygène y est en partie remplacé par du gaz carbonique produit par la respiration, ce qui empêche le pourrissement : on parle « d'inertage ». Cette technique est utilisée pour l'alimentation animale. Les grains de maïs et de sorgho pour l'alimentation animale peuvent aussi être récoltés sans être séchés (mais ils doivent être tassés) : si l'humidité à la récolte est de l'ordre de 24 %, on parle de « grains inertés » et si l'humidité est de l'ordre de 36 %, on parle de « grains ensilés ». Dans ce dernier cas, c'est l'acide lactique produit qui assure la bonne conservation. Pour l'ensilage de maïs grain pour les animaux, il faut signaler une technique particulière qui consiste à récolter non seulement les grains, mais aussi une partie de la rafle (en dérégulant un peu la moissonneuse-batteuse). Cette technique est peu répandue en France.

Les céréales peuvent aussi être récoltées immatures. Dans ce cas, la récolte concerne la plante entière et non plus les grains seuls, et est destinée à alimenter des ruminants (du fait que la plante entière contient plus de fibres que les grains seuls et que les ruminants peuvent consommer des rations plus fibreuses que les porcs et les volailles). La récolte peut être donnée aux animaux directement après la coupe ou être conservée ensilée. Pour éviter l'ambiguïté associée au terme « ensilage », on parle d'ensilage de maïs plante entière, d'ensilage de blé plante entière. Cette pratique concerne surtout le maïs (qui couvre à peu près autant de surface que le maïs grain) mais commence à concerner le blé. Elle ne nécessite pas de variété particulière. Un producteur-éleveur peut avoir l'objectif de récolter sous forme de plantes entières ou sous forme de grains et changer d'avis en cours de culture (par exemple, en cas d'attaque de fusariose ou en cas de consommation précoce des réserves pour les animaux, un producteur-éleveur peut décider de détourner une culture destinée à produire des grains à commercialiser pour récolter un fourrage pour ses ruminants). Cependant, ce

changement d'orientation ne peut pas se faire à n'importe quelle période ; un changement tardif n'est pas recommandé car la plante entière est beaucoup trop riche en fibres dures (ce qui empêche un bon tassement des silos et donc une bonne conservation ; par ailleurs, plus la plante est vieille, plus elle est riche en lignine ce qui diminue sa valeur alimentaire). Une récolte à 30 % de matière sèche dans le maïs plante entière est un objectif.

LA PRODUCTION D'OLEAGINEUX

La production de colza

Le colza produit en France est quasiment exclusivement du type colza d'hiver.

Le labour n'est pratiqué que sur 50 % des surfaces cultivées en moyenne (2010) et ce chiffre est en diminution, en particulier dans le sud-ouest où il ne concerne que 10% des surfaces. La pratique du semis direct (sans aucun travail du sol en interculture) reste marginale (1% des surfaces de colza à l'échelle nationale en 2010). La pratique du non-labour (par un travail du sol superficiel ou profond en interculture, sans retournement) se développe de plus en plus.

Le colza est semé pendant la deuxième quinzaine d'août (nord de la France) et la première quinzaine de septembre (sud). La floraison commence entre fin mars et fin avril selon les régions. Elle dure de 3 à 5 semaines selon les conditions climatiques. La maturité physiologique (fin d'accumulation de matière sèche dans les graines) intervient lorsqu'une teneur en eau des graines voisine de 35 % est atteinte (juin). Une particularité de cette culture est que ses feuilles sénescentes se détachent des tiges et tombent toutes au sol tout au long du cycle (de novembre à juin). Le colza est récolté en juin (sud de la France) et en juillet, lorsque les graines atteignent une teneur en eau permettant leur conservation (9% à 10% d'humidité). Les graines se forment à l'intérieur des siliques.

La production de tournesol

Globalement, 72% des surfaces sont labourées avant le semis du tournesol (2009). En l'absence de labour, un travail du sol profond est majoritairement pratiqué dans le sud-ouest et l'Auvergne. Dans les autres régions, le travail superficiel est aussi souvent pratiqué que le travail profond. La pratique du semis direct reste encore très marginale (1 % en 2009).

Le tournesol est une culture de printemps, semée en avril-mai. La floraison a lieu en juillet. Elle dure environ 2 semaines à l'échelle d'une parcelle. La maturité physiologique (fin d'accumulation de matière sèche dans les graines) intervient lorsqu'une teneur en eau des graines voisine de 40 % est atteinte (août). Le tournesol est récolté de fin août à fin septembre selon les années et les régions, lorsque les graines atteignent une teneur en eau permettant leur conservation (8% à 9% d'humidité). Les graines sont regroupées sur des capitules.

La production de soja

Le soja est une culture de printemps. Il est semé en avril-mai et récolté en octobre. Les graines se forment à l'intérieur de gousses.

LA PRODUCTION DE PROTEAGINEUX

La culture des pois et des féveroles ressemble à celle des céréales. La plupart des surfaces sont semées au printemps. Seuls quelques pourcents de la sole sont cultivés pour la production de pois d'hiver. La récolte intervient un peu avant celle des blés.

LA PRODUCTION DE POMMES DE TERRE

Selon la zone et le type de production, les dates de plantation s'échelonnent de janvier à février (pommes de terre primeur les plus précoces) à la fin mai, l'essentiel étant réalisé entre la mi-mars et la fin avril. La durée du cycle végétatif est très variable. A titre indicatif, elle est de 70 à 150 jours en France : elle dépend de l'état physiologique des tubercules qui sont plantés, de l'ensemble des facteurs agroclimatiques, des variétés utilisées et du type de production. La culture est le plus souvent réalisée en buttes de 75 cm à 90 cm d'écartement mais aussi (plants, pommes de terre de consommation à chair ferme) en planches ou en billons dans le but d'obtenir une meilleure

répartition des plantes. L'irrigation a été beaucoup développée au cours de ces 15 dernières années. En France, le taux d'irrigation est de l'ordre de 37%, soit 4% des surfaces irriguées, tous types de cultures confondus. Environ 80% des surfaces de pommes de terre irriguées sont situés dans les régions Picardie, Champagne-Ardenne, Centre et Nord-Pas-de-

Calais. Le taux d'irrigation est plutôt faible dans la région Nord-Pas-de-Calais (8% à 25 %). Il est moyen en Picardie (42% à 51%) et dans la Marne (36%) et très élevé dans la région Centre et dans l'Aube (supérieur à 80%). A l'exception des pommes de terre de primeur, commercialisées dès la récolte (avant le 31 juillet), tous les autres types sont susceptibles d'être conservés pendant une période pouvant aller de quelques semaines à plus de 8 à 10 mois.

QUELQUES CRITERES TECHNIQUES CONCERNANT LES GRANDES CULTURES EN FRANCE

REPERES TEMPORELS SUR LA CONDUITE DES CULTURES

Préparation du sol	Labour ou travail de sol simplifié (avant le semis)												
Semis													
<i>Céréales à paille (sauf orge et avoine de printemps)</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Orge et avoine de printemps, maïs, pois, féverole, tournesol, soja</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Pommes de terre</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Colza</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Betterave</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Récolte													
<i>Céréales à paille (blé, orge, etc.), colza</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Maïs ensilage, tournesol</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Maïs grain, soja</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Pois et féverole</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Pommes de terre primeur</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Pommes de terre de conservation</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Betteraves</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	

ORDRES DE GRANDEUR DES PRODUCTIONS DES CULTURES

Cultures	Rendements
Blé	60 à 120 q/ha (entre 13% et 16% d'humidité) à 75-78 kg/hl 5 à 8 t MS/ha de paille (9 à 10% d'humidité) à 100-150 kg/m ³
Orge	60 à 80 q/ha (entre 13% et 16% d'humidité) à 60-71 kg/hl 4 à 5 t MS/ha de paille (9 à 10% d'humidité) à 100-150 kg/m ³
Maïs grain	70-110 q/ha (14 à 15% après séchage, la récolte étant effectuée à 25%) 70-76 kg/hl
Maïs ensilage (plante entière)	12 à 18 t MS*/ha (à 30 % d'humidité environ)
Pois et Féverole	35-50 q/ha (14 à 15% d'humidité) à 75-84 kg/hl 4-5 t MS/ha de paille (9 à 10% d'humidité) à 100-150 kg/m ³
Pomme de terre conso et féculerie	35-55 t/ha (brut) à 90 kg/hl
Colza	20 à 50 q/ha (entre 8% et 10% d'humidité)
Tournesol	10 à 40 q/ha (entre 7% et 9% d'humidité)
Soja	25 à 40 q/ha en culture irriguée 20 à 30 q/ha sans irrigation (12% à 14% d'humidité) à 68-78 kg/hl

*MS : matière sèche

Remarque : pour les céréales, la biomasse est maximale environ un mois avant la récolte. Passé ce stade, on observe une diminution de la biomasse verte par dessèchement du pied.

Eléments sur la filière des fruits et légumes

QUELQUES ELEMENTS SUR LE FONCTIONNEMENT DE LA FILIERE

La filière des fruits et légumes repose sur des exploitations dont les modes de production sont très diversifiés.

La **production de légumes frais** (plus de 40 espèces) est un secteur d'activité très diversifié. Cette production représente près de 246 000 ha de légumes, sur moins de 1 % de la superficie agricole utilisée (données CTIFL, source Agreste SAA 2010). Les circuits de commercialisation des légumes peuvent être locaux, nationaux, voire européens. Les haricots verts représentent près de 28 000 ha, le chou-fleur près de 23 000 ha et les carottes et les navets ou encore la salade représentent près de 15 000 ha en France (données CTIFL, source Agreste SAA 2010).

On peut distinguer trois modes de culture pour les légumes :

- les cultures de plein air, qui sont dominantes : 93 % des producteurs de légumes pratiquent ce mode de cultures, ce qui représente 91 % des surfaces légumières développées ;
- les cultures sous abris bas, qui concernent 17 % des exploitants et 5 % des superficies légumières totales ;
- les cultures sous abris hauts, présentes dans 20 % des unités, pour une surface qui représente un peu plus de 3 % des surfaces légumières totales. 4 % des producteurs de légumes sont des serristes purs.

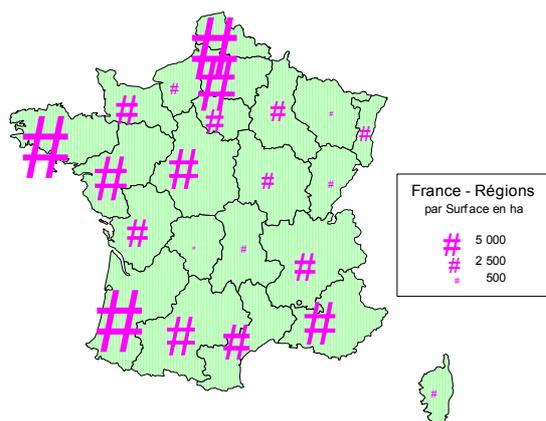
La **production de fruits** est également un secteur d'activité très diversifié. Elle repose sur la culture d'une dizaine d'espèces cultivées en vergers (poire, pêche, prune, abricot, cerise, kiwi, noix, agrumes). Les produits sont destinés à la vente en frais, mais également, pour certains spécifiquement, à la transformation (pêche Pavie, bigarreau d'industrie, pruneau, etc.). On compte près de 165 000 ha de vergers (ce qui correspond à moins de 1 % de la SAU) dont 40 000 ha de vergers de pomme, 14 000 ha de vergers de fruits à noyaux (abricots et pêches, nectarines) et, respectivement, 9 000 ha et 7 000 ha de vergers de cerises et de poires (données CTIFL, sources Agreste SAA 2010).

Près d'un tiers des exploitations fruitières ont moins d'un hectare de vergers, mais elles ne détiennent que 3 % des surfaces totales. A l'opposé, 16 % des unités ont plus de 10 ha et cultivent les deux tiers des vergers en France.

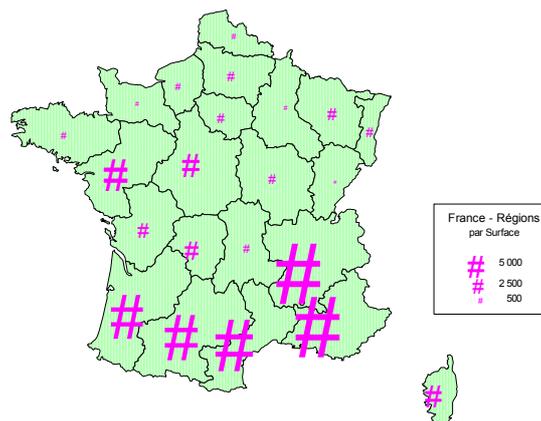
Les structures de production diffèrent beaucoup d'une espèce à l'autre. Ainsi les vergers de plus de 10 ha représentent respectivement 68 % des surfaces de pommiers, 63 % des surfaces d'agrumes, 60 % des surfaces de pêcheurs et 54 % des surfaces de pruniers d'Ente. Pour ces 4 espèces, la prépondérance des grands vergers va de pair avec une tendance à la monoculture fruitière. En revanche, les vergers de poiriers, pruniers de table, abricotiers, cerisiers, kiwis et noyers dépassent rarement 10 ha et sont souvent associés à d'autres cultures, fruitières ou agricoles.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES PRODUCTIONS DE FRUITS ET LEGUMES EN FRANCE

Des productions de fruits et légumes sont présentes sur tout le territoire français, même si ces cultures spécialisées sont plus importantes dans certains départements. La figure ci-dessous présente les surfaces en production légumière ou fruitière dans les différentes régions françaises.



Surfaces légumières par région en 2005
(légumes frais et transformés)



Surfaces fruitières par région en 2005
(fruits frais)

GENERALITES SUR LA CONDUITE DES PRODUCTIONS LEGUMIERES EN FRANCE

LA PRODUCTION LEGUMIERE EN FRANCE

Les serres verre

Des serres verre sont présentes dans des exploitations hautement spécialisées qui constituent des unités de quelques hectares (2 à 10). Ces équipements permettent une gestion commandée par ordinateur de l'ambiance et de l'irrigation. Ce sont des investissements lourds (de l'ordre de 150 €/m²).

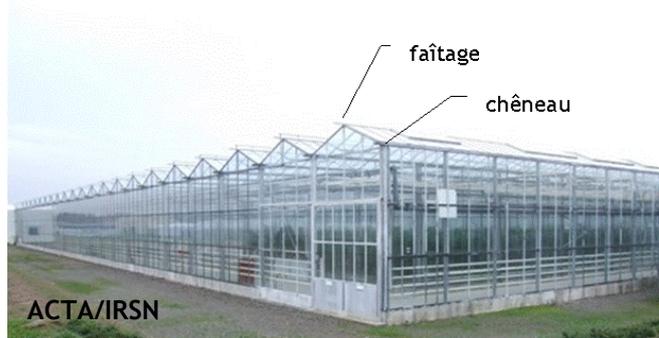
Les serres verre sont chauffées au gaz ou fioul lourd. Quelques unités présentes près de centrales nucléaires récupèrent l'eau chaude de refroidissement (Chinon, Saint-Laurent-des-Eaux, Dampierre-en-Burly...).

Ces serres "multichapelle" ont une hauteur sous chênneau de 4,5 m. Les chapelles sont larges de 8 m ou 9 m. Les allées sont généralement bétonnées ce qui facilite la circulation des engins mus électriquement.

Elles abritent des cultures hors sol sur pains de laine de roche ou substrat organique posés sur un sol nivelé, tassé et recouvert d'un film polyéthylène de 80 µ d'épaisseur. Des chariots élévateurs permettent de réaliser toutes les opérations culturales : effeuillage, ébourgeonnage, palissage, récoltes, etc.

En fin de culture (novembre), la végétation est évacuée (vers le compostage) ainsi que les ficelles, les sacs de laine de roche (recyclage possible) et le film au sol. L'ensemble de la structure est alors désinfecté à l'aide de fongicides ou de bactéricide et d'insecticide avant remise en culture fin novembre ou début décembre.

Pour éviter les températures excessives en été (surtout dans le sud), plusieurs techniques peuvent être utilisées : blanchiment des vitres à la chaux, aspersion d'eau sur les toitures, brumisation à l'intérieur des serres.



Calendrier des principales productions produites sous serres verre

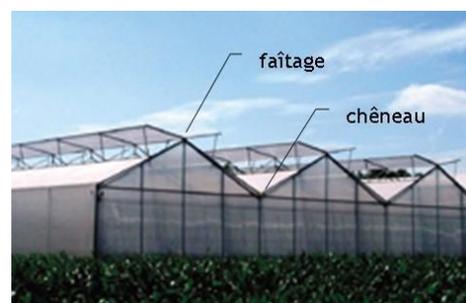
- plantation : fin novembre début décembre
- récolte :
 - tomate : de février à octobre (rendement en fruits = 50 kg/m²)
 - concombre : de janvier à octobre (rendement = 60 kg/m²)
 - poivron : de mars à octobre (rendement = 25 à 30 kg/m²)
 - aubergine : de mars à octobre (rendement 35 kg/m²)

Les serres plastique

Les serres plastique sont des équipements moins onéreux que les serres verre. Elles présentent une hauteur sous chênneau de 2,5 m, les chapelles mesurent 8 m ou 9 m de large. L'aération est continue au faîtage. Le film plastique utilisé (de 200 µ d'épaisseur) a une durée d'utilisation limitée (4 à 5 saisons).

Ces serres sont conçues de manière à optimiser l'ambiance à l'intérieur des serres. Il existe des serres à double paroi (dites « gonflables ») pour économiser l'énergie. Elles sont généralement implantées dans le sud (car les parois engendrent une perte de lumière) et abritent très souvent des cultures hors sol comme les serres verre, avec des résultats techniques un peu inférieurs.

Il existe également des serres plastique avec chauffage antigel (gaz ou fioul léger) et culture en terre avec irrigation par aspersion et goutte-à-goutte. Les successions de cultures sont généralement les suivantes : une ou deux cultures de **salades** en hiver (octobre à mars), suivies d'une culture de **tomates (ou concombres, poivrons...)** de mars à fin septembre. Les rendements sont deux à trois fois inférieurs à ceux obtenus dans les serres verre.



Les tunnels plastique

Les tunnels plastique sont de diverses dimensions. Ils sont définis par leur largeur (qui conditionne aussi leur hauteur et la possibilité ou non de les déplacer). On trouve des largeurs de 4 m à 9 m, des longueurs de 50 m à 100 m. Les bâches de ces abris (d'une épaisseur de 150 µ à 200 µ) sont changées toutes les 5 ou 6 saisons. Plus les tunnels sont larges, plus les performances techniques sont bonnes car les équipements (chauffage antigel, irrigation, aspersion et goutte-à-goutte, aérations plus ou moins mécanisées) sont meilleurs (investissements plus importants).



De tels abris sont souvent présents chez les maraîchers qui produisent aussi en plein air, ce qui leur permet d'étaler leurs calendriers de production. Les tunnels permettent la production des plants en motte ou godet pour les cultures sous abri ou de plein air.

Les productions les plus courantes concernent les **salades** (surtout en automne, en hiver, au début de printemps), la **tomate**, la **courgette** précoce, le **poivron**, l'**aubergine**, le **céleri en branche**, la **fraise**, l'**asperge verte**, les légumes en botte de type **radis**, **navet**, **oignon blanc**, mais aussi des productions plus spécifiques comme les **plantes aromatiques** et **condimentaires**.

Les productions légumières de plein champ

Les légumes de plein champ rentrent dans des rotations avec des céréales. Le matériel utilisé en grande culture peut également être utilisé dans la conduite des cultures légumières (travail du sol, traitement, rotavator, girobroyeur, etc.). Cependant, certaines cultures nécessitent du matériel spécifique (parfois disponible en CUMA), tel qu'une butteuse, une billonneuse, une dérouleuse de film plastique de paillage, une arracheuse ou récolteuse de légumes, une remorque maraîchère (basse pour les caisses de récolte et le conditionnement au champ), une planteuse et un semoir de précision. Certaines productions sont conduites en hiver sous des abris bas, dits chenilles ou tunnels nantais. Cette pratique est très localisée à la région nantaise.

MATERIELS, EQUIPEMENTS ET INSTALLATIONS SPECIFIQUES DES EXPLOITATIONS LEGUMIERES

Le matériel de récolte est constitué de palox en bois ou en plastique ou de caisses en plastique plus ou moins spécifiques aux différents produits. Les exploitations disposent de stocks de plastique pour le paillage, la couverture des tunnels (les besoins pour la saison), des bâches pour les silos (betterave potagère, céleri rave), des engrais en sacs sous hangar (les citernes pour les engrais liquides sont assez rares), des emballages pour le conditionnement sous hangar (protection contre la pluie).

Certaines exploitations disposent également de matériels de conditionnement : les produits peuvent être livrés bruts de cueille à l'usine ou à la station de conditionnement (coopérative ou privée), avec parfois un prétri à la ferme, ou conditionnés à la ferme pour être prêts à la vente. Dans ce cas, les opérations sont effectuées dans un local plus ou moins fermé : lavage et épluchage (nécessité d'une grande quantité d'eau, pas souvent recyclée), triage, calibrage, bottelage, conditionnement, stockage au réfrigérateur (un à quelques jours).

QUELQUES CRITERES TECHNIQUES CONCERNANT LES PRODUCTIONS LEGUMIERES EN FRANCE

LEGUMES POUR LA CONSERVE FAISANT L'OBJET D'UN CONTRAT

Pour plus d'information s'adresser à UNILET, 45 avenue Paul Claudel, 80480 DURY LES AMIENS Tél. 03 22 45 41 09

	Semis ou plantation	Cycle cultural ou récolte	Rendement
haricot vert	semis de début mai à début août	60 à 80 jours	5 à 10 t/ha
haricot flageolet	semi de début mai à mi-juillet	90 à 100 jours	5 à 8 t/ha
petit pois	semis de mars à avril	récolte entre juin et juillet	5 t/ha
épinard	semis de mi-août à septembre	récolte entre octobre et novembre puis entre mars et avril (plusieurs coupes)	20 t/ha
céleri branche	plantation en mai	récolte en septembre	30 à 50 t/ha brut
tomate (dans le sud uniquement)	semis de mi-avril à mi-mai	récolte entre mi-août et fin septembre	brut en fruit : 100 t/ha avec tiges et feuilles au maximum de la végétation : 30 t/ha

LEGUMES POUR LE MARCHÉ DU FRAIS

	Etapes de la conduite	Compléments d'information
Betteraves potagères	Semis de mai à juin Récolte entre septembre et octobre Mise en silo ou au réfrigérateur	
Endives <i>(production de racines)</i>	Semis entre mai et juin Arrachage de septembre à novembre Stockage en réfrigérateur ou en silo Forçage en salles chauffées pour la production de chicons ou endives d'octobre à juin (3 semaines de forçage)	Rendement de 30 à 50 t/ha Rendement de 20 à 30 t/ha
Melons <i>- sous bâches ou chenilles plastiques</i> <i>- en plein champ</i>	Plantation : mi-avril Récolte en juillet Plantation de mi-mai à mi-juin Récolte de fin juillet à mi-septembre	Rendement brut de 20 à 30 t/ha de fruit et de 10 t/ha en tiges et feuilles Toutes les cultures sont conduites sur paillage plastique transparent (épaisseur 20 µ, largeur 1,20 m, soit 100 kg/ha)
Oignon jaune de conservation	Semis de mi-mars à mi-avril Récolte de mi-août à fin septembre Stockage en silo ventilé ou au réfrigérateur	Rendement brut de 100 t/ha
Courgettes <i>- cultures précoces dans le sud sous tunnels ou chenilles plastique</i> <i>- cultures de plein champ</i>	Plantation début avril Récolte de mi-mai à mi-juillet Plantation ou semis en mai Récolte de juillet à septembre	Rendement de 30 à 50 t/ha On estime à 35 t/ha quantité de biomasse (tiges et feuilles) au maximum de la végétation.
Poireaux <i>- poireaux primeur (Loire Atlantique)</i> <i>- poireaux d'automne hiver</i>	Semis ou plantation en octobre sous chenille plastique Récolte de mi-mai à juillet Plantation de mi-juin à fin juillet Récolte de mi-septembre à fin mars	Rendement de 50 t/ha Rendement de 20 à 40 t/ha
Salades vertes <i>(laitue, scaroles, batavia)</i>	Cycle des cultures suivant la saison (hiver sous abri) et l'espèce : 40 jours (en été) à 120 jours	Rendement 30 à 50 t/ha, film de paillage plastique noir de 25 à 35 µ, largeur : de 1,5 m à 6 m, poids : de 150 à 200 kg/ha
Asperges <i>Plante pérenne (durée 10 ans), tige souterraine (rhizome), racines descendant à 1 m de profondeur</i>	Récolte à partir de la troisième année sous butte de terre (asperge blanche) recouverte d'un film de paillage de mi-mars à mi-juin Végétation de mi-juin à mi-novembre Broyage et enfouissement des fanes sèches	Rendement 4 t/ha Paillage : épaisseur 25 à 35 µ, largeur 1,5 à 1,8 m, soit environ 150 kg/ha
Carottes <i>- carotte primeur souvent commercialisée en bottes (Loire Atlantique et Landes)</i> <i>- carotte de garde</i>	Semis de fin octobre à février (sous bâche ou chenille plastique) Récolte de début mai à mi-juillet Semis de mars à début juillet Récolte d'août à avril Conservation en terre avec buttage ou paille pour les protéger du gel ou en réfrigérateur	Rendement de 30 à 50 t/ha, Rendement 20 à 50 t/ha suivant les pertes hivernales Les semis hivernaux ou précoces sont recouverts de bâches soit polyéthylène perforé épaisseur 30µ pour un poids de 250 kg/ha, soit voile non tissé épaisseur 17 à 19 µ pour un poids de 150 à 200 kg/ha
Chou-fleur <i>- chou-fleur d'automne</i> <i>- chou-fleur d'hiver</i> <i>- chou-fleur d'été</i>	Semis en pépinière (souvent sous abri) Plantation 1 à 1,5 mois après Semis de mi-mai à mi-juin Récolte de septembre à décembre Semis de mi-mai à mi-juin Récolte de décembre à mai juin Semis sous abri et repiquage en mars ou avril Récolte juin à septembre	Rendements bruts de 50 à 70 t/ha
Fraisiers <i>- Fraisier de printemps</i> <i>- Fraisier remontant</i>	Plantation de mi-juin à fin juillet Montage des tunnels en janvier ou février Récolte d'avril à mi-juin (les cultures sont parfois gardées pour une deuxième année) Plantation entre octobre ou mars Montage des tunnels mi-juin Récolte de début juillet à mi-novembre (culture gardée en deuxième année avec production d'avril à fin septembre)	Cultures sur paillage plastique noir (épaisseur = 50 µ, largeur = 1,5 m soit 650 kg/ha), et (la plupart) sous tunnels légers (largeur = 4 ou 5 m), déplaçables. Un hectare de culture de fraise peut nécessiter par exemple 19 tunnels de 4 m de large et 100 m de long, avec bâche de 150 µ et 7 m de large soit 1900 kg/ha de polyéthylène (durée deux saisons). Après la récolte, les tunnels sont démontés et souvent transférés sur d'autres cultures.

QUELQUES PRODUCTIONS FRUITIERES SOUS ABRI

- **Fraise** : culture hors sol (appelée aussi jardins suspendus), sous serres plastique ou tunnels, chauffées ou non, 300 ha aujourd'hui en France.
- **Framboise** : les framboisiers sont le plus souvent produits sous abris (tunnels) permanents pour la framboise de printemps (production en mai et juin) ou temporaires pour la framboise remontante (production été ou automne et jusqu'en novembre). Cultivé en sol, le framboisier est une culture pluriannuelle (10 ans), qui nécessite en fin de cycle des rotations pour des raisons sanitaires. Il existe des productions hors sol dans des pots plastiques de 10 litres. La durée de culture est alors de 4 à 5 ans.

GENERALITES SUR LA CONDUITE DES VERGERS EN FRANCE

ROTATION

La durée de vie moyenne d'un verger est de 15 à 20 ans. Cependant, elle dépend de l'espèce cultivée et de l'exigence de renouvellement de la gamme variétale (par exemple, la durée de vie des vergers de châtaigniers, noyers, oliviers ou vignes est beaucoup plus longue).

PLANTATION ET TRAVAUX CULTURAUX : MATERIELS SPECIFIQUES

La mise en place d'un verger représente un investissement très lourd, les premières récoltes n'intervenant qu'après quelques années (variable suivant les espèces).

La préparation d'une parcelle nécessite des interventions spécifiques le plus souvent réalisées par une entreprise ou une CUMA¹ : défoncement allant jusqu'à l'éclatement des roches, sous-solage profond, labour profond (pas toujours possible), drainage si nécessaire, apports d'amendement et fertilisation de fond, trous de plantation effectués à la tarière mécanique, enfonce pieux pour le palissage.

Une fois planté, un verger ne se laboure pas afin de ne pas endommager le système racinaire. Seuls des travaux superficiels sont pratiqués pour décompacter la couche superficielle du sol (pour éviter les ruissellements), détruire les mauvaises herbes et pratiquer des enherbements permanents ou temporaires avec passage de girobroyeur pour la tonte.

Les équipements nécessaires à l'entretien d'un verger sont des appareils de traitement spécialisés capables de traiter de très grands volumes de végétation de grande hauteur. Des appareils adaptés pour le désherbage chimique localisé sur la ligne de plantation ou autour des troncs sont également présents dans les exploitations fruitières.

Il existe du matériel spécialisé pour les interventions sur les arbres : taille hivernale à l'aide de sécateurs pneumatiques, scies circulaires pour l'élagage ou l'éclaircissage des fruits (pour assurer un calibre suffisant des fruits), pour la récolte (remorques avec passerelles plus ou moins hautes, nacelles). Pour la récolte, on peut avoir des secoueurs de troncs ou de branches charpentières pour faire tomber les fruits soit sur un tapis pour amortir la chute (prunes, cerises, pêches pour l'industrie), soit sur un filet (olives), soit au sol (noix, châtaignes, pommes à cidre). Les fruits ainsi au sol sont ensuite ramassés mécaniquement mais le sol aura été auparavant spécialement préparé (nivelé, nettoyé, roulé). Le cassis est récolté avec des machines à vendanger.

Les tracteurs sont adaptés aux caractéristiques du verger, à voies étroites mais avec de fortes puissances pour les haies fruitières.

Pour la récolte, les fruits peuvent être mis en palox (avec chargeur automatique de palox), ou en caisses plastique plus ou moins adaptées aux produits, ou dans des seaux ou des sacs à fond amovible pour faciliter leur vidage, parfois disposés directement dans l'emballage de vente pour les fruits les plus fragiles (framboise, cerise, raisin).

AUTRES EQUIPEMENTS SPECIAUX

De nombreux vergers de pommiers, mais aussi de kiwis, sont équipés de filets paragrêle disposés au-dessus de la végétation.

¹ Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole

Des vergers de cerisiers sont équipés de couvertures plastique faisant office de parapluie pour éviter l'éclatement et la pourriture des fruits (en développement). Les kiwis sont conduits en pergolas (le kiwi est une liane).

La protection contre le gel peut être réalisée soit par aspersion au-dessus de la végétation, soit par brassage d'air par des grandes hélices au-dessus de la végétation, soit par des chaufferettes.

L'irrigation est le plus souvent réalisée localement soit par des goutteurs soit par des microasperseurs. Dans ce cas la fertilisation peut être apportée par l'irrigation.

Des haies brise-vent peuvent être aménagées (équipement nécessaire dans la vallée du Rhône et le Languedoc Roussillon). Ces haies servent de réservoir à la faune auxiliaire. Les essences sont choisies en conséquence (Protection Biologique Intégrée). Des nichoirs à oiseaux insectivores peuvent y être installés.

De nombreuses espèces fruitières nécessitent la présence de ruches pour assurer la pollinisation (4 à 6 ruches par hectare).

STATIONS DE CONDITIONNEMENT

Les produits peuvent être livrés bruts de cueille à un expéditeur ou à une coopérative de conditionnement et de vente. Le producteur peut également conditionner lui-même ses productions selon la nature des produits, la taille de l'exploitation et le système de vente.

Les stations fruitières sont dans des locaux plus ou moins fermés, équipés de systèmes d'aération statique ou dynamique, plus ou moins climatisés ou isolés thermiquement. Elles abritent du matériel de triage (d'une simple table à un triage électronique), de calibrage (plus ou moins perfectionné), de conditionnement en barquettes ou de plateaux en bois ou en carton, de « filmeuses » de barquette et de plateau, de mise sur palettes, etc.

Des chambres frigorifiques permettent de stocker la production sur de courtes périodes (quelques jours) ou sur plusieurs mois (pomme, poire). Certaines exploitations disposent de tunnel de congélation pour le cassis et la framboise et du stockage correspondant.

QUELQUES CRITERES TECHNIQUES CONCERNANT LES PRODUCTIONS FRUITIERES EN FRANCE

	Floraison	Récolte
Arbres fruitiers à feuillage caduque		
Amandier	mars	septembre
Abricotier	mars	juin-juillet
Cerisier	mars-avril	de mai à juillet suivant les variétés et les régions
Pêcher	mars	de mi-juin à mi-septembre (étalement assuré par la précocité relative des variétés) pas de stockage longue durée
Prune	avril	de juillet à septembre suivant variété et région
Pommier	avril-mai	de août à mi-novembre
Poirier	mars-avril	août à novembre
Kiwi	mars	octobre-novembre (stockage de longue durée)
Raisin de table	mai-juin	de août à octobre
Cassis	mai	juillet
Framboise de printemps	mars-avril	de mai à juillet
Framboise remontante	juin à septembre	de juillet à novembre
Noyer	mai	octobre
Châtaignier	mai-juin	septembre-octobre
Noisetier	mars	août (en vert) septembre
Espèces à feuillage persistant		
Olivier	été	de novembre à février
Clémentinier	été	décembre-janvier

Eléments sur la filière vitivinicole

QUELQUES ELEMENTS SUR LE FONCTIONNEMENT DE LA FILIERE

Le secteur vitivinicole a un poids important dans l'économie française. Le vignoble s'étend en 2009 sur plus de 836 000 ha ce qui correspond à environ 3% de la surface agricole utilisée. En 2009, la France représente 24,4 % du marché mondial des vins. La viticulture génère 9,5 milliards d'euros dont 5 milliards à l'exportation, ce qui correspond à 15 % de la valeur agricole produite. En 2009, la récolte a été estimée à 47,4 millions d'hL. Sur ce volume, 60 % du vin produit est destiné au marché intérieur français et 27 % à l'exportation. Le reste est distillé.

Quelques chiffres :

- le rendement de la vigne varie fortement en fonction des régions et est souvent compris entre 45 et 90 hL/ha. Une vigne produit 8 tonnes de raisin par hectare cultivé ;
- une souche très vigoureuse produit environ 1 kg de sarments par cep. En moyenne, 2 à 3 tonnes de bois sont produites annuellement par hectare par une vigne ;
- la densité de plantation est comprise entre 4 000 et 10 000 pieds (ceps de vigne) par hectare ;
- les indices foliaires pour la vigne sont variables et compris entre 2 et 4.

Pour la vinification, les flux suivants peuvent être indiqués :

- un hectolitre de vin produit entraîne la formation de 2 à 4 litres de bourbes, de 2 à 4 litres de lies et de 15 à 20 kg de marcs ;
- 0,5 à 3 litres d'effluents sont produits par litre de vin élaboré.

PRODUCTION-TRANSFORMATION-COMMERCIALISATION

Le premier maillon de la chaîne « production-transformation-commercialisation » est le viticulteur récoltant qui cultive la vigne et récolte le raisin. Il peut ensuite vinifier lui-même son vin (récoltant vinificateur) ou l'apporter dans une coopérative (récoltant coopérateur).

La coopérative réalise les étapes allant de la vinification à l'embouteillage et la commercialisation des bouteilles mais peut également commercialiser une partie en vrac. Les récoltants vinificateurs peuvent également commercialiser leurs produits en vrac ou en bouteilles. La mise en bouteilles peut être réalisée par des prestataires de service dont le matériel peut être mobile et transiter d'une région à une autre.

Les clients des coopératives, comme ceux des récoltants vinificateurs, sont les négociants, les cavistes, les grandes surfaces, la restauration ou les particuliers, sur le territoire national comme à l'étranger. Les transactions peuvent passer par un courtier. Les négociants procèdent à des assemblages de vins provenant de différentes zones et commercialisent dans les grandes surfaces, chez les cavistes, les restaurants ou les particuliers. Les cavistes vendent leurs produits aux restaurants et aux particuliers.

Mis à part les étapes réalisées au niveau des coopératives, chaque type de transaction peut avoir lieu sur le territoire national ou à l'étranger, ce qui peut être à l'origine d'une dispersion d'un produit contaminé au niveau mondial.

LES ORGANISMES DE LA FILIERE

La filière vitivinicole française est complexe. Elle regroupe de nombreux organismes ayant des missions précises. L'objet de ce paragraphe est de présenter les principaux organismes professionnels qui pourraient être des parties prenantes en cas d'accident nucléaire ou lors de la gestion post-accidentelle. Tous ces organismes ont des implantations régionales et une représentation nationale (souvent à Paris).

- Les organismes représentant l'État

La filière vitivinicole française est très morcelée. Il n'existe pas une unique interprofession mais différents organismes régionaux. Parmi ces organismes, on trouve :

- FranceAgriMer est l'établissement national des produits de l'agriculture et de la mer. Il exerce ses missions pour le compte de l'État, en lien avec le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire. Ces missions consistent principalement à favoriser la concertation au sein des filières de l'agriculture et de la pêche, à assurer la connaissance et l'organisation des marchés, ainsi qu'à gérer des aides publiques nationales et communautaires ;
- l'Institut national de l'origine et de la qualité (INAO) est un établissement public administratif placé sous la tutelle du Ministère de l'agriculture. Il accompagne les producteurs qui s'engagent dans les démarches d'Appellation d'Origine Contrôlée (la filière vitivinicole française compte 357 appellations). Un service central à Paris et 26 centres en province implantés au cœur des aires géographiques d'appellation d'origine orientent la démarche initiale des demandeurs, préparent le travail des commissions d'enquête et des experts en délimitation, contrôlent le respect des conditions de production et le déroulement des opérations d'agrément.

- **Vignerons indépendants et vignerons coopérateurs**

Dans les exploitations viticoles françaises, deux types d'organisation existent :

- le viticulteur peut posséder des vignes mais pas de chai de vinification ; dans ce cas, il apporte sa vendange à une cave coopérative ; on parle alors de viticulteur coopérateur.
- le viticulteur possède à la fois des vignes et des chais de vinification ; on parle alors de viticulteur vinificateur.

Il existe également des organisations intermédiaires où les viticulteurs vinifient une partie de leur production eux-mêmes et livrent le reste de leur production à une cave coopérative ou à une grande maison (Champagne, Cognac...).

Schématiquement, il faut retenir que, dans les régions Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte-d'Azur, la coopération représente plus de 60 % de la production de vin, alors qu'en Aquitaine, dans la Vallée de la Loire ou en Bourgogne, la coopération ne représente que 20 % de la production de vin. Sur tout le territoire français, on dénombre 797 caves coopératives groupant 95 000 adhérents.

Ces deux types d'organisation sont regroupés dans deux organisations professionnelles :

- la Confédération des Coopératives Vinicoles de France (CCVF) est le prolongement de ses 21 fédérations (départementales ou régionales) implantées dans les 42 départements viticoles français. A travers ses fédérations, la CCVF représente l'ensemble des caves coopératives françaises. La CCVF a pour objectifs :
 - o la représentation des caves coopératives auprès des pouvoirs publics et des instances nationales, européennes et internationales ;
 - o l'information et la défense des intérêts des caves coopératives, unions et des vignerons coopérateurs dans leur ensemble ;
 - o la promotion.
- les Vignerons Indépendants de France (VIF) est un organisme syndical qui œuvre au travers de 33 fédérations départementales, regroupées en 10 fédérations régionales. Toutes les régions viticoles françaises sont représentées au sein du Conseil d'Administration. Parmi leurs missions, on peut noter :
 - o la défense des intérêts des adhérents dans les domaines moral, technique, social, économique et administratif ;
 - o la participation à la politique de développement viticole aux échelons local, national et européen.

- **Les autres organismes professionnels de la filière**

D'autres organismes professionnels de la filière vitivinicole peuvent être cités :

- l'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) est qualifié en tant qu' « institut technique agricole » et en tant qu' « institut technique agro-alimentaire ». Il coordonne les activités de recherche appliquée.

- le Comité National des Interprofessions des Vins à appellation d'origine contrôlée (CNIV) réunit les interprofessions viticoles afin que ce dernier soit le porte-parole de leurs missions et des gestions régionales auprès des autorités nationales et communautaires. En France, on dénombre une vingtaine d'organismes interprofessionnels viticoles, organismes privés, reconnus par l'État, regroupant en leur sein les partenaires de l'amont et de l'aval de la filière viti-vinicole et couvrant plus de 90% de la production. Par ailleurs, ces organismes conduisent ensemble un nombre important d'études dans les domaines de la santé, de la recherche qualité, de l'information économique et juridique.
 - la Confédération Nationale des producteurs de vins et eaux de vie à Appellation d'Origine Contrôlée (CNAOC) représente l'ensemble des syndicats d'appellation auxquels les viticulteurs AOC adhèrent. On dénombre en France 470 appellations de vin différentes. Les 17 fédérations d'AOC sont réunies au sein de la CNAOC afin de promouvoir une meilleure harmonisation des conditions générales de production. La confédération travaille à l'optimisation de la gestion des AOC et assure la défense des intérêts des producteurs viticoles d'AOC tant en France qu'à l'échelle communautaire.
 - l'Association Nationale Interprofessionnelle des Vins de Table et des Vins de Pays (ANIVIT) a pour missions principales, d'une part de représenter l'interprofession devant les instances nationales et communautaires puisque le vin fait l'objet d'une organisation commune de marché dans l'Union européenne, d'autre part de défendre et de promouvoir les vins de table et les vins de pays par des actions publicitaires et promotionnelles menées en accord avec les différentes organisations représentées en son sein.
 - la Confédération Française des Vins de Pays (CFVDP) représente les producteurs de Vins de Pays dans le monde vitivinicole et devant les instances gouvernementales. Sa principale mission est de défendre les intérêts des producteurs de Vins de Pays tant sur le plan national qu'international. Elle a pour objet d'établir la politique des Vins de Pays et d'organiser la défense de cette notion. La Confédération Française des Vins de Pays étant présente dans toutes les instances (régionales, nationales, internationales) du secteur vitivinicole, elle peut intervenir sur tous les sujets susceptibles d'intéresser les Vins de Pays.
- Les représentants du négoce
 - les Entreprises de Grands Vins de France (EGVF) est une fédération de syndicats chargée de représenter les entreprises vinicoles françaises et de défendre leurs intérêts. Actuellement, Entreprises de Grands Vins de France fédère 14 syndicats de vins tranquilles, 7 syndicats de vins effervescents, 1 syndicat de vins doux naturels et 3 syndicats de distribution.
 - l'Association Française des Éleveurs, Embouteilleurs et Distributeurs de vins et spiritueux (AFED) regroupe les acteurs économiques les plus impliqués sur les marchés, des Fédérations et des Syndicats régionaux. L'ensemble des membres de l'AFED commercialisent 18 millions d'hectolitres par an, en France et à l'exportation. L'AFED représente l'ensemble des vins présents sur le marché et tous les vignobles de France : producteurs, éleveurs, négociants, embouteilleurs, exportateurs, importateurs, filiales de groupe de distribution alimentaire...
 - Les représentants de l'œnologie
 - l'Union des Œnologues de France (UOEF) est le syndicat professionnel chargé d'assurer la reconnaissance et la défense de la profession d'œnologue. Regroupant environ 1 500 adhérents, l'UOEF est administrée par un Comité de direction et est structurée en huit antennes régionales réparties dans le vignoble. Elle assure la défense professionnelle des œnologues et permet à ses membres la mise à jour permanente de leurs connaissances techniques et scientifiques.
 - l'Union Française des Laboratoires et Industries Œnologiques (UFLIO) regroupe l'ensemble des fabricants de produits œnologiques français. Les membres sont l'Institut Œnologique de Champagne, la société Laffort, la

société Lamothe Abiet, la société Sofralab, la société OenoFrance, la société Littorale Œnologie et la société Boetto. Dans le cadre de ses missions, l'UFLIO contribue à l'étude des problèmes techniques et commerciaux que présentent le développement et l'amélioration de la production et des échanges internationaux de vin. L'UFLIO, de par ses adhérents, représente le plus gros employeur d'œnologues et le plus important financeur de la recherche privée dans le domaine œnologique en partenariat étroit avec les centres de recherches français.

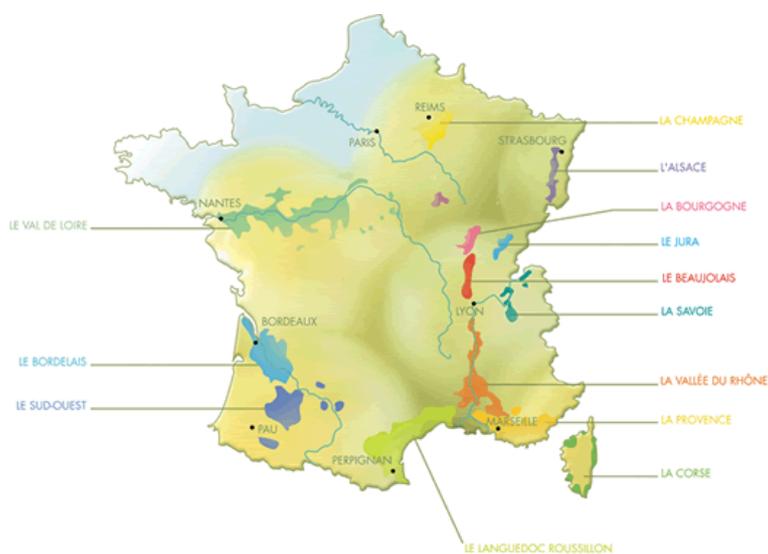
- **Organisations relatives aux distilleries**

Deux types de distilleries existent en France, les distilleries coopératives et les distilleries indépendantes, représentées par deux syndicats professionnels : l'Union Nationale des Distilleries Vinicoles (UNDV) et la Fédération Nationale des Coopératives de Distillerie Vinicoles (FNCDV). Elles sont toutes situées dans des régions de production de vins et recyclent les sous-produits de la filière : Languedoc-Roussillon (20), Provence Alpes Côte d'Azur (6), région bordelaise (6), dans le Sud Ouest (3), Beaujolais (2), Bourgogne (1), Alsace (1), Champagne (1), Côtes du Rhône (1), Val de Loire (1), Charente (1).

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Les principales régions viticoles sont l'Alsace, le Bordelais, la Champagne, la Bourgogne, le Sud-Ouest, le Languedoc-Roussillon, la Provence, la Val-de-Loire, les Côtes-du-Rhône et le Beaujolais (cf. carte ci-contre).

À cette carte, il faut rajouter le Cognac (Charente) et l'Armagnac (Lot-et-Garonne) qui sont des régions productrices d'eaux-de-vie issues du raisin.



Carte du vignoble français

Les installations nucléaires françaises sont implantées à proximité des vignobles suivants :

Région Viticole	Installations nucléaires
Bordeaux	Le Blayais
Sud-Ouest	Golfech
Vallée du Rhône	Marcoule, Tricastin, Cruas, Saint Alban, Creys-Malville, Bugey
Alsace	Fessenheim
Champagne	Nogent, Soulaïnes
Val-de-Loire	Chinon, Civaux, Saint-Laurent-des-Eaux, Dampierre, Belleville-sur-Loire

GENERALITES SUR LA CONDUITE DE LA VIGNE EN FRANCE

LES STADES PHENOLOGIQUES

A la fin de l'automne, après la chute des feuilles (et seulement après pour permettre à la vigne de constituer des réserves pour l'hiver), le vigneron taille les ceps. Un homme seul taille de 10 à 15 hectares durant les 4 mois d'hiver. Cette saison est aussi propice au travail et à la fertilisation de la terre.

Dès le mois de mars, le système racinaire se réveille, de la sève s'échappe du bois taillé : la vigne pleure. Les bourgeons débourent en avril, la végétation apparaît progressivement. Il faut alors la protéger contre les maladies et les parasites, et ce jusqu'à la récolte.

La floraison intervient au début du mois de juin dans les zones précoces. On peut alors "écimer" le feuillage pour faciliter le passage des engins de culture et améliorer l'ensoleillement des grappes. Les grains grossissent (c'est la nouaison) puis perdent leur couleur verte à la fin juillet pour se colorer de rouge ou de jaune or (c'est la véraison). Entre la fin du mois d'août et mi-septembre, en fonction des régions, on procède aux contrôles de maturité qui permettent de fixer la date optimale pour débiter les vendanges.

Période	Stade	Définition
Mars-avril	Débourrement	Apparition des bourgeons
Avril-mai	Feuillaison	Apparition des feuilles
Mai-juin	Floraison	Apparition des fleurs
Juin-juillet	Nouaison	Fructification (chaque fleur fécondée donne un grain de raisin)
Août	Véraison	Changement de couleur des baies
Août-octobre	Maturation	Maturation des baies

NB : ces dates sont données à titre indicatif et varient fortement en fonction des régions, des conditions climatiques et des cépages.



LES OPERATIONS CULTURALES

- Calendrier des travaux de la vigne

Le tableau ci-après reprend le calendrier des travaux viticoles réalisés annuellement. Les différents travaux sont détaillés par la suite.

	Repos végétatif			Période végétative								Chûte des feuilles	
	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
taille													
arcure et liage													
plantation des jeunes vignes													
épamprage													
palissage, rognage et effeuillage													
entretien du sol													
protection phytosanitaire													
maturation													
vendange													

- **Description des principaux travaux de la vigne**

- **la taille** : lors du repos végétatif de décembre à mars, le viticulteur laisse sur chaque cep un, voire deux sarments de longueur variable. C'est le travail le plus long de l'année. Durant cette période, les viticulteurs amendent les sols avec du fumier ou de l'engrais.
- **l'arcure et le liage** : chaque brin de taille est fixé sur le fil lier.
- **les plantations des jeunes vignes** : la plantation est manuelle ou mécanique. Les plants utilisés sont des greffés soudés. Cette opération « associe » le porte-greffe qui sera mis en terre et le greffon qui donnera la variété du raisin.
- **l'épamprage** : cette opération consiste à éliminer les rameaux issus du tronc et donc non fructifères.
- **le palissage, le rognage et l'effeuillage** : le palissage consiste à positionner les rameaux vers le haut, en les maintenant entre deux paires de fils. Le palissage, le rognage et l'effeuillage sont de plus en plus réalisés à l'aide de machines, contrairement à l'effeuillage, réalisé à la main, qui consiste à éliminer les feuilles situées à proximité des grappes.
- **l'entretien du sol** : l'enherbement naturel maîtrisé (E.N.M) est une technique qui se généralise. Elle consiste à laisser s'implanter la flore naturelle du sol et à la maîtriser par des désherbants foliaires ou par broyage, lorsque la végétation atteint environ 20 cm.
- **la protection phytosanitaire** : elle vise à maintenir le potentiel de production de la plante au maximum en luttant contre les maladies et les parasites par des traitements phytopharmaceutiques ou d'autres méthodes.
- **la maturation** : elle débute au cours du mois d'août et s'étale sur une période d'environ 45 jours. La peau des raisins change de couleur ; le taux de sucre augmente considérablement et l'acidité diminue. Les viticulteurs désépaississent parfois le feuillage de la vigne.
- **les vendanges** : elles débutent lors de l'arrivée à maturité des raisins, généralement 100 jours après le stade de mi-floraison. Elles sont mécaniques ou manuelles. Le transport de la vendange de la vigne au chai se fait soit dans des bacs, soit dans des bennes à vendanges.



vendange manuelle



vendange mécanique



GENERALITES SUR LA VINIFICATION ET LA DISTILLATION

VINIFICATION EN BLANC

Les vins blancs sont élaborés à partir de raisins blancs ou rouges foulés¹ puis pressés. Après un débourage² par le froid et l'introduction de levures sélectionnées, la fermentation alcoolique démarre. La température est maintenue entre 16°C et 18°C afin de préserver le maximum d'arômes. La fermentation malolactique n'est pas recherchée, favorisant ainsi la fraîcheur des vins blancs. Après soutirage³ et filtration, le vin est mis en bouteilles. Le vin blanc peut également être passé en barrique.

Diagramme d'élaboration des vins blancs, précisant l'apparition des sous-produits

VINIFICATION EN ROUGE

Les vins rouges sont vinifiés à partir de raisins rouges. Les raisins sont foulés, égrappés⁴ dans la majorité des cas puis mis en cuve. La fermentation alcoolique, souvent due à l'introduction de levures sélectionnées, est effectuée à une température comprise entre 25°C et 30°C afin d'extraire les arômes et d'obtenir une bonne structure. Le temps de cuvaison varie de 3 à 15 jours, selon que l'on recherche un vin léger ou un vin de garde. On écoule le jus de la cuve, puis on presse les parties solides. Ce jus de presse est réincorporé ou non, en fonction du type de vin désiré. La fermentation malolactique, réalisée par des bactéries lactiques débute généralement spontanément.

A l'issue de la fermentation malo-lactique, le viticulteur peut s'il le souhaite assembler différentes cuves de vin.

L'élevage a lieu soit en cuve pour les vins fruités consommés rapidement dans leur jeunesse, soit au contact du bois pour accentuer la palette d'arômes et faciliter le vieillissement ultérieur en bouteille. Cette phase permet aussi de clarifier le vin et d'éliminer les dépôts et les lies.

En fin d'élevage, le vin est embouteillé, après une éventuelle filtration.

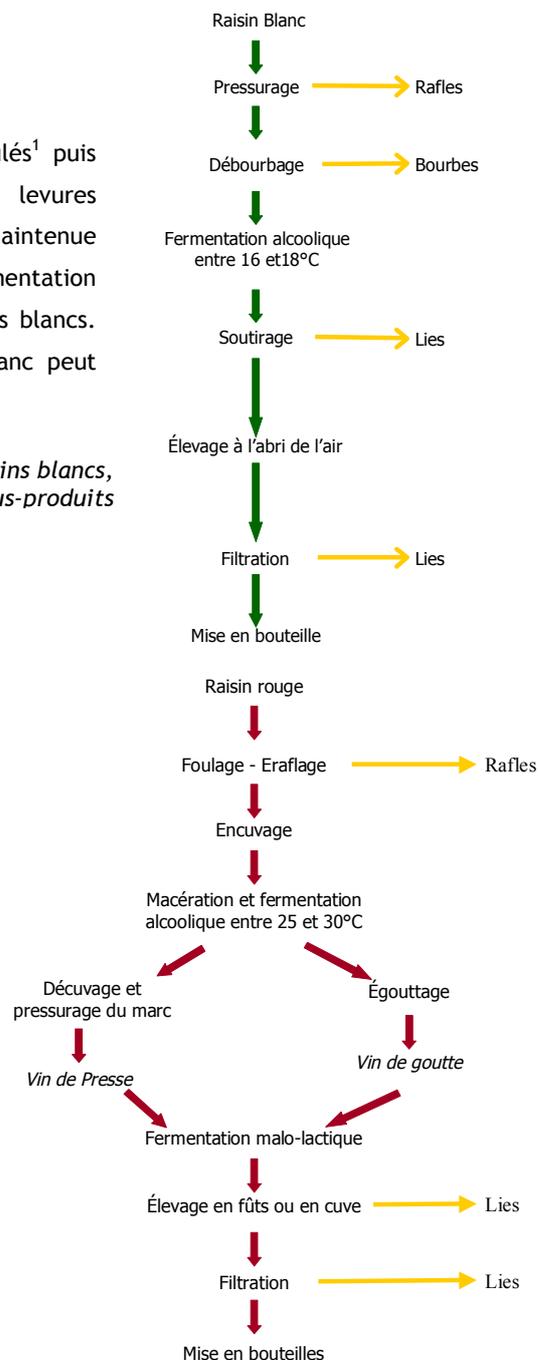


Diagramme d'élaboration des vins rouges, précisant l'apparition des sous-produits

Élevage en fûts



Elevage en cuve



¹ Le foulage a pour objet d'ouvrir les grains de raisins afin de faciliter la fermentation et surtout la diffusion des principes colorants contenus dans la peau.

² Le débourage consiste à séparer les bourbes (débris végétaux...) des moûts blancs avant la fermentation.

³ Le soutirage permet de séparer le vin clair de ses lies ; cette opération peut également oxygéner les vins

⁴ L'égrappage permet de séparer les grains de raisins de la rafle, qui apporterait des notes gustatives herbacées et des tanins excessivement après

VINIFICATION EN ROSE

Les vins rosés sont vinifiés à partir de raisins rouges à chair blanche. Les raisins sont foulés puis macèrent de 4 à 24 heures. Plusieurs techniques permettent l'élaboration des vins rosés.

- Saignée traditionnelle : les cépages reçus à la cave sont mis en cuve après un léger foulage pour entamer un début de coloration des moûts. Après quelques heures, le vinificateur procède à un soutirage par le bas de la cuve. Ce jus de "goutte" est envoyé dans une autre cuve dans laquelle est ajouté le jus issu d'un léger pressurage des raisins restés dans la cuve de réception. A partir de ce stade, on agit comme pour une fermentation en blanc, à basse température.
- Pressurage direct : lorsque l'on cherche à obtenir des rosés très pâles, on procède à un pressurage direct des cépages sélectionnés. Le moût ainsi obtenu est vinifié comme pour un vin blanc.
- Macération à froid : le jus est maintenu dans une cuve pendant 4 à 5 jours à une température comprise entre 5°C et 8°C en vue d'extraire des arômes de fruits supplémentaires. La fin des opérations de vinification est identique aux cas précédents, avec blocage de la fermentation malolactique dans la plupart des cas. Après cette première étape, la fermentation alcoolique a lieu à une température comprise entre 18 et 22°C, pour conserver le maximum d'arômes. La fermentation malolactique suit naturellement ou après l'ajout de bactéries lactiques. Ensuite, l'élevage a lieu le plus souvent en cuve afin de conserver au jeune vin tout son fruité. Cette phase permet aussi de clarifier le vin, d'éliminer les dépôts et les lies. En fin d'élevage, le vin est embouteillé après une éventuelle filtration.

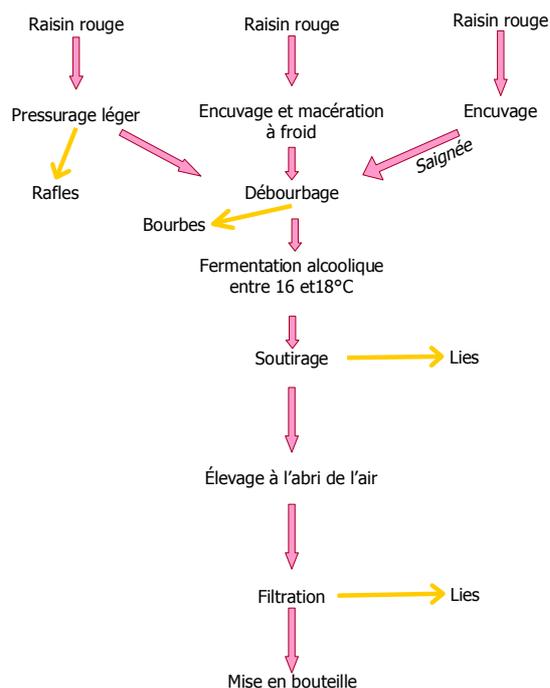


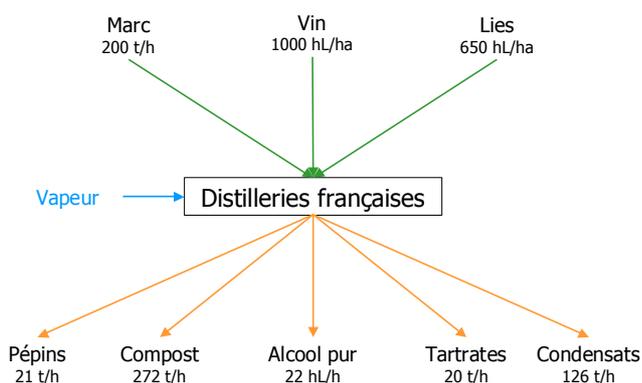
Diagramme d'élaboration des vins roses, précisant l'apparition des sous-produits

LES DISTILLERIES VINICOLES EN FRANCE

Les distilleries vinicoles françaises traitent les sous-produits de la filière. Il est possible de considérer l'ensemble des distilleries vinicoles comme une seule entreprise traitant les quantités horaires précisées sur le schéma ci-après. D'une manière générale, on considère qu'une tonne de produit (marc, lie, vin) permet aux distilleries de produire approximativement 0,5 tonne de compost, 0,6 tonne de condensats et 0,1 tonne de pépins.

L'alcool pur produit par les distilleries est ensuite transformé en alcool brut, en brandy ou en carburant. En outre, les distilleries proposent selon leurs équipements les produits suivants : acide tartrique, polyphénols, anthocyanes, huile de pépin de raisin, colorants alimentaires, ingrédients pour la nutrition animale.

Les déchets liés à l'activité des distilleries sont soit sous forme solide (permettant la fabrication de compost ou la production d'énergie), soit sous forme liquide (dans ce cas le liquide clair est traité en lagune de sédimentation, le liquide concentré est alors valorisé sous forme de compost).



Flux des sous-produits traités par les distilleries françaises (Source : UNGDA)

Eléments sur la filière des ruminants

QUELQUES ELEMENTS SUR LE FONCTIONNEMENT DE LA FILIERE

QUELQUES REPERES DANS LES FILIERES BOVINE, OVINE ET CAPRINE

Au 1^{er} janvier 2011, la France compte :

- 3 641 milliers de têtes de vaches laitières. La production de lait de vache s'élève à 22 728 millions de litres ;
- 4 173 milliers de têtes de vaches allaitantes ;
- 3 904 milliers de têtes de brebis allaitantes. La taille moyenne des troupeaux ovins allaitants est de 80 brebis, mais dans les grandes régions de production Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Auvergne et Limousin, elle est supérieure à 100 têtes. Avec 290 brebis par élevage, c'est en région PACA que les structures sont les plus importantes. En viande ovine, la France ne produit que 53% de ce qu'elle consomme ;
- 1 827 milliers de têtes de brebis laitières. La collecte de lait s'élève à 253 millions de litres. La taille moyenne des troupeaux de brebis laitières est de l'ordre de 296 brebis dans le rayon de Roquefort et de 241 brebis par élevage dans le bassin des Pyrénées-Atlantiques ;
- 1 252 milliers de têtes de caprins. La production de lait de chèvre s'élève à 548 millions de litres. La taille des élevages peut varier de 50 à 200 chèvres selon la zone de production. Les principales régions caprines sont Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées, Rhône-Alpes, Centre et Pays-de-la-Loire.

FILIERE LAITIERE

L'industrie laitière est composée pour moitié de coopératives et pour moitié de laiteries privées qui comprennent de grosses unités de transformation à caractère régional, des installations moyennes à vocation locale et des entreprises artisanales (fromagerie). Une grande hétérogénéité existe dans l'étendue de la collecte et dans les transformations effectuées. Le lait est ramassé chez les producteurs tous les deux jours par le laitier dans des camions-citernes de 15 000 à 25 000 litres. Lors d'une tournée, le laitier ramasse le lait d'environ 10 fermes. Le laitier prélève un échantillon dans chacun des tanks des producteurs lors du ramassage (pour assurer la traçabilité). Une fois arrivé à l'usine, le lait de mélange de chaque citerne est analysé avant d'être envoyé à la transformation.

Le Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL) regroupe les acteurs de la filière laitière à savoir : les producteurs de lait (à travers la Fédération Nationale des Producteurs de Lait (FNPL)), les coopératives laitières (à travers la Fédération Nationale des Coopératives Laitières (FNCL)) et les industries laitières (à travers la Fédération Nationale des Industries Laitières (FNIL)).

On observe une forte concentration des exploitations laitières dans l'ouest de la France. Les régions Bretagne, Pays-de-la-Loire, Basse-Normandie rassemblent 45% des livraisons. Les brebis laitières sont essentiellement localisées autour de la zone de Roquefort. Les chèvres laitières sont situées surtout en Poitou-Charentes et le sud-est.

FILIERE VIANDE

Les produits issus des élevages producteurs de viande et mis sur le marché relèvent de plusieurs catégories qui présentent des contraintes de production et de commercialisation très différentes :

- les animaux maigres :
 - veaux dits « broutards », mâles ou femelles, élevés sous la mère jusqu'à leur sevrage à l'âge de 6 à 9 mois ;
 - génisses maigres, vendues à un âge compris le plus souvent entre 12 et 24 mois ;
 - vaches adultes, vendues à l'issue de leur carrière de reproductrice ; c'est un produit « indirect » de l'activité, mais dont la valeur économique est généralement importante.

- les animaux dits « de boucherie » :
 - les veaux de boucherie : animaux âgés d'environ 5 mois, non sevrés dont l'alimentation est essentiellement composée d'aliments à base de produits laitiers et d'une ration complémentaire à base de céréales. Ils sont issus du cheptel laitier et conduits en bandes, après séparation de leur mère, dans des bâtiments réservés à cet usage. Pour une faible part, les veaux de boucherie sont issus du cheptel allaitant. Ils sont alors élevés « sous la mère » jusqu'à l'âge d'abattage.
 - les gros bovins de boucherie, qui comprennent :
 - les jeunes bovins mâles : après leur sevrage, ils sont élevés à l'auge de manière intensive avec du maïs ensilé et des céréales, et vendus vers l'âge de 18 mois à un poids de l'ordre de 650 à 750 kg vif (380 à 450 kg de carcasse) ;
 - les génisses de boucherie : très majoritairement issues du cheptel allaitant, elles sont élevées durant 2 à 3 ans avec des phases de pâturage et des périodes d'alimentation à l'auge ;
 - les vaches grasses : vaches laitières de réforme engraisées au pâturage ou à l'auge durant 3 mois environ.

La combinaison des types de produits et de leurs origines conduit à distinguer différents systèmes de production :

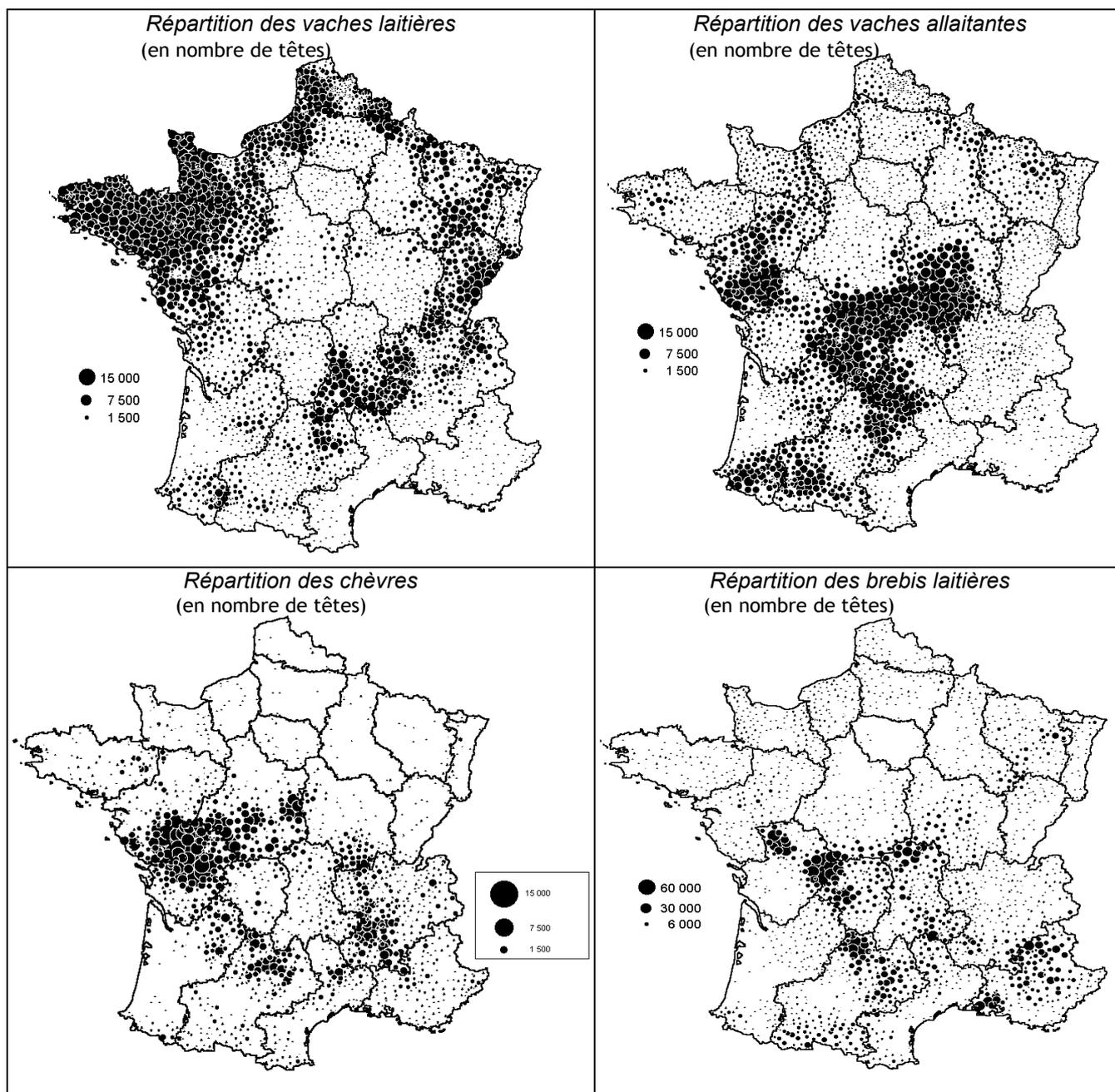
- les « naisseurs producteurs de maigre » : ils sont surtout implantés dans les zones herbagères et les zones de montagne humide, ainsi que dans le sud-ouest. Leurs produits sont commercialisés vivants auprès des groupements de producteurs et de négociants pour être engraisés dans d'autres structures de production souvent éloignées de leur lieu d'origine. Pour l'essentiel, les broutards sont exportés vers l'Italie, et les génisses maigres vers l'Espagne ; une partie nettement plus faible est destinée aux engraisseurs français (voir ci-après). Le circuit de commercialisation des vaches de réforme est plus diffus sur l'ensemble du territoire national ; une forte proportion néanmoins est vendue dans l'ouest de la France.
- les « naisseurs-engrailleurs » : ils combinent « naissance » et engraissement de leurs produits. Ils sont implantés dans les zones mixtes de cultures et de productions fourragères, localisées dans un croissant ouest-nord-est de la France. Leurs produits sont vendus directement ou par le biais d'un négociant aux entreprises d'abattage.
- les « engraisseurs spécialisés » : ils ne détiennent pas de vache, et leur activité repose totalement sur l'achat d'animaux maigres auprès de négociants privés ou de groupements de producteurs. Ils sont implantés dans les zones propices à la production de céréales ou d'ensilage de maïs (principalement à la périphérie nord et est du bassin parisien).
- Les producteurs de veaux de boucherie : leur activité est conduite en « hors sol » dans des bâtiments réservés à cet usage, indépendamment des autres productions de l'exploitation. La production fait le plus souvent l'objet de contrats avec des firmes qui fournissent les animaux (veaux de 8 à 15 jours issus d'élevages laitiers) et l'aliment d'allaitement. Les élevages comptent quelques centaines de places (en moyenne 200 par exploitation) et sont concentrés dans le Grand Ouest et centre sud-ouest.
- les producteurs de veaux sous la mère : au contraire des précédents, ils produisent pour la boucherie des veaux nés du cheptel allaitant présent sur l'exploitation. Ils sont localisés exclusivement dans le sud-ouest.

Ces systèmes représentent l'essentiel de la production. Cependant des variantes (naisseurs-engrailleurs de bœufs) ou bien des combinaisons plus complexes associant la production de viande à la production laitière ou bien à la production ovine existent aussi.

Dans tous les systèmes qui comportent des vaches allaitantes, la base de l'alimentation est constituée par l'herbe pâturée ou conservée. Les prairies permanentes ou temporaires constituent donc une part très importante (souvent supérieure à 75 %, et jusqu'à 100 %) de la surface nécessaire à ces systèmes de production.

En France environ 40 % de la viande bovine consommée provient du cheptel laitier contre 60 % du cheptel allaitant.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES ELEVAGES D'HERBIVORES EN FRANCE



source: © Agreste – Recensements agricoles 1988 et 2000, traitement et cartographie: Institut de l'Elevage

GÉNÉRALITÉS SUR L'ÉLEVAGE D'HERBIVORES

En France, en excluant les zones de grandes cultures et celles de cultures pérennes où l'élevage a disparu, on peut distinguer de façon simplifiée cinq grandes zones d'élevage des herbivores. La diversité des conditions de production est très grande au sein d'une même zone, mais il est cependant possible de préciser les principales caractéristiques et contraintes pédoclimatiques, et les conséquences que cela entraîne en termes d'alimentation (parts d'herbe et de cultures) et d'intensification (chargement¹) pour chacune des zones.

ZONE DE TYPE 1 : CULTURES + ELEVAGE

Les zones concernées sont le pourtour du Bassin Parisien, le Poitou-Charentes, le Sud-Ouest, la Bourgogne, la Lorraine, la plaine d'Alsace et la région Rhône-Alpes.

- **Pour le lait**

On y trouve de grandes exploitations, avec un chargement faible (moins de 1 UGB²/ha SAU³) et un nombre moyen d'animaux par exploitation de 52 vaches laitières.

La ration alimentaire est composée en général de peu de pâturage et d'une majorité de maïs ensilé.

A titre d'exemple, le tableau ci-dessous détaille une ration alimentaire moyenne d'une vache laitière par jour et son évolution au cours de l'année.

Ration en kg de Matière Sèche par jour	Printemps	Été	Automne	Hiver
Maïs ensilé	4,0	8,0	12,0	12,0
Herbe ensilée et fanée	-	-	3,0	3,0
Concentré	2,0	3,0	4,0	4,0
Tourteaux de soja		1,5	3,0	3,0
Herbe pâturée (en ares) de prairie	20	20		

Les stocks de fourrages sur l'exploitation sont en moyenne les suivants :

- maïs ensilé : 3,3 t MS/UGB ;
- ensilage d'herbe et foin : 1,1 t MS/UGB ;
- concentrés : 1750 kg par vache laitière.

Les stocks évoluent au cours de l'année en fonction des récoltes :

- pour l'ensilage d'herbe : récolte entre mi-avril et fin mai (selon les 1^{ère} à 2^{ème} coupes) et utilisation de septembre à mars ;
- pour les foin : récolte entre début juin et mi-août (selon les 1^{ère} à 3^{ème} coupes) et utilisation de juillet à mars ;
- pour l'ensilage de maïs : récolte en septembre (de fin août à début octobre, selon les régions) et utilisation de septembre à août.

Les types de bâtiments utilisés sont des étables semi-ouvertes et fermées.

- **Pour la viande**

L'élevage allaitant est une activité réalisée en complément de la production végétale. Il occupe les zones non labourables (pentes et terres lourdes non drainées) des exploitations. Les troupeaux sont de dimensions modestes à moyennes, de l'ordre de 30 à 50 vaches le plus souvent. Le chargement est peu élevé. Dans les zones où la proximité géographique le permet, les sous-produits de la transformation des cultures industrielles (pulpes de betteraves, triages de pommes de terre...) sont régulièrement introduits dans l'alimentation.

¹ Nombre d'animaux sur une surface donnée

² Unité Gros Bétaux : unité servant pour le calcul des besoins alimentaires des animaux d'élevage

³ Surface Agricole Utile : concept destiné à évaluer le territoire consacré à la production agricole

ZONE DE TYPE 2 : CULTURES FOURRAGERES

Les zones concernées sont la Bretagne, les Pays-de-la-Loire, les Deux-Sèvres à dominante laitière et les zones de Piémonts à dominante viande.

- **Pour le lait**

Il s'agit de petites exploitations avec des chargements élevés (1,5 à 2 UGB/ha de SAU). Les sols sont en général légers et facilement labourables. Le nombre moyen d'animaux par exploitation est de 40 vaches laitières. La ration moyenne se compose de beaucoup de maïs-fourrage⁴ et d'herbe de prairies temporaires.

- **Pour la viande**

Comme dans le cas du lait, l'élevage allaitant, traditionnel ou d'implantation récente du fait du recul du cheptel laitier, est fondé sur des systèmes de productions fourragères intensives. Le chargement est élevé (1,5 à 2,0 UGB/ha). Les troupeaux sont de taille modeste ou moyenne. Excepté dans les zones de Piémont, il s'agit surtout de systèmes « naisseurs-engraisseurs ».

ZONE DE TYPE 3 : REGIONS HERBAGERES

Les zones concernées sont le nord, le nord-ouest, le nord-est-à dominante laitière et le nord du Massif Central à dominante viande. L'alimentation des animaux est basée essentiellement sur l'exploitation de prairies permanentes. Le maïs est peu utilisé. Les sols sont argileux ou limoneux, lourds, hydromorphes et donc difficiles à travailler.

- **Pour le lait**

Le chargement est peu élevé (entre 1 et 1,5 UGB/ha SAU). Les types de bâtiments utilisés sont des étables semi-ouvertes et fermées.

- **Pour la viande**

Les systèmes « naisseurs » sont de loin les plus répandus dans ces zones. L'exploitation de l'herbe est peu intensive, et une grande part de l'alimentation des animaux provient du pâturage. L'alimentation des animaux en bâtiment est réduite à 4 ou 5 mois d'hivernage. Le chargement est peu élevé (1,0 à 1,5 UGB/ha). Les troupeaux sont de grandes dimensions, fréquemment de l'ordre de 80 à 100 vaches dans les structures familiales classiques.

ZONE DE TYPE 4 : SURFACES PASTORALES

Les zones concernées sont les Causse (sud-ouest et sud du Massif Central), les Préalpes, les Pyrénées orientales et la Corse. Les sols sont très superficiels. Le maïs n'y est pas cultivé. L'alimentation des animaux est basée sur l'utilisation des parcours⁵ d'herbe composés de zones boisées, de pelouses et de landes. On y trouve en majorité des élevages ovins viandes et des caprins. La ration se compose essentiellement d'herbe de pâturage.

ZONE DE TYPE 5 : MONTAGNES HUMIDES

Les zones concernées sont la Franche Comté, les Vosges, la région Rhône-Alpes à dominante laitière et l'Auvergne, le Massif Central à mixité lait-viande.

- **Pour le lait**

La ration se compose d'herbe pâturée ou fauchée. Le nombre moyen d'animaux par exploitation est de 37 vaches laitières. A titre d'exemple le tableau ci-dessous détaille la ration moyenne d'une vache laitière par jour et son évolution au cours de l'année.

⁴ maïs récolté avant l'arrivée à maturité des grains, dont on conserve la plante entière ou seulement l'épi sous forme d'ensilage, et qu'on utilise pour l'alimentation animale.

⁵ surface herbagère dont l'état d'entretien (nombreux épineux...) ne permet pas de classer en pâturage naturel, mais qui peut servir à la pâture des animaux

Ration en kg de Matière Sèche par jour	Printemps	Eté	Automne	Hiver
Herbe fanée (foins et regains)	-	-	13	12
Concentré	3,5	2,0	5,0	6,0
Herbe pâturée en ares de prairie	25	45	60	-

Les stocks de fourrage sur l'exploitation évoluent au cours de l'année :

- foin (1^{ère} coupe) et regains (2^{ème} et n^{ème} coupes) : 3 t MS/UGB après la récolte. La récolte est faite entre début juin et fin août (selon les 1^{ère} à 3^{ème} coupes) et l'utilisation de septembre à mai.
- concentrés : 1525 kg/VL toute l'année.

Traditionnellement le type de bâtiment utilisé est l'étable fermée, mais les installations récentes sont de plus en plus souvent des stabulations libres (pour le lait et la viande).

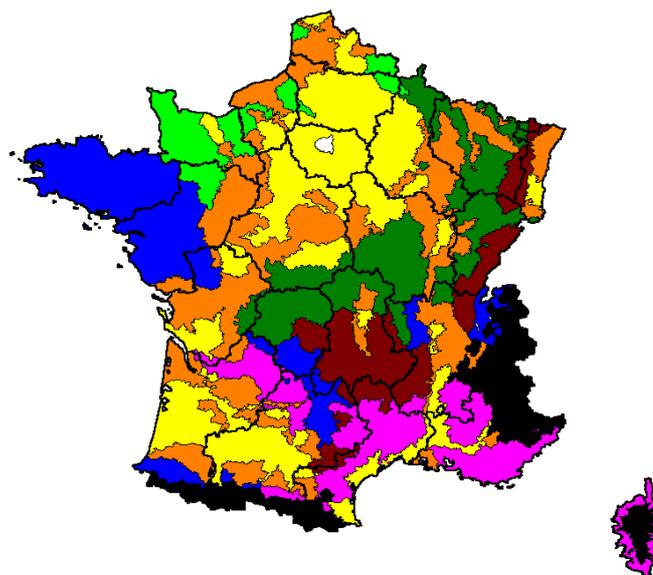
- Pour la viande**

Les systèmes « naisseurs » sont également très répandus dans les zones de type 5. Ils s'appuient sur l'exploitation de races rustiques (Aubrac, Salers, Gasconne). Une particularité de la conduite de ces troupeaux est d'associer l'exploitation intensive de surfaces situées à proximité des bâtiments, et le pâturage extensif de parcours de moyenne montagne (estives) pouvant être très éloignés du siège de l'exploitation.

Synthèse : caractéristiques des grandes zones d'élevage des herbivores et zonage

	Taille exploitation ha SAU	Type d'élevage	UGB/ha SAU	% maïs/ha SAU	% PP ⁶ /ha SAU	Sols dominants	% Cheptel
Grandes cultures		-					0%
Cultures + élevage	70-100	Bovins viande et lait	< 1	4%	24%	sols calcaires	20%
Cultures fourragère	25-40	Bovins lait et viande	1,5 à 2	15 à 50%	40%	sols légers	30%
Régions herbagères du nord-ouest	40-50 ou 70-100	Bovins lait et viande + ovins	1 à 1,5	0 à 10%	63%	sols lourds hydromorphes	15%
Régions herbagères du Centre et de l'Est	40-50	Bovins lait et viande	1 à 1,5	0 à 10%	63%	sols lourds hydromorphes	15%
Surfaces pastorales	30-40 + parcours	Ovins + caprins	<1	2%	57%	sols karstiques	3%
Montagnes humides	20-50 + estives	Bovins lait et viande + ovins	<1	1%	>80%	fortes pentes	12%
Haute montagne	20-50 + estives	Bovins lait et viande + ovins	<1	1%	>80%	fortes pentes	5%

⁶ Prairies permanentes



Typologie d'exploitation et zonage, Institut de l'Elevage

AUTRES CRITERES TECHNIQUES LIES A L'ÉLEVAGE D'HERBIVORES

Les éléments figurant dans le tableau ci-dessous peuvent permettre d'aider à la décision en cas de crise nucléaire, notamment pour raisonner les flux associés aux élevages de ruminants.

Poids vif moyen	Vache allaitante : 740 kg Vache laitière : 650 kg Brebis : 80 kg Agneau : 34 kg Chèvre : 60 kg
-----------------	--

Effluents d'élevage et déjections produites :

Les principaux modes de logements	Elevage laitier (en % de place)	Elevage allaitant (en % de place)
litière accumulée (→ fumier)	51 %	47 %
entravée (→ fumier)	22 %	37 %
logette (→ lisier ou fumier)	23 %	1 %
pente paillée (→ fumier)	3 %	2 %
caillebottis intégral (→ lisier)	0 %	0 %
plein air (→ restitution au pâturage uniquement)	1 %	12 %
Quantité de paille utilisée	2 (logette) à 6 (lit. accu.) kg de paille par vache et par mois	4 (logette) à 9 (lit. accu.) de paille par vache et par mois
Quantité d'effluents	<ul style="list-style-type: none"> max. 1 m³ fumier par vache et par mois en bâtiment 1,3m³ lisier par vache et par mois 	

Eléments sur la filière porcine

QUELQUES ELEMENTS SUR LE FONCTIONNEMENT DE LA FILIERE

La production de porc est assurée par plus de 15 000 sites de production et environ 220 abattoirs et ateliers de découpe situés majoritairement en Bretagne. Le porc est la première viande consommée par les ménages français avec environ 34 kg équivalent carcasse¹/habitant/an (IFIP, 2011).

Le premier maillon de la filière est constitué des élevages au sein desquels les porcs charcutiers naissent et sont engraisés. Les porcs partent ensuite à l'abattoir puis les carcasses sont transférées dans des ateliers de découpe. Une partie des viandes est vendue à l'état frais mais la majorité des pièces de découpe sont livrées à des ateliers de transformation pour faire des produits de charcuterie et de salaison.

Les producteurs de porcs peuvent être divisés en cinq catégories :

- les « naisseurs » : les porcelets naissent sur un site et sont vendus à 8 kg après sevrage aux « post-sevreurs » ;
- les « post-sevreurs » : les porcelets sont pris en charge et nourris avec des aliments de « post-sevrage », puis vendus à un poids compris entre 25 kg et 30 kg aux engraisseurs ;
- les « engraisseurs » : les porcs charcutiers sont engraisés et vendus aux environs de 110 kg aux abattoirs ;
- les « naisseurs -engraisés » : les porcelets naissent et restent sur la même exploitation jusqu'à leur départ pour l'abattoir ;
- les « post-sevreurs-engraisés » : les porcs restent sur le même site après le « post-sevrage ».

70 % des cheptels relèvent de « naisseurs-engraisés ».

Les signes officiels de qualité et d'origine (label rouge [1 %], certification de conformité [26 %], mode de production biologique [0,1 %]) représentent le tiers de la production porcine nationale. Dans la grande majorité des cas, les porcs sont produits de façon « standard » (74 % de la production nationale), selon le cahier des charges « Viande de Porc Française ».

GÉNÉRALITÉS SUR L'ÉLEVAGE PORCIN

La plupart des élevages porcins comportent une activité de « naisseur » (obtention de porcelets à partir d'un troupeau de truies) ou une activité d'engraissement (production de porcs destinés à la production de viande). La majorité des élevages cumule ces activités (*naisseur-engraisseur*) mais certains élevages sont spécialisés (*naisseur* ou *engraisseur*).

Les activités d'élevage se font majoritairement dans des bâtiments spécialisés avec des ventilateurs pour l'aération.

Cependant, les activités de « naisseur » ou d'engraissement sont parfois réalisées à l'extérieur (élevage en plein-air). Il s'agit, dans ce cas, d'élevages de petite taille.

Dans les bâtiments, les porcs peuvent être élevés sur de la paille ou sur un sol ajouré (majorité des cas). Le type de sol conditionne le type d'effluents produit : fumier pour l'élevage sur paille, lisier pour l'élevage sur sol ajouré.

L'alimentation, composée essentiellement de matières premières végétales (céréales, protéagineux), de minéraux... est soit fournie par une usine spécialisée, soit fabriquée sur l'exploitation (1/3 des exploitations) à partir de matières premières produites sur l'exploitation ou achetées à l'extérieur.

La production porcine (conduite par lot²) résulte d'un cycle de production planifié dans le temps (insémination des truies, naisseur, allaitement, sevrage, engraissement) qui ne laisse pas place à un allongement exceptionnel de l'une des phases.

¹ unité employée pour pouvoir agréger des données en poids concernant des animaux vivants et des viandes sous toutes leurs présentations : carcasses, morceaux désossés ou non, viandes séchées, etc.

² un lot de porcs est constitué d'animaux au même stade physiologique

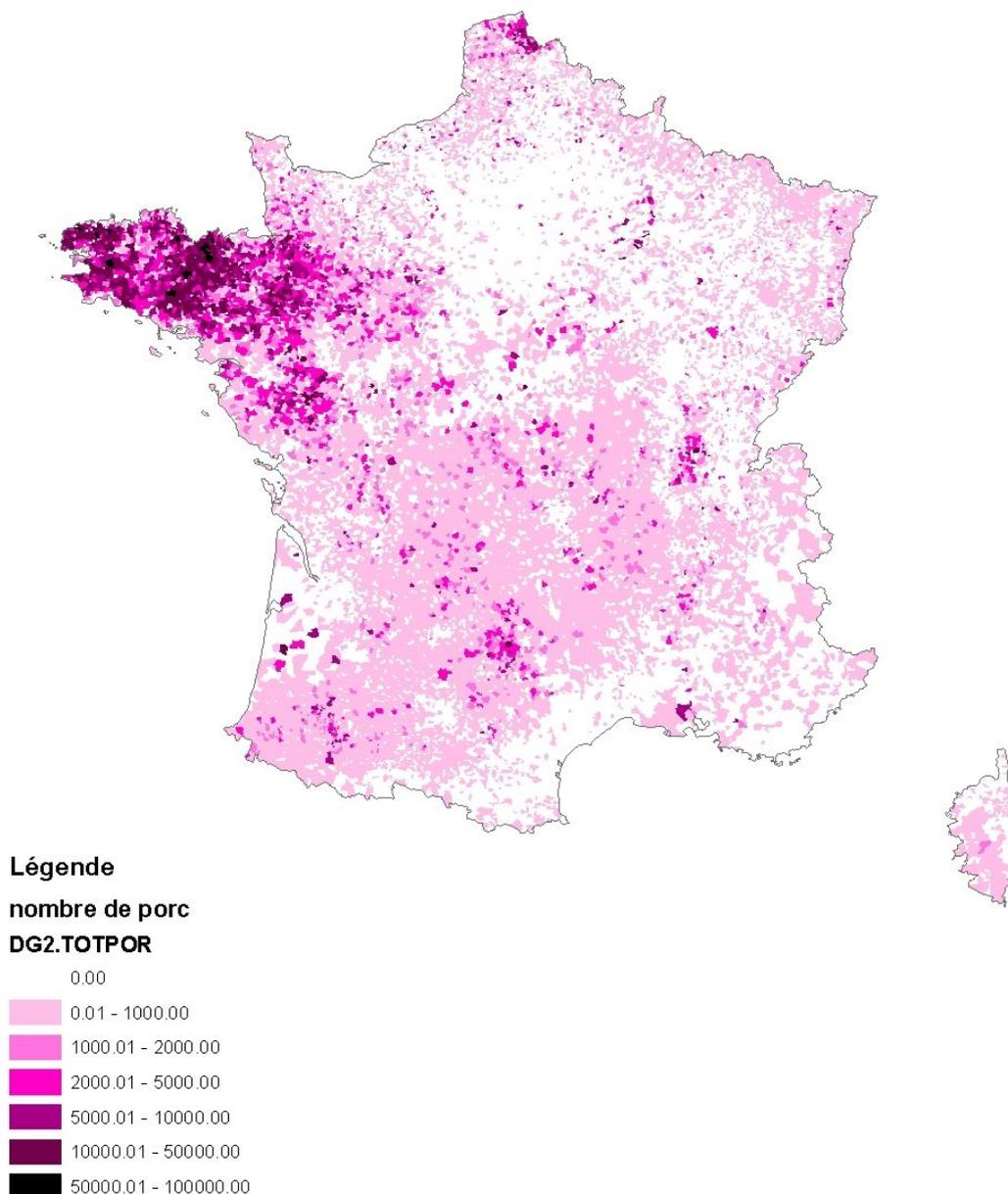
L'élevage de porcs est étroitement lié à une filière organisée (groupements de producteurs, fabricants d'aliments, abattoirs) et regroupé dans des bassins de production denses.

L'alimentation nécessaire à l'élevage n'est pas forcément produite par l'exploitation. La plupart des éleveurs s'approvisionnent auprès de coopératives qui achètent les matières premières (céréales, etc.) d'origines diverses. Certains éleveurs (30 %) disposent d'installations leur permettant de fabriquer eux-mêmes l'alimentation pour l'élevage. Cependant, tout comme les usines spécialisées, ils peuvent acheter les matières premières nécessaires à la fabrication de l'alimentation hors de l'exploitation.

Seuls les élevages biologiques sont contraints de produire (une partie de) l'alimentation des porcs sur l'exploitation. En cas d'accident affectant une installation nucléaire, ce mode de conduite des élevages pourrait être remis en cause du fait de la contamination des parcelles agricoles au moment du renouvellement des stocks d'aliments (c'est-à-dire à la récolte). Toutefois, ce mode de production reste mineur dans la filière porcine.

REPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ÉLEVAGES DE PORCS EN FRANCE

Répartition du cheptel porcin français par commune



Sources : IFIP, d'après SCEES

QUELQUES CRITERES TECHNIQUES LIES A L'ÉLEVAGE PORCIN

Les éléments figurant dans le tableau ci-dessous peuvent permettre d'aider à la décision en cas d'accident affectant une installation nucléaire, notamment pour raisonner les flux associés aux élevages porcins.

Nombre de porcs produits par an	24 millions de porcs
Nombre d'élevage	12.000
Taille d'un élevage spécialisé	250 truies, soit 6 250 porcs produits par an
Poids moyen de carcasse	91 kg
Age des porcs abattus	190 jours (environ 6 mois)
Elevage sur caillebottis (→ lisier)	90 % des élevages
Elevage sur litière accumulée (→ fumier)	10 % des élevages
Indice de consommation d'un porc	3 kg d'aliments pour un kg de porc produit
Quantité de paille nécessaire pour produire un porc	<ul style="list-style-type: none">• pour un élevage sur litière accumulée : 80 kg de paille par porc• pour un élevage sur caillebottis : 0 kg de paille par porc
Quantité produite d'effluents	<ul style="list-style-type: none">• Lisier : 1m³ par porc produit• Fumier 500 kg par porc produit

Eléments sur la filière avicole

QUELQUES ELEMENTS SUR LE FONCTIONNEMENT DE LA FILIERE

D'après les travaux de l'Office national interprofessionnel de l'élevage et de ses produits (OFIVAL), réalisés à partir de l'enquête qualité du SCEES¹, les principaux modes d'élevage des volailles françaises sont les suivants :

- les volailles standards (environ 74 % du marché français) sont élevées au sol à l'intérieur d'un bâtiment. Certaines ont une alimentation "100% végétale" ;
- les volailles à caractéristiques certifiées (environ 8 % du marché français) sont élevées au sol à l'intérieur en système extensif. Les caractéristiques certifiées sont variables selon les cahiers des charges (alimentation, souche...) ;
- les volailles fermières Label Rouge (environ 16 % du marché français) sont élevées en plein air ou en liberté dans un territoire limité. Les cahiers des charges comportent des exigences sur l'ensemble de la filière (alimentation comportant 70 % à 80 % de céréales, élevages spécifiques de petite taille et à lumière naturelle, respect du bien-être animal, durée de vie plus longue, garanties sur le produit fini...) ;
- les volailles biologiques (de l'ordre de 1 % du marché français) sont élevées en plein air selon un mode de production biologique (alimentation biologique, respect du bien-être animal et de l'environnement, absence de traitement allopathique...) ;
- les volailles AOC (de l'ordre de 1 % du marché français) sont les volailles de Bresse. Elles se caractérisent par leur mode de production, le savoir-faire et la qualité haute de gamme des produits finis.

La filière avicole comporte une grande diversité de types d'élevages due aux multiples types d'animaux élevés :

- les élevages de volailles de chair telles que le poulet, la dinde, la pintade, le canard (dit "à rôtir"), la caille... ;
- les élevages de poules pondeuses (pour la production d'œufs de consommation) ;
- les volailles reproductrices ;
- les élevages de canards et d'oies pour la production de foie gras.

QUELQUES CHIFFRES

Avec 1 815 000 tonnes de volailles de chair produites en 2010, la France est l'un des principaux producteurs de l'Union Européenne, même si sa part dans la production européenne est en repli sensible depuis 1998.

La France demeure le premier producteur européen d'œufs de consommation, avec plus de 14 milliards d'œufs produits par an. Par ailleurs, la production de foie gras est en nette progression, avec un taux de croissance de 2 % par an enregistré ces dix dernières années et 19 275 tonnes de foie gras produites en 2010.

La production de petits gibiers à plumes (faisans, perdrix grises et rouges, canards colverts) est également à prendre en compte, avec environ 20 millions d'animaux recensés.

Le tableau 1 suivant résume l'évolution de la production depuis 1998.

¹ Service central des Enquêtes et Études statistiques (ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires rurales)

Tableau 1 - Evolution de la production annuelle avicole entre 1998 et 2010

	1998	2010	Evolution entre 1998 et 2010
Volailles de chair (y compris canards à rôtir)			
m ² de bâtiments ⁽¹⁾	15 564 000 (au 01/01/2000)	14 329 000 (enquête avicole 2008)	- 7,7 %
nombre de têtes (millions de têtes)	1 070 environ	830 (valeur 2008)	-22,4 %
production (1 000 t) ⁽²⁾	2 327	1 815	-19,3 %
aliment ⁽³⁾ (1 000 t)	7 344	6 396	- 12,9 %
Œufs			
effectif (en milliers)	47 986	45 530	- 5,0 %
production d'œufs (millions d'unités) ⁽²⁾	15 413	14 364	- 6,8 %
dont ovoproduits (équivalent millions d'unités) ⁽²⁾	4 278	5 429	+ 26,9 %
aliment ⁽³⁾ (1 000 t)	2 393	2 230	- 7,0 %
Canards et oies			
nombre de canards gavés (milliers de têtes) ⁽⁴⁾	26 536	35 073	+ 35,1%
nombre d'oies gavées (milliers de têtes) ⁽⁴⁾	617	590	+ 2,8 %
production de foie gras total ⁽²⁾ (tonnes)	14 527	19 275	+43,2 %
Petits gibiers			
en nombres d'animaux (estimation 2002 SNPGC ITAVI)	faisan : 14 000 000 perdrix : 5 000 000 canard colvert : 1 000 000		

(1) enquête ITAVI

(2) SCEES

(3) SNIA SYNCOPAC

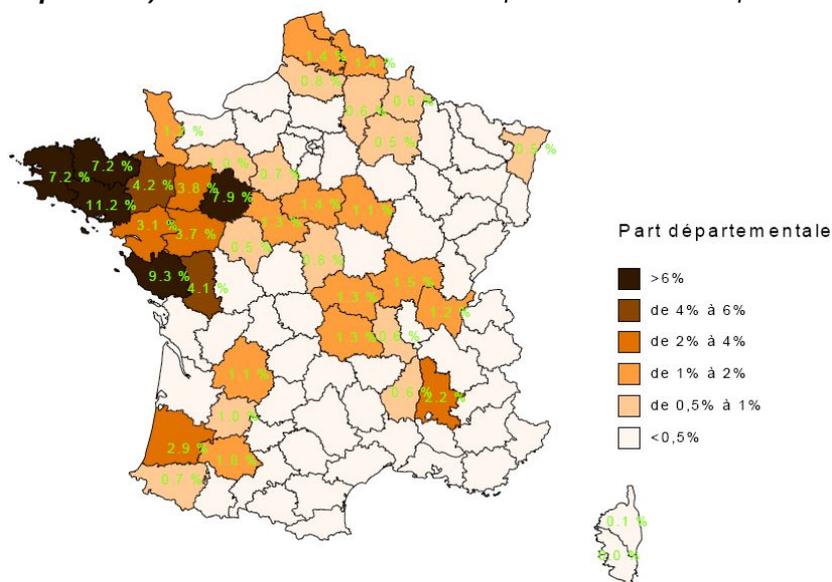
(4) SCEES et CIFOG

REPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ÉLEVAGES DE VOLAILLES EN FRANCE

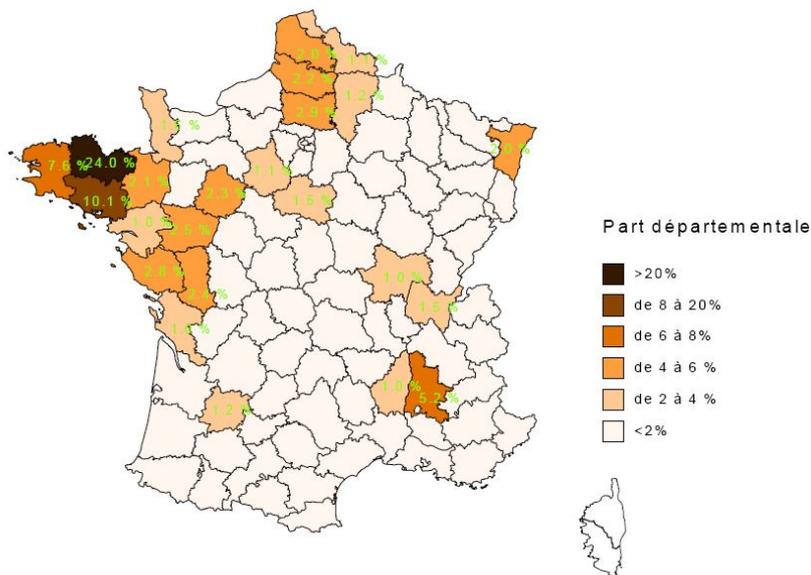
Les principales zones de production de volailles sont mises en évidence sur les cartes suivantes. En France, on compte environ :

- 2 600 élevages de volailles ;
- 3 900 élevages de poules pondeuses ;
- 7 850 élevages de palmipèdes gras.

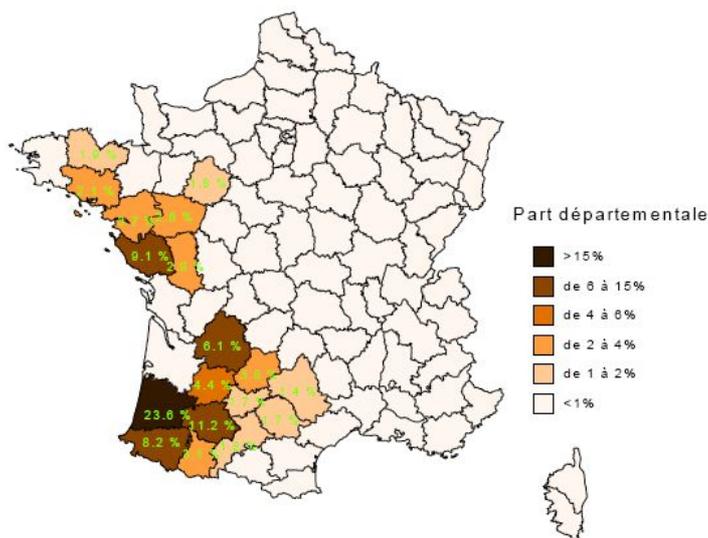
Carte 1 – Répartition départementale de la capacité de production de volailles de chair en France en 2008 (% superficies) - Source : élaboration ITAVI d'après AGRESTE – Enquête aviculture 2008



Carte 2 – Répartition départementale de la capacité de production de poules pondeuses en France en 2008 (% places disponibles) - Source : élaboration ITAVI d'après AGRESTE – Enquête aviculture 2008



Carte 3 – Répartition départementale de la capacité de production de palmipèdes gras (PAG et gavés) en France en 2008 (% superficies) - Source : élaboration ITAVI d'après AGRESTE – Enquête aviculture 2008



GÉNÉRALITÉS SUR LES ÉLEVAGES DE VOLAILLES

Dans la plupart des cas, les élevages de volailles n'ont pas de lien direct avec le territoire où elles sont produites. En effet, l'alimentation nécessaire à l'élevage n'est pas forcément produite par l'exploitation ou dans la zone d'élevage. La majorité des éleveurs s'approvisionnent auprès d'usines qui achètent les matières premières (céréales, etc.) d'origines diverses. On compte assez peu d'éleveurs qui disposent d'installations leur permettant de fabriquer eux-mêmes l'alimentation pour l'élevage à partir de matières premières produites sur l'exploitation ou achetées à l'extérieur. D'après l'enquête aviculture 2008, environ 13 % des éleveurs fabriqueraient tout ou partie de l'alimentation de leurs volailles, sur au moins un de leurs sites. Seuls les éleveurs produisant sous le signe officiel de qualité « Agriculture biologique » (moins de 500 élevages dans la filière volailles de chair) sont contraints de produire (une partie de) l'alimentation de leurs volailles sur l'exploitation. En cas d'accident affectant une installation nucléaire, ce mode de conduite des élevages pourrait être remis en cause du fait de la contamination des parcelles agricoles.

Sans réellement être nourries à partir d'aliments provenant de l'extérieur des bâtiments, les volailles ayant accès à un parcours sont en contact avec l'environnement. Près de 2 bâtiments sur 3, représentant un tiers des capacités de

production de volailles de chair, possèdent un parcours extérieur. Dans ces élevages, les animaux rentrent cependant tous les soirs dans des bâtiments pour s'y alimenter et y passer la nuit. Il faut également noter que, dans ce cas, les volailles n'ont accès au parcours que pendant la seconde moitié de leur cycle de production.

Les modalités d'élevage, notamment le type de logement, varient selon l'espèce et les modalités de gestion des déjections.

- **Les volailles de chair (hors canards)**

Les bâtiments de **volailles de chair** présentaient en 2008 une surface globale de près de 13,4 millions de m². Les volailles de chair sont élevées dans des bâtiments dont la surface unitaire peut varier de 400 m² (poulets label) à 1 500 m², avec une ventilation qui peut être statique ou dynamique.

Le sol des bâtiments d'élevage des poulets, dindes, pintades et cailles est en terre battue dans la grande majorité des cas. Il est recouvert d'une litière dont la composition est variable (paille de blé, copeaux...). En fin de bande, le fumier est entièrement évacué du bâtiment et éventuellement stocké avant épandage.

Les volailles élevées sous signe de qualité, les volailles label notamment, ont le plus souvent accès à un parcours extérieur, généralement à partir de 6 semaines d'âge. De ce fait, une partie des déjections sont émises sur le parcours ; la proportion peut être comprise entre 20 % et 80 % selon les espèces, les particularités d'élevage et la zone géographique.

Dans le sud-ouest de la France, les volailles sont parfois élevées dans des « cabanes mobiles » : ces petits bâtiments de 60 m² à 120 m² sont déplacés entre chaque bande. La cabane est garnie d'une litière utilisée ensuite sous forme de fumier ; dans ces conditions d'élevage, 80 % des déjections sont émises sur le parcours.

- **Les canards**

L'élevage des **canards à rôtir** est pratiqué presque exclusivement sur des caillebotis dans des bâtiments dont la surface varie entre 800 et 1 200 m² (environ 900 000 m² de bâtiments sont consacrés à cet élevage). Le sol des bâtiments d'élevage de canards à rôtir est toujours bétonné. Plusieurs modalités de gestion du lisier peuvent être rencontrées :

- stockage dans une pré-fosse sous les caillebotis pendant toute la durée de la bande ;
- écoulement gravitaire permanent du lisier vers la fosse extérieure de stockage ;
- raclage des pré-fosses avec des fréquences variables pour évacuer le lisier vers la fosse extérieure.

Par ailleurs, dans les élevages de canards, les caillebotis sont fréquemment lavés dans le bâtiment d'élevage et les grands volumes d'eau utilisés viennent diluer le lisier.

Les **canards destinés à la production de foie gras** ont un cycle de production divisé en deux phases distinctes : une phase d'élevage (canards dits « prêts à gaver » ou PAG) qui donne lieu à une production de fumier et une phase de gavage où les animaux sont en cages, avec production de lisier.

L'élevage de **canards prêts à gaver** est réalisé le plus souvent sous des abris relativement simples, parfois de simples tunnels, non bétonnés, sur une litière accumulée (essentiellement de la paille et plus rarement des copeaux ou de la sciure) donnant lieu à la production de fumier. A partir de 4 semaines d'âge et jusqu'à l'âge de la mise en gavage (vers 12 semaines), les animaux ont accès à un parcours sur lequel on considère que 60 % à 80 % de leurs déjections sont émises.

Pour le gavage, les animaux sont logés dans des cages individuelles ou collectives installées dans des bâtiments dont la ventilation est généralement dynamique. Les déjections obtenues sont toujours gérées sous forme de lisier.

- **Les poules pondeuses en cages**

Au cours des dernières années, l'élevage des poules pondeuses destinées à la production d'œufs de consommation a connu de nombreuses évolutions, avec une tendance importante consistant à passer d'un système de gestion des fientes sous forme de lisier à un système produisant *in fine* des fientes sèches.

- **Système sur pré-fosses** : les déjections sont gérées sous forme de lisier, principalement dans les systèmes « flat deck » ou en cages californiennes. Selon la profondeur des fosses situées sous les cages, les déjections en sont retirées plus ou moins fréquemment au moyen de racleurs. La plupart du temps, elles sont encore dans un état liquide ou pâteux, et leur stockage se fait à l'extérieur dans une fosse prévue à cet effet. Ce système a tendance à disparaître du fait des faibles densités qu'il permet mais aussi parce que les déjections sont sous forme liquide ou très pâteuse et leur valorisation ne peut se faire que par épandage local.
- **Systèmes sur fosses profondes** : dans ce cas, les poules sont élevées dans des cages compactes superposées sur plusieurs niveaux, disposées dos à dos et séparées par un canal d'évacuation des déjections (élevage en batteries). Les fientes tombent sur des plaques montées sous les cages où elles peuvent s'accumuler plusieurs jours, ce qui leur permet de commencer à sécher. Les déjections sont raclées périodiquement entre les étages pour qu'elles tombent verticalement au centre de la batterie. La récupération finale des fientes est effectuée sous les batteries dans une fosse profonde de 3 à 5 mètres. Les fientes s'accumulent ainsi sous les cages pendant plus d'un an et peuvent atteindre un taux de matière sèche de 70 % à 80 %. Ce système a également tendance à disparaître : il est difficile à maîtriser, très émissif de gaz et aussi favorable à la prolifération des mouches.
- **Systèmes sur tapis** : ces systèmes concernent les poules élevées en batteries. Une batterie est constituée de cages superposées et adossées deux par deux, sous lesquelles est installé un tapis de réception des fientes. Les fientes sont stockées pendant plusieurs jours sur les tapis, où elles font éventuellement l'objet d'un préséchage à l'aide de dispositifs variés (gainés de ventilation, éventails, chariots sècheurs...). La mise en mouvement des tapis permet la récupération des déjections au bout de la batterie par un convoyeur à bande qui les amène dans un hangar de stockage où, remises en tas, elles peuvent atteindre au bout de quelques mois 60 % à 80 % de matière sèche.
- **Les séchoirs extérieurs au poulailler** : depuis quelques années, de nouveaux systèmes de séchage, extérieurs au poulailler, se développent. Dans ce cas, les fientes préséchées sont convoyées vers un tunnel de séchage. Différents modèles existent dont le principe est identique : il s'agit d'étaler les fientes en couches relativement minces (5 à 15 cm) sur un support perforé (tapis ou autre) et de faire passer au travers des couches un flux d'air chaud en provenance du poulailler. Ce système peut assurer un taux de matière sèche de 80 % à 85 %.
- **Les poules pondeuses au sol et les volailles de reproduction** : à l'heure actuelle plus de 22 % de l'effectif national de poules pondeuses n'est pas élevé dans des cages, mais au sol dans des bâtiments spécialisés, avec éventuellement accès à un parcours. Le sol des bâtiments est constitué de deux parties : une partie en caillebotis (en général 1/3 de la surface) où sont installés les nids de ponte et le matériel d'abreuvement, et une partie en terre battue ou bétonnée recouverte d'une litière (dans certains cas, l'élevage peut se faire sans litière). Les déjections à l'intérieur du bâtiment d'élevage sont gérées sous deux formes : des fientes pures plus ou moins sèches sous les caillebotis et du fumier dans le reste du bâtiment. D'une manière générale les volailles de reproduction sont élevées selon des modalités similaires à celles des poules pondeuses au sol.

QUELQUES CRITERES TECHNIQUES LIES A L'ÉLEVAGE AVICOLE

Les éléments figurant dans le tableau 2 peuvent permettre d'aider à la décision en cas d'accident affectant une installation nucléaire, notamment pour raisonner les flux associés aux élevages avicoles.

La filière avicole compte une grande diversité de types d'élevages due aux multiples types d'animaux élevés (volailles de chair [poulets, dindes, pintades, canards, cailles], poules pondeuses, volailles reproductrices, filière « foie gras »)

et au mode de conduite pratiqué (« standard », « label », « biologique »). Pour les élevages « label » ou « biologiques », les durées d'élevage sont souvent plus longues et les indices de consommation légèrement plus élevés.

Tableau 2 - Evolution de la production annuelle avicole entre 1998 et 2010

Volailles de chair	Durée de l'élevage (en jours)	Poids à l'abattage (en kg)	Indice de consommation*	Densité à la mise en place (animaux/m ²)
Poulet « standard »	38	1,9	1,8	22,8
Poulet « label »	88	2,3	3,1	11
Dinde « standard médium »	106	0,8	2,4	7,9
Pintade « standard »	77	1,7	2,8	17
Caille « standard »	41	0,3	3	88,1
Canard « à rôtir »	79	4	2,8	14,8
Palmipèdes gras	Durée de l'élevage (en jours)	Poids à l'abattage (en kg)	Indice de consommation*	Densité à la mise en place (animaux/m ²)
Canard « prêt à gaver »	87	4,1	4	7,5
Canard « gras »	13	5,8	9,7	/
Poules pondeuses	Durée de l'élevage (en jours)	Poids à l'abattage (en kg)	Indice de consommation	nombre œuf/tête
Poules pondeuses « standard »	370-380 jours	1,9 kg	2,1	320

* Indice de consommation : quantité d'aliment (kg) pour produire un kg d'animal

Autres paramètres pouvant intéresser la gestion d'une exploitation en cas d'accident affectant une installation nucléaire :

- Production de paille (élevage de volailles de chair) : entre 5 et 12 kg paille/m² de bâtiment ;
- Production d'effluents :
 - 150 kg de fumier/m²/an pour les volailles de chair ;
 - 12 (en moyenne) kg de fientes sèches/poule pondeuse/an ;
 - 22 l de lisier/canard produit (canard "à rôtir").
- On considère que les exploitations ont les capacités de stockage d'effluent nécessaire pour stocker d'éventuels déchets contaminés sur le court terme.