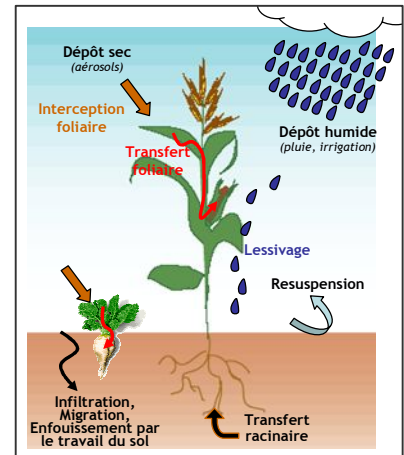


CULTURES DE PLEIN CHAMP ET PRAIRIES

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.

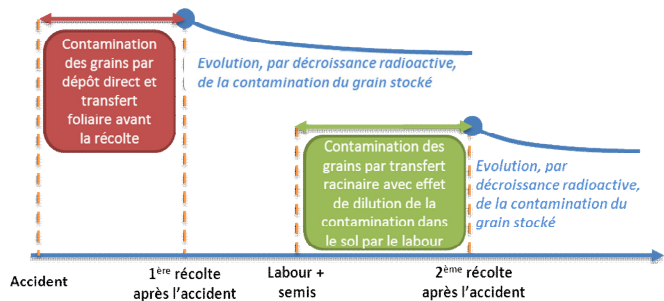
Contrairement au cas des cultures pérennes (ou pluriannuelles), la translocation des radionucléides depuis les organes de réserve de la plante n'intervient pas pour les cultures annuelles voire à cycle court. Le **transfert racinaire**, par contre, devient prédominant dès la culture suivante, sous l'effet 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.

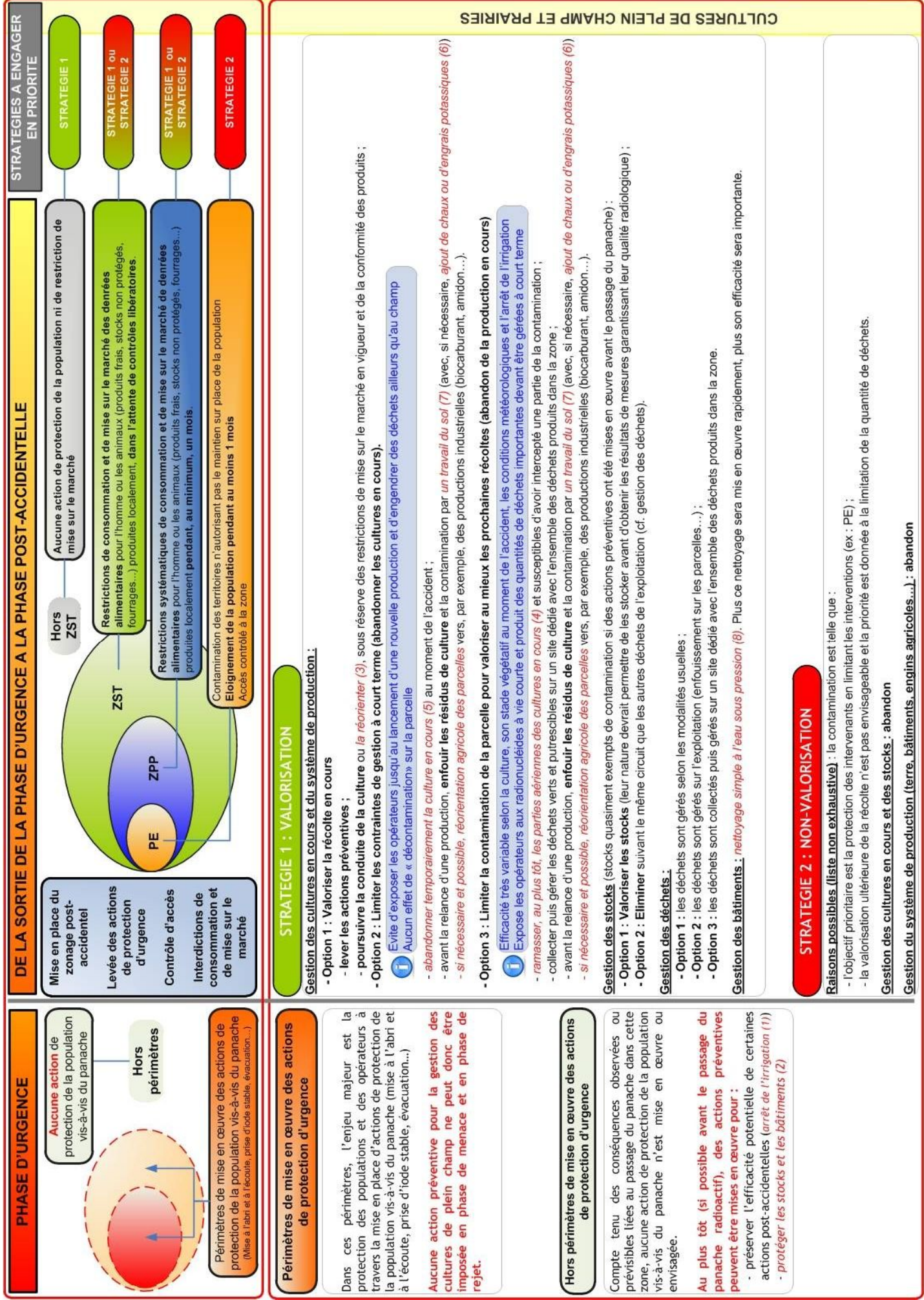
Préparation du sol	Labour ou travail de sol simplifié (avant semis)											
Semis												
Céréales à paille (sauf orge et avoine de printemps)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Orge et avoine de printemps, maïs, pois, féverole	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pomme de terre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Récolte						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

INFLUENCE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES PENDANT ET APRES L'ACCIDENT

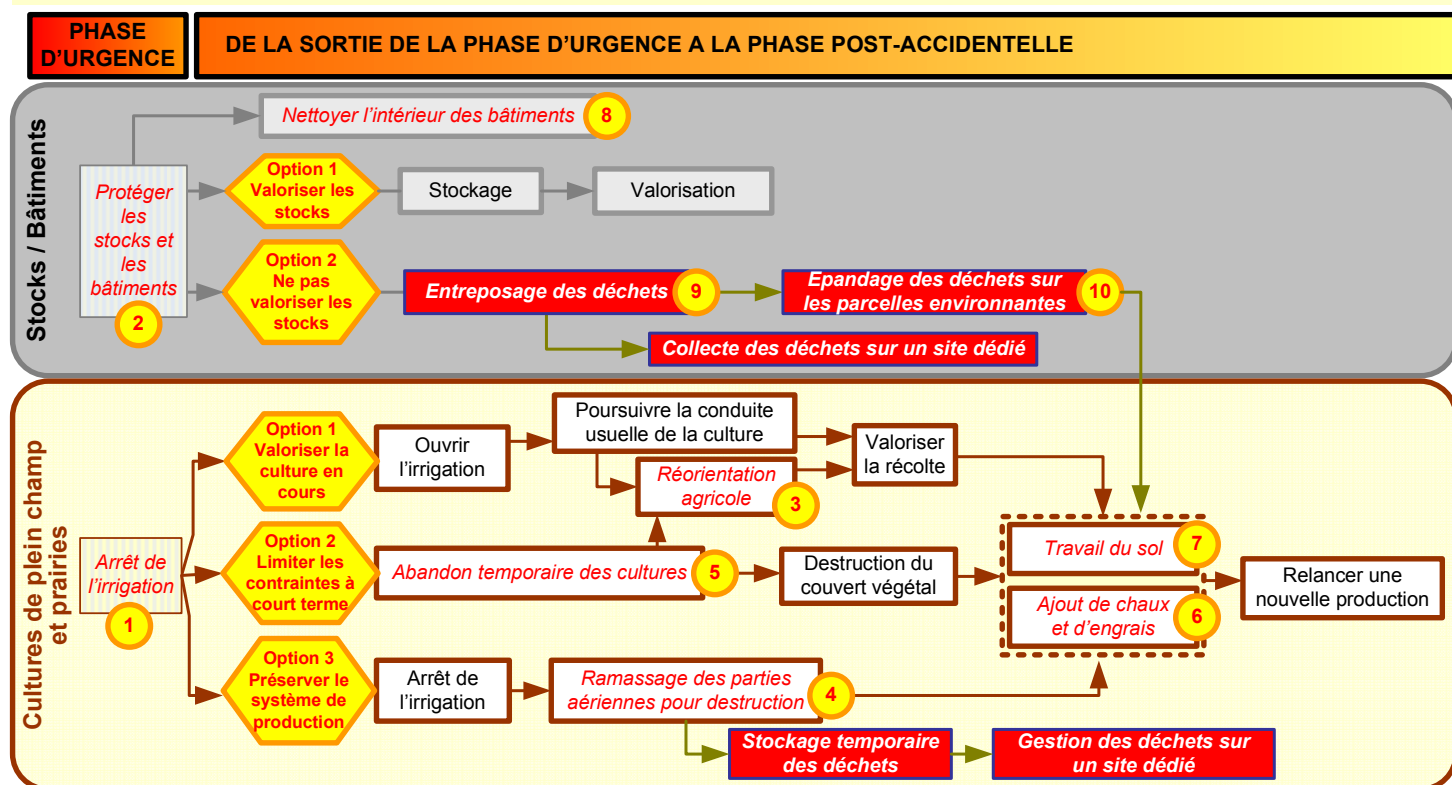
En cas de dépôt sec, pour un accident ayant eu lieu dans les semaines qui précèdent la récolte, une partie non négligeable de la contamination peut être interceptée par les parties aériennes des plantes.

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.



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).



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 (coupure de l'alimentation électrique)	5 minutes à 3 heures	Faible (sauf si les points d'eau sont éloignés)

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.

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 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.

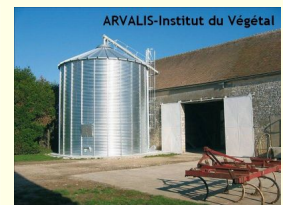
stockage de céréales en vrac dans un hangar



Ventilateur d'un silo à céréales

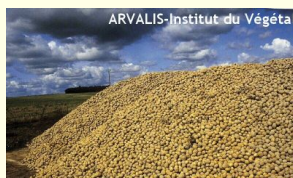


Silo « tour »



- **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 ½ 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 (inévitabile).

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

	Aliments pour bétail (radioactivité cumulée en ¹³⁴ Cs et ¹³⁷ Cs en Bq/kg)
Porcs	1 250
Volaille	2 500
Autres animaux	5 000

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

	Denrées alimentaires (radioactivité cumulée en ¹³⁴ Cs et ¹³⁷ Cs en Bq/kg)
Nourrissons	400
Produits laitiers	1 000
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.

Limiter 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.

LEVÉE 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.

STRATEGIE

VALORISATION / NON-VALORISATION

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.

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.



Nicole Cornec

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.

LEVÉE 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.

STRATEGIE

VALORISATION

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 une filière spécialisée (ex : silos de betterave).

Stocks peu aqueux et peu putrescibles

~~Stocks très aqueux et putrescibles
(ex : silos de betteraves)~~

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 (en fonction des volumes à manipuler)	Faible à moyenne (en fonction des volumes à manipuler)	Faible (déchets peu ou pas contaminés)

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.

LEVÉE 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 (en fonction du type et du volume à manipuler)	Moyenne à importante (en fonction des volumes à manipuler)	Variable Faible pour les déchets peu ou pas contaminés Variable selon la contamination des terres agricoles

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.**