

# 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 %).

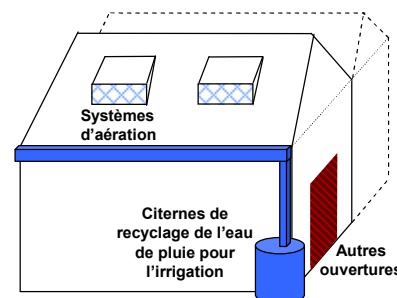


## PRINCIPALES VOIES DE CONTAMINATION DE L'INTERIEUR DES ABRIS

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

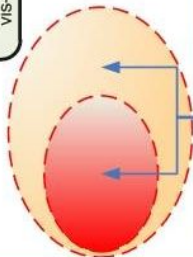
Les cultures sous abris sont présentes tout au long de l'année, avec une gestion permanente de l'ambiance (température, hygrométrie...) à l'intérieur des abris par des systèmes d'aération.

**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'ode 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

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...) 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

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.

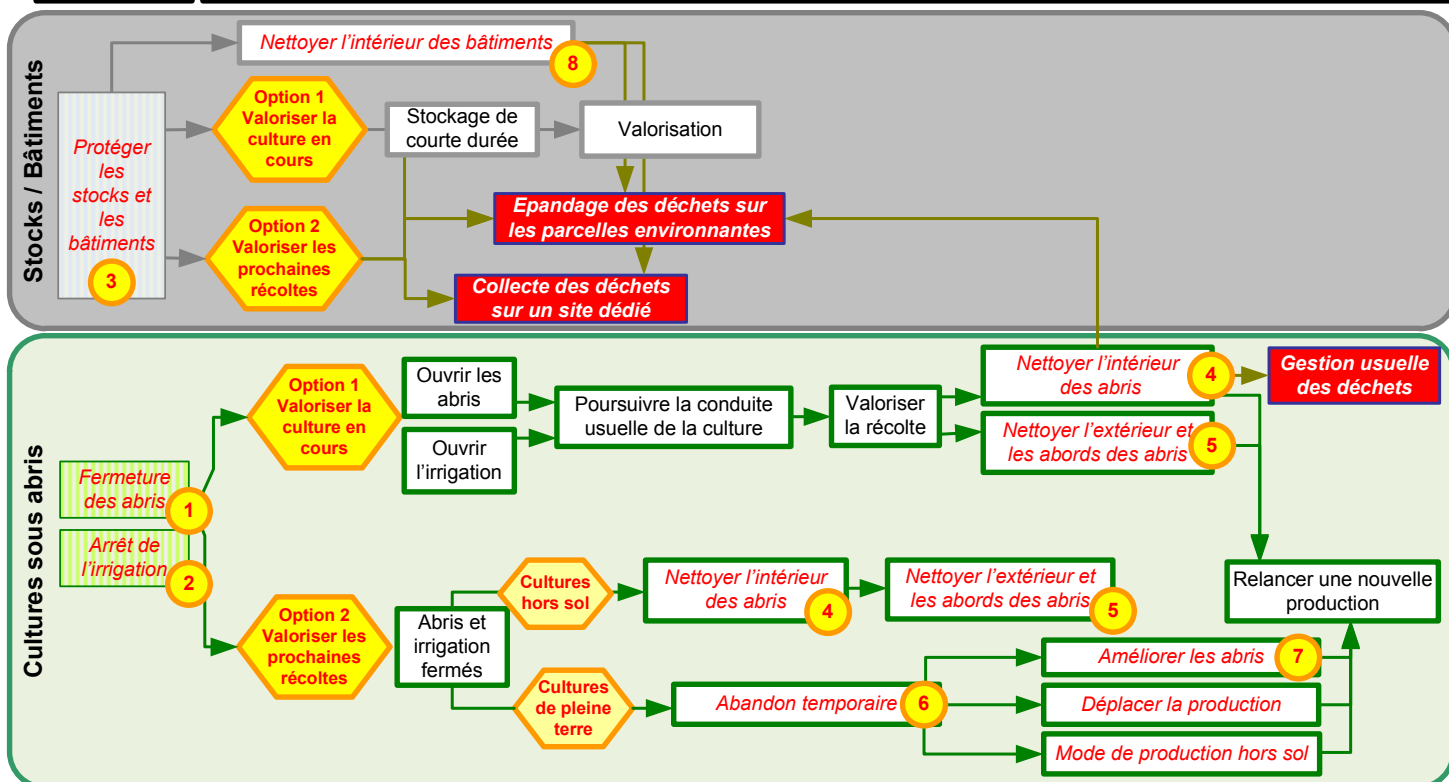
**Gestion des cultures en cours et des stocks :** abandon

**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 épandage 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 épandage 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	<del>Abris dont la ressource en eau n'est pas sensible <i>(eau de forage...)</i></del>
---	----------	--

**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 O<sub>2</sub> et très riche en CO<sub>2</sub> (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 <sup>2</sup>	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).

## **LEVÉE 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

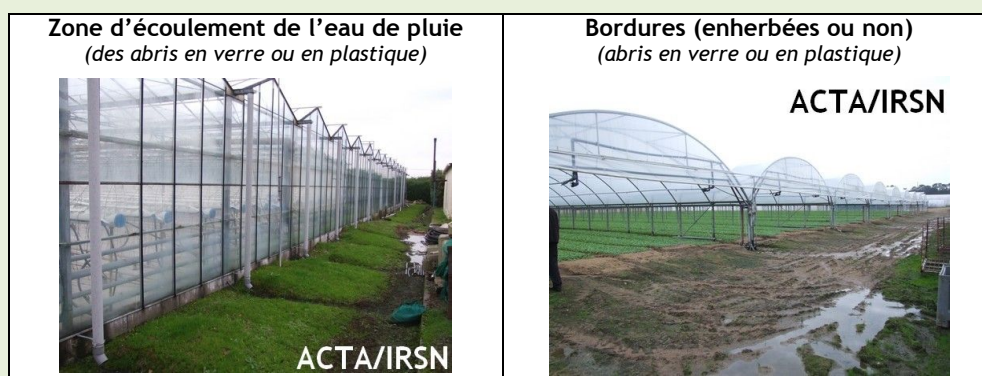
L'objectif de cette action est double :

- 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 /m<sup>2</sup> 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.

<b>Abris de cultures hors sol</b> <i>(serres en verre, serres en plastique)</i>	<b>Abris des cultures de pleine terre</b> <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 <sup>2</sup>
Travail du sol	Facile	Quelques heures	-
Décapage local (sur 5 cm)	Importante	Plusieurs jours	70 kg /m <sup>2</sup> (terre) soit ≈ 4 m <sup>3</sup>
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.

## **LEVÉE 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.