

# Scram : dispersion atmosphérique et retombée des particules radioactives



Photo : Cheminée de rejets des effluents gazeux radioactifs des réacteurs 1 et 2 de la CN de Cruas-Meyssse

[ZOOM Haute Définition](#)

## Scram : dispersion atmosphérique et retombée en panache des particules radioactives

L'émission de contaminants particulaires sous forme d'aérosols par les cheminées de rejets des effluents gazeux radioactifs des centrales nucléaires est en principe filtrée, néanmoins dans le cas de scram (arrêt d'urgence à chaud), [les filtres](#) sont rapidement saturés et les aérosols radioactifs se retrouvent dans l'air ambiant sous forme de panache, ceci indépendamment des surpressions possibles dans le circuit primaire ou secondaire [évacuées par les soupapes](#).

En l'absence de spécialistes chargés de la surveillance et présents in situ lors d'un scram (arrêt d'urgence), la stratégie de localisation de la zone contaminée par les particules qui ne peut être qu'à postériori repose sur une méthodologie par recherches comparatives. Des mesures surfaciques de doses efficaces radiatives d'activité au sol (surfacique) des dépôts de contaminants sont réalisées en de nombreux points afin de localiser tant faire se peut la zone impactée par les retombées des particules d'aérosols radioactifs du panache.

**La phénoménologie de la dispersion des particules dans l'atmosphère et leurs traçabilités** est une discipline scientifique très complexe qui inclut de nombreux paramètres dont l'absence ou la présence de vent qui va déterminer dans une première approche la zone de retombées.

Plus le vent est prédominant, plus l'axe de la dispersion sera étroit et la zone de retombée éloignée.

La diffusion des particules contaminantes est décomposée en phases successives d'ascension, de dispersion directionnelle ou omnidirectionnelle, de temps de transport ou temps de séjours avant le dépôt, toutes ces phases étant régentées par les mécanismes des conditions météorologiques et la configuration géographique des lieux.

Ceci a été parfaitement mis en évidence dans le cas de la catastrophe de Fukushima où certaines zones situées à quelques kilomètres de la centrale nucléaire ont été faiblement contaminées, alors que d'autres zones situées à plusieurs dizaines de kilomètres ont été fortement contaminées.

En conséquence depuis Fukushima tous les modèles d'alertes nucléaires basés sur des cercles concentriques de distances sont devenus obsolètes.

Pareillement par comparatifs d'exemples récents lors du scram du réacteur n°4 de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse du 28 juin 2014, un vent très faible nord-sud a engendré les dépôts particulaires contaminants en mitoyenneté de la centrale nucléaire [sur la ViaRhôna \(zone de 200 à 1000 m\)](#), alors qu'un vent violent nord-sud avec des pointes à plus de 72 km/h lors du scram du réacteur n°1 du 21 octobre 2014 a engendré les dépôts particulaires contaminants du panache à plusieurs kilomètres localisés au nord-est [de Montélimar \(Ancône\)](#) avec [aucun dépôt constaté sur la ViaRhôna](#).

**Une étude du Centre Régional de Documentation Pédagogique (CRD) d'Amiens** précise les facteurs météorologique influençant la dispersion des polluants :

*"- Le vent : La vitesse du vent augmente avec le gradient de pression entre anticyclone (zone de haute pression) et dépression (zone de basse pression). À la surface de la Terre, les différents obstacles ralentissent la vitesse du vent.*

L'épaisseur de cette « couche de frottement » varie de 500 à 1 000 mètres. La vitesse du vent augmente donc avec l'altitude. D'autre part, le « profil » de vitesse du vent ou ensemble des vitesses moyennes est différent le jour ou la nuit.

Le jour, les courants de convection thermique ramènent rapidement au sol l'air qui se déplace en altitude, renforçant ainsi les vents de surface. Par contre, la nuit, la convection thermique plus faible accentue les vents d'altitude. Le vent a une grande importance dans la diffusion des polluants atmosphériques.

**Ainsi, avec un vent de force moyenne et de mauvaises conditions de rejet des effluents (cheminée trop basse, vitesse d'éjection des gaz insuffisante, etc.), il peut se produire un phénomène de retombée en panache vers le sol."**

#### **- Phénomène de retombée en panache :**

En sortant de la cheminée de rejets des effluents gazeux radioactifs des réacteurs et en montant dans l'atmosphère les particules radioactives se refroidissent, "il en résulte que l'ascension d'un volume d'effluents de type aérosols dépend de la différence entre sa température et celle des couches d'air qu'il traverse, sachant que l'effluent peut, en montant, se refroidir plus ou moins vite que l'air ambiant. Le taux de refroidissement théorique de l'air lorsqu'il est ascendant, déterminé dans des conditions physico-chimiques expérimentales bien définies, est appelé gradient adiabatique. Il est de - 1 °C pour 100 mètres d'élévation quand l'air n'est pas saturé en vapeur d'eau et de - 0,55 °C s'il est saturé en vapeur d'eau, en moyenne, on observe un refroidissement de 0,6 °C tous les 100 m."

"La comparaison entre le gradient adiabatique et le gradient réel des températures de l'air est une référence qui permet de définir l'état de stabilité de l'air à un moment donné. On définit trois situations types qui jouent un rôle dans la diffusion et le transport des polluants :

- l'indifférence : la décroissance verticale de la température dans l'air étudié est égale au gradient adiabatique
- l'instabilité : la décroissance verticale des températures dans l'air étudié est plus rapide que celle du gradient adiabatique
- la stabilité : la décroissance verticale des températures dans l'air étudié est plus lente que celle du gradient adiabatique. Il arrive même que la sonde thermique mesure un échauffement lorsqu'elle s'élève : l'air est plus chaud en altitude qu'au sol. On parle alors d'inversion du gradient thermique ou improprement d'inversion de température.

Ces différentes situations influencent le comportement des polluants.

En général, l'indifférence ou, mieux encore, l'instabilité, favorisent la dispersion verticale des panaches. En effet, dans ces conditions, un volume d'effluent qui s'élève et se refroidit par détente, demeure toujours plus chaud, donc plus léger que les masses d'air qu'il traverse. Il poursuit donc son ascension, gagne une altitude élevée et se disperse sur une vaste superficie. Les risques de pollution localement concentrée sont alors très réduits.

**En revanche, les situations de stabilité de l'air sont les plus défavorables à la dispersion des polluants et causent souvent des pollutions locales intenses.**

... Lors des conditions d'inversion du gradient thermique, les couches d'air les plus basses sont alors plus froides que les couches supérieures et piègent les polluants. **Ce phénomène est habituellement provoqué la nuit**, par un refroidissement intense de la surface terrestre et de l'air à son contact. L'air situé plus haut est donc plus chaud que l'air inférieur. C'est pourquoi, on parle souvent d'inversion de surface, cause d'une très forte stabilité de l'air. Le jour, le réchauffement progressif du sol sous l'effet du soleil brise cette inversion. Jusqu'à sa dissipation, la couche d'inversion va donc constituer un véritable couvercle invisible qui bloque l'extension des polluants. Le vent généralement faible lors de ces épisodes climatiques, donne aux panaches une allure caractéristique avec faible dispersion verticale et latérale.

#### **Topographie et diffusion des polluants :**

D'une manière générale, les phénomènes météorologiques locaux, la topographie et les obstacles sont des éléments qui modifient la circulation des vents et qui peuvent canaliser l'écoulement des polluants dans des directions privilégiées.

#### **L'influence des régions encaissées :**

Les inversions de températures peuvent résulter de circonstances géographiques particulières, comme dans les régions encaissées où l'air froid plus dense des sommets s'écoule, la nuit, vers les fonds de vallées dans lesquels il s'accumule, provoquant des brouillards qui accentuent le refroidissement. Ainsi, il n'est pas rare de mesurer des gradients anormaux de température : il peut alors faire plus chaud sur les sommets qu'au fond de la vallée. Cette situation est assez fréquente.

#### **Le rôle des versants montagneux :**

Le relief en général exerce une action dynamique sur l'écoulement de l'air. Lorsque le vent heurte un obstacle, son écoulement se trouve perturbé et certains filets d'air contournent la barrière qui leur est opposée, tandis que d'autres tendent à épouser plus ou moins le profil du relief, de sorte qu'une montagne engendre une zone d'ascendance de l'air sur sa face « au vent » suivie d'une zone de subsidence sur sa face « sous le vent ».

#### **Les brises de pente :**

Les brises de pente sont dues à la différence de température entre le sol incliné d'un relief et l'air libre au même niveau. Le jour, sous l'influence du rayonnement solaire, le sol se réchauffe plus vite que l'air libre. L'air au contact du sol devient plus léger et tend donc à s'élever le long de la pente : c'est la brise montante. La nuit au contraire, l'air se refroidit au contact du sol, devient plus dense et s'écoule le long de la pente : c'est la brise descendante. Plus la vallée sera large et la pente bien exposée au soleil, plus la brise de pente sera accentuée."