

Rechercher et traiter la source d'une pollution et sa zone d'impact

4^{ème} Journée technique – DPPR-MEEDDAT - Vendredi 12 décembre 2008
- Etude de cas n°2 -



OBJECTIFS DE LA PRESENTATION

- ❑ **Gestion d'un cas réel** de pollution atmosphérique accidentelle par du nickel issu d'une unité de traitement de surfaces d'une usine implantée en zone urbaine.

- ❑ **Démarche itérative de diagnostic, d'évaluation et de gestion des impacts**, réalisée en 2007 et 2008 en référence à la méthodologie nationale en matière de gestion des sites et sols (*potentiellement*) pollués, *définie par les Circulaires du 8 février 2007 du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT)*, et également en prenant en compte les aspects « communication auprès de la population » et « gestion des plaintes des riverains ».



CONTEXTE DE L'ACCIDENT

Lieu de l'accident : atelier de traitement de surface d'une usine implantée en zone péri-urbaine.

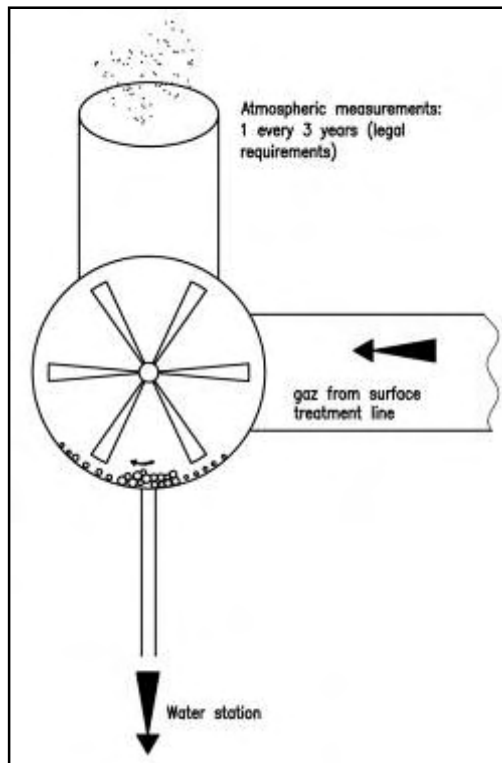
Origine de l'accident : dysfonctionnement durant quelques heures du ventilateur d'extraction des gaz d'une ligne de traitement de surface (procédé de nickelage électrolytique), suite à une opération de maintenance.

En fonctionnement normal...

- Aspiration des vapeurs acides chargées en nickel
- Retombée des vésicules de nickel dans le ventilateur
- Récupération des éluats par le système de vidange
- Acheminement vers la station de traitement des eaux

A l'issue de l'opération de maintenance...

- Retombée des vésicules de nickel collées aux pales
- Obstruction du système de vidange
- Remise en route du système de ventilation à grande vitesse pour quelques heures (test)
- **IMPACT GÉNÉRÉ** : Remobilisation et évacuation dans l'atmosphère de gouttelettes d'acides et chlorures de nickel provenant des bains, ainsi que de vésicules de nickel
- Retombées particulières au droit des zones habitées proches de l'usine, sous influence des vents dominants locaux.



CONTEXTE DE L'ACCIDENT

Pollution atmosphérique accidentelle : origine et impacts constatés sur le terrain.



Stratégie de gestion de la pollution accidentelle – 1/2 (Préfecture – Mairie – Exploitant)

A – Sur la base des premiers constats d’impacts visuels sur le terrain, et du recueil des plaintes de riverains en Mairie : définition par l’administration d’un rayon de 500 mètres autour de la zone source de pollution (*env. 80 ha*), avec interdiction de consommer les fruits et légumes autoproduits, d’utiliser les eaux de pluie, de se baigner dans les piscines privées, et également interdiction de récolter les céréales ou le fourrage pour animaux d’élevage ;

B – Arrêt de l’usine, jusqu’à réparation et remise en état du système de traitement défectueux ;

C – Demande, faite à l’exploitant, pour intervention rapide d’un bureau d’études spécialisé pour la réalisation d’un diagnostic de pollution *hors site* sur l’ensemble des milieux *visiblement ou potentiellement* impactés (sols, eaux, végétaux) à l’issue de la pollution accidentelle atmosphérique. Définition préalable d’un plan d’échantillonnage de ces milieux pour analyses.



Stratégie de gestion de la pollution accidentelle – 2/2

D – A l'issue du diagnostic, sur la base du plan d'échantillonnage prédéfini : réalisation, par itération, d'une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) prenant en compte en premier lieu les expositions liées à la pollution par le Ni des milieux impactés (sols, eaux et végétaux), et, également, les expositions liées aux émissions atmosphériques du site en Ni particulières, mesurées après l'accident, donc générées en fonctionnement normal de la ligne de traitement de surfaces au Ni à l'origine de la pollution accidentelle ;

E – Si nécessaire : GESTION = engagement de travaux de dépollution.

Après mise en œuvre des mesures de réparation des dégâts, suite aux études de terrain, aux contrôles et suivis réalisés sur les milieux et aux premiers résultats de l'EQRS : réunion en préfecture pour statuer sur les interdictions de consommer prises en tant que mesure de première urgence.

Puis communication des résultats et gestion des plaintes des riverains.



STRATEGIE DE GESTION MISE EN PLACE

Synthèse des opérations réalisées à l'issue des mesures de première urgence :

- 1- Remise en état du système de traitement défectueux,
Contrôle du bon fonctionnement du système de traitement,
Mesures de l'atmosphère en sortie de cheminée *pour contrôle des teneurs en nickel ;*
- 2- **Reconnaissance préalable de tous les milieux (potentiellement) impactés ;**
- 3- **Définition et validation du plan d'échantillonnage des milieux sols-eaux-végétaux pour analyses et diagnostics de pollution *hors site.***

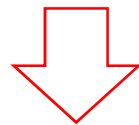


Schéma conceptuel

Délimitation des zones impactées



SCHEMA CONCEPTUEL : contexte de pollution

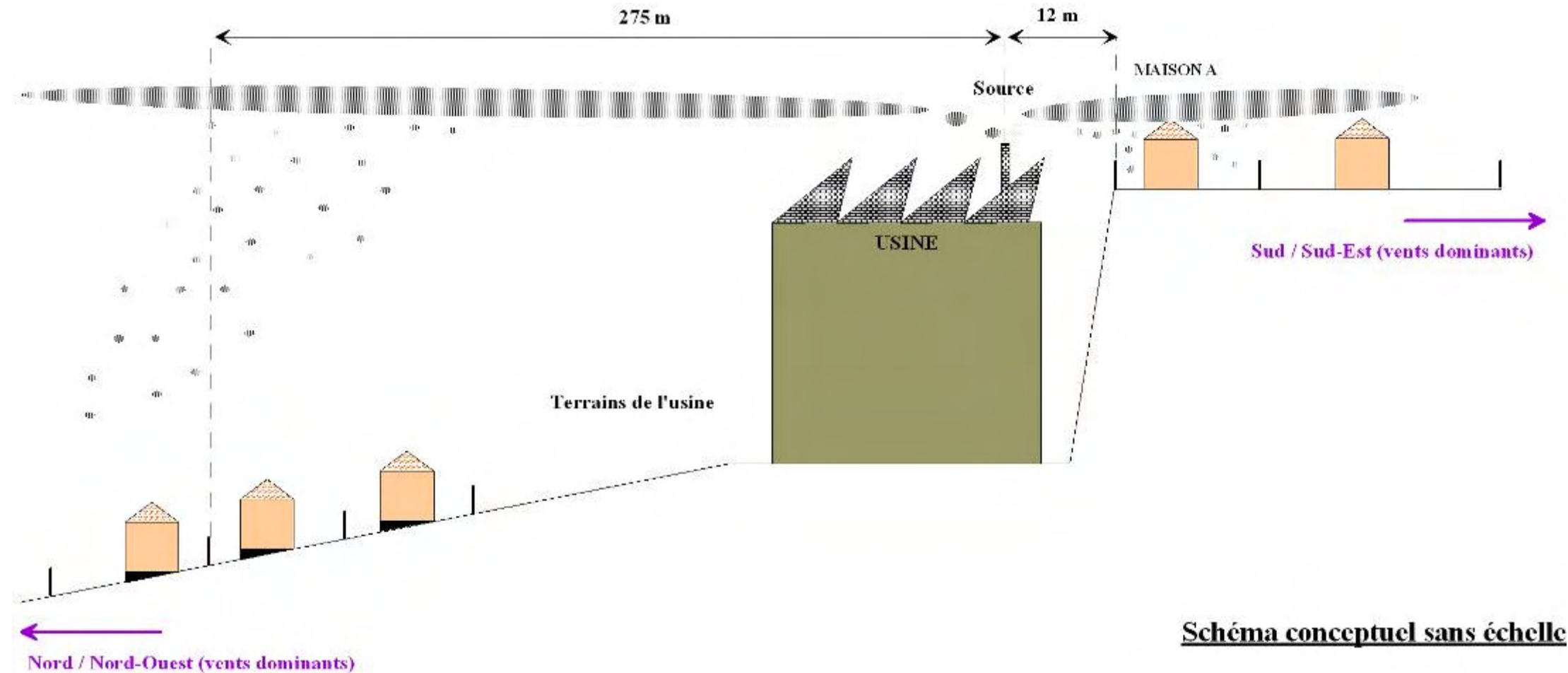


Schéma conceptuel sans échelle



ETAPE 1 : INVESTIGATIONS SUR LES DIFFERENTS MILIEUX

PLAN D'ECHANTILLONNAGE DEFINI POUR LE DIAGNOSTIC DES MILIEUX

Milieus investigués :

- **Sols** : jardins, potagers et champs, aires de jeux et terrains de sport, sédiments (cours d'eau et étangs),
- **Eaux superficielles** : piscines, étangs, récupérateurs d'eau de pluie en maison individuelle avec jardin,
- **Eaux souterraines** : puits particuliers,
- **Végétaux** : fruits, légumes (parties aériennes et racinaires), céréales, arbres et arbustes, herbacées.

Critères de sélection des échantillons prélevés pour analyses :

- Parcelles les plus impactées visuellement,
- Plaintes de la population et des riverains du site déposées en Mairie,
- Etablissements sensibles (écoles, crèches, terrains de sport, aires de jeux...),
- Demandes spécifiques de la DRIRE et de la DDAF.

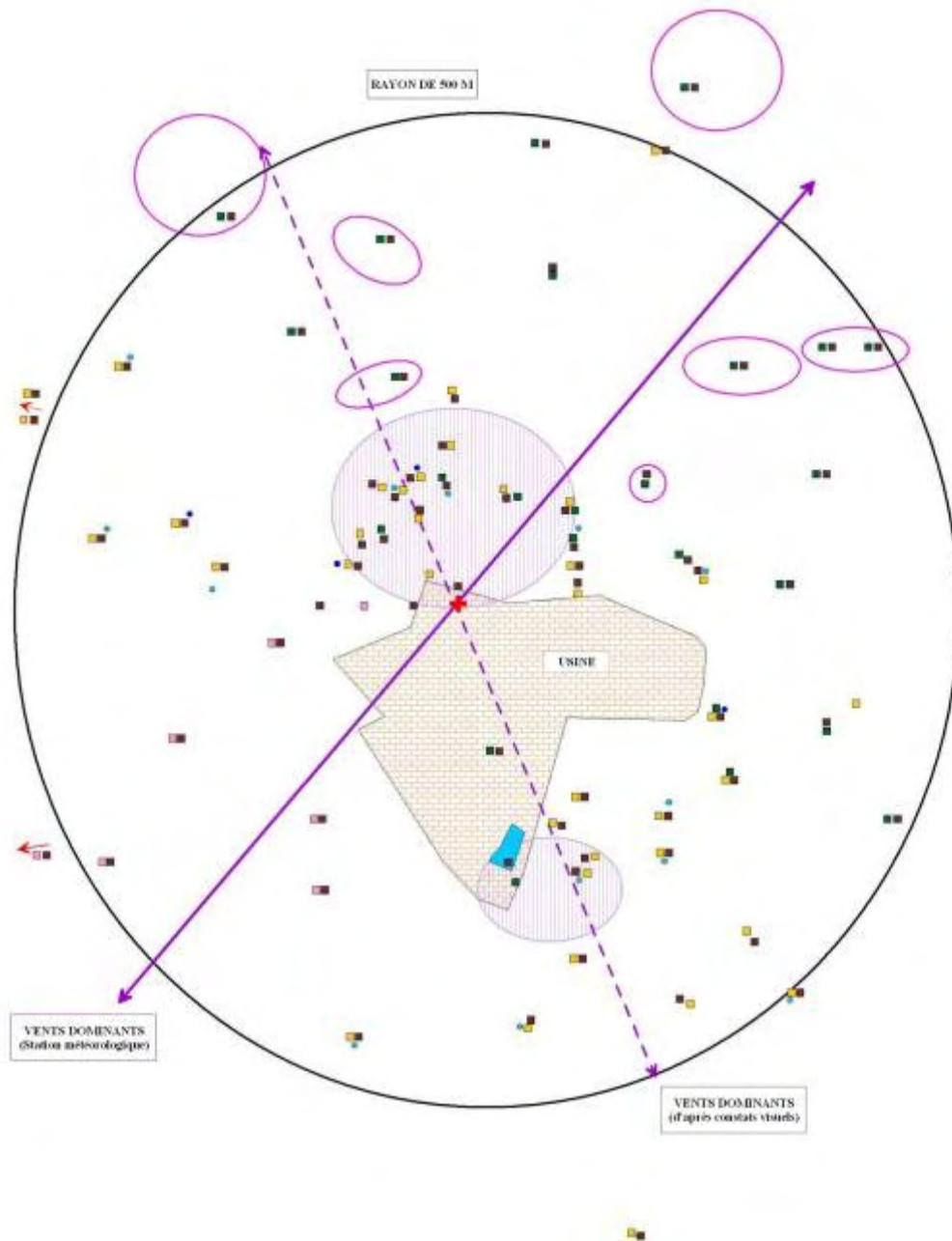


Premier diagnostic : Prélèvements pour analyses de 69 échantillons de sols, 148 échantillons de végétaux (feuilles, fruits, légumes, céréales, racines, tubercules...), et 19 échantillons d'eaux superficielles et souterraines, dans un rayon de 500 mètres autour de l'usine ;

Prélèvements également de « blancs » sur ces milieux, réalisés en dehors de la zone d'impact reconnue visuellement et définie en préalable.



ETAPE 1 : INVESTIGATIONS SUR LES DIFFERENTS MILIEUX



Légende :

- Végétaux consommés (potager-verger) : prélèvements de légumes et/ou de fruits, et leurs feuilles
- Production agricole : prélèvements de céréales, fourrages
- Végétaux d'ornement type arbres, arbustes et/ou pelouses : prélèvements de feuilles
- Prélèvements de Sols : terre végétale ou sable
- Plan d'eau, piscine ou stockage des eaux de pluie : prélèvements d'eaux superficielles
- Puits ou piézomètres : prélèvements d'eaux souterraines
- Zones sensibles accueillant des enfants (écoles, aires de jeux...)

***Répartition spatiale des échantillons**
prélevés sur les différents milieux analysés
dans le cadre d'un premier diagnostic,
avec, entre autres, repérage des zones
réputées sensibles, accueillant des enfants,
et des zones visuellement impactées,
sous influence des vents dominants locaux.*

ETAPE 1 : INVESTIGATIONS SUR LES DIFFERENTS MILIEUX

1- Mesures atmosphériques de nickel en sortie de cheminée

→ résultat : conformité vis-à-vis du seuil de rejets atmosphériques en vigueur (mesures après accident).

2- Analyses de nickel sur des échantillons de sols et végétaux prélevés en périphérie de l'usine

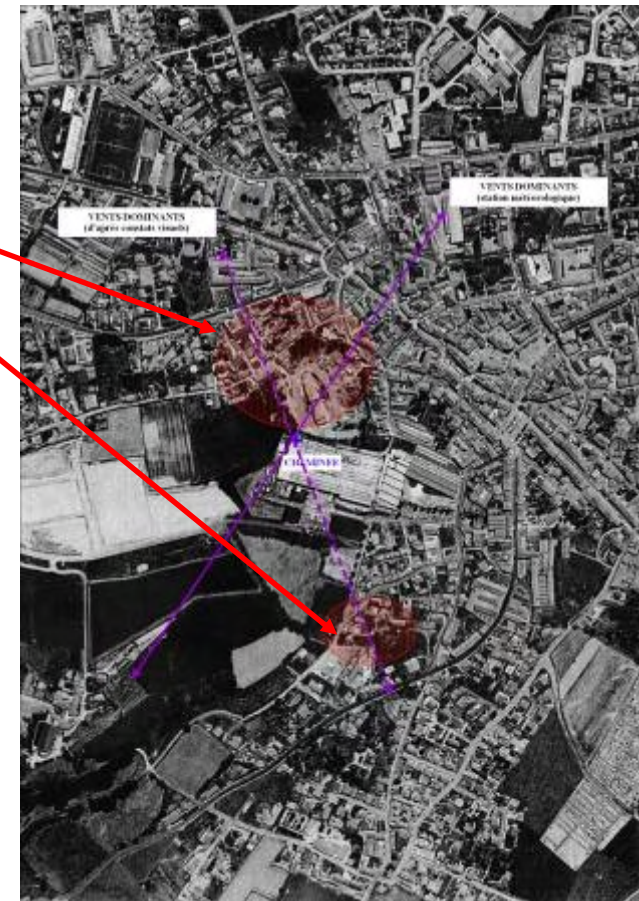
→ teneurs comparables au fond géochimique des sols (BSS-BRGM, INRA), sauf maison la plus proche ;

→ teneurs élevées sur certains végétaux de jardins particuliers et jardins potagers (surtout les feuilles...).

3- Inspections visuelles sur les milieux

→ impacts constatés sur les végétaux des habitations sous influence des vents dominants : 2 zones

(direction des vents dominants corrigée selon observations de terrain)



ETAPE 1 : INVESTIGATIONS SUR LES DIFFERENTS MILIEUX

PREMIERE SYNTHESE : Résultats du premier diagnostic sur les milieux Propositions préalables de gestion pour la réparation des dégâts constatés.

✓ Eaux souterraines

Aucun impact au Ni : valeurs inférieures à la valeur réglementaire du Code de la Santé Publique (Annexe I.I)

➡ **Aucune action nécessaire** : la nappe transitant au droit de la zone concernée n'est pas impactée.

✓ Eaux superficielles

Impact au Ni constaté sur 4 échantillons (récupérateurs d'eau de pluie pour arrosage de jardins individuels)

➡ **Dépollution à engager** : les eaux pluviales ont été récupérées et prises en charge par l'usine pour envoi dans la station de traitement (STEP) interne au site.

✓ Sols

Impact au Ni sur la parcelle de la maison la plus proche du site (teneurs supérieures au fond géochimique)

➡ **Proposition** : Excavation, après évaluation des volumes à traiter, et évacuation de la couche superficielle, puis remise en état de la zone impactée avec de la terre végétale saine.

✓ Végétaux

Impact au Ni constaté principalement sur végétation d'ornement ou sur des parties non consommables de végétaux cultivés.

➡ **Action** : En attente des résultats de l'EQRS, maintien de l'interdiction de consommer des végétaux et des céréales plantés avant l'accident, et Réalisation d'analyses complémentaires sur les végétaux plantés ou semés après l'accident (cf. processus itératif de tout diagnostic).

➡ **Puis Etape 2** : Mise en œuvre de l'Evaluation Quantitative des Risques sanitaires (EQRS)



ETAPE 2 : EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS)

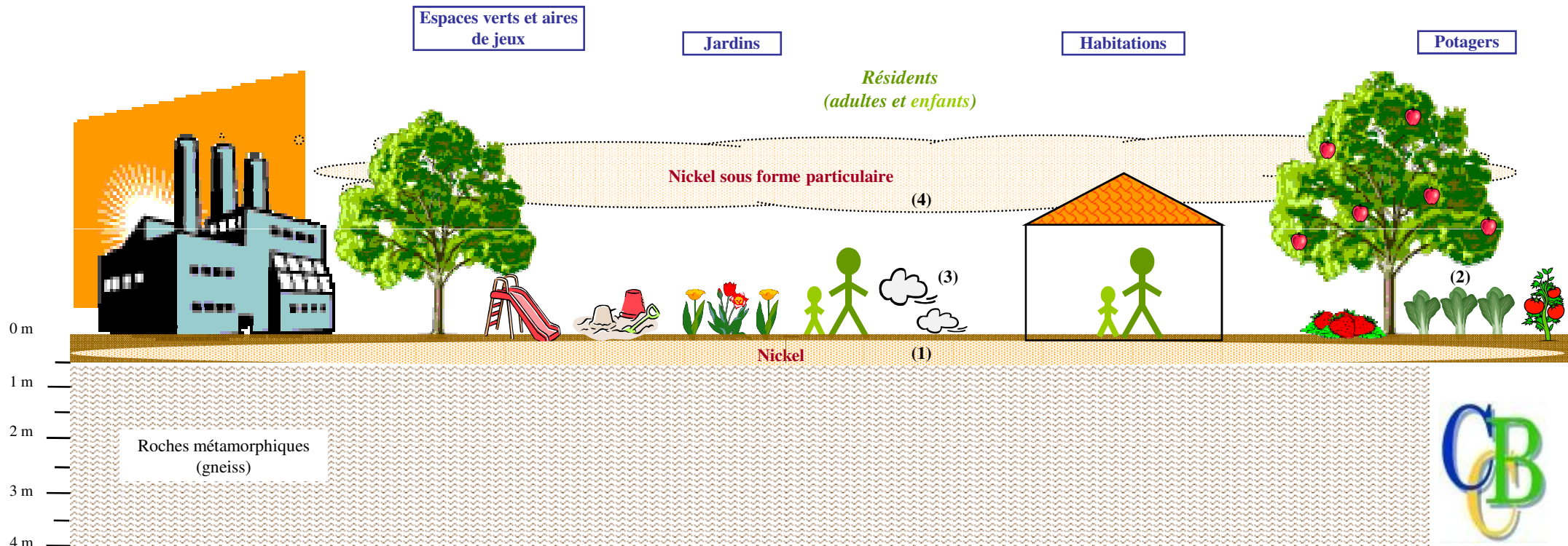
SCHEMA DE FONCTIONNEMENT de l'usine et de sa périphérie sous zone d'impact du panache

ENJEUX :

Habitants dans les zones de plein-air des résidences et à l'intérieur des habitations en périphérie de l'usine

VOIES D'EXPOSITION :

- (1) Inhalation de polluants sous forme particulaire issus des rejets atmosphériques de l'usine en fonctionnement normal (dans les habitations et les zones de plein air)
- (2) Inhalation de poussières de sols
- (3) Ingestion de fruits et légumes cultivés sur les sols en place (métrologie + modélisation)
- (4) Ingestion de sols



ETAPE 2 : EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS)

SYNTHESE DES PREMIERS CALCULS - EQRS :

Avec des hypothèses conservatoires, majorantes et sécuritaires (sur les paramètres : durée et fréquence d'exposition)

→ pour les résidents **adultes** : concentrations en Ni dans les milieux sont **compatibles** avec l'usage constaté ou possible.

→ pour les résidents **enfants** : concentrations dans les milieux **non compatibles** avec l'usage constaté ou possible.

Voie d'exposition engendrant ce risque : inhalation de nickel sous forme particulaire à l'intérieur de l'habitation A, la plus proche de l'usine (avec rejets atmosphériques de l'usine respectant par ailleurs largement les normes après l'accident).

RESULTATS DE L'EQRS POUR LES MILIEUX SOLS ET VEGETAUX :

Milieux sol et végétaux :

Les voies relatives à l'exposition directe aux sols au droit des zones extérieures n'entraînent aucun risque pour la santé des résidents adultes et enfants

➡ **Toutefois, par application du principe de précaution, et suite aux plaintes de riverains :**

. Interdiction de consommer les fruits et légumes plantés avant l'accident (envoi en déchetteries ou destruction).

. Travaux de dépollution des sols au droit des terrains impactés de la maison A (gazon visiblement impacté et teneurs en Ni supérieures au FGN local-régional).



ETAPE 3 : INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

(cf. processus itératif)

DEFINITION D'UN PLAN D'ECHANTILLONNAGE COMPLEMENTAIRE (investigations réalisées suite au premier diagnostic des milieux : contrôles complémentaires pour gestion des impacts constatés)

Milieux investigués :

→ **Sols** : impact constaté au niveau maison A (*la plus proche de l'usine*)

→ **Végétaux** : légumes (parties aériennes et racinaires),
analyses de végétaux plantés après l'accident.

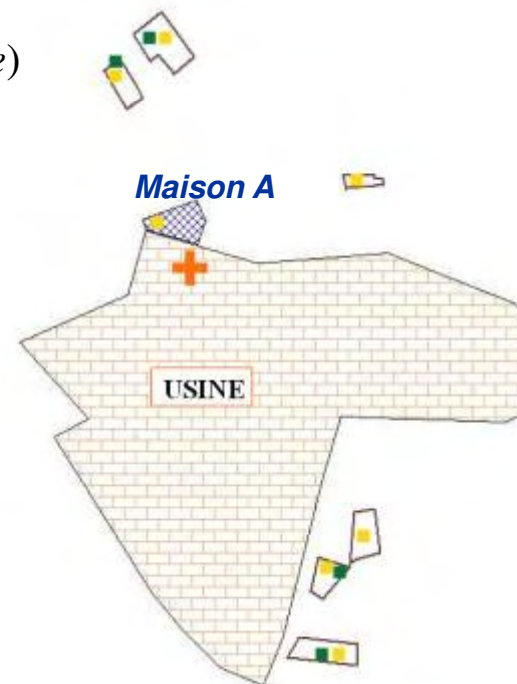
Critères de sélection pris en compte :

→ Parcelles les plus impactées visuellement, repérées à l'issue de l'accident,





→ Parcelles ayant déjà été contrôlées lors des premières investigations réalisées après l'accident : vérifications sur végétaux.

➔ **. 15 échantillons complémentaires de sols**
(5 points de prélèvement en périphérie de la maison A sur 3 pas de profondeur : 0-0,05 / 0,05-0,15 / 0,15-0,30) : afin d'estimer les volumes de sols à traiter par rapport au fond géochimique local et régional.

. 15 échantillons complémentaires de végétaux (légumes de potagers) : afin de vérifier les éventuels impacts sur les légumes autoproduits plantés avant et après la pollution accidentelle.



Légende

-  Parcelle ayant fait l'objet d'investigations complémentaires de sols
-  Parcelle ayant fait l'objet d'investigations complémentaires de végétaux
-  Prélèvement de pommes de terre non autorisées à la consommation
-  Prélèvement de végétaux autorisés à la consommation (salades, carottes, pommes de terre et haricots)



ETAPE 3 : INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

(cf. processus itératif)

**A l'issue du diagnostic complémentaire sur les milieux sols et végétaux :
SYNTHESE et PRECONISATIONS en vue de la GESTION DES IMPACTS CONSTATES**

✓ Sols

- Mise en évidence d'un impact superficiel et limité en bordure Nord-Ouest de l'usine (cf. habitation la plus proche) ;
- Concentrations les plus importantes en Ni (> fond géochimique naturel local) sur l'horizon superficiel : 0-0,15 m.

➔ **Travaux de dépollution engagés à titre préventif, et suite aux plaintes des riverains (gazon brûlé) :**

1. Terrassement des terres par une entreprise spécialisée sur une base de 25 tonnes ;
2. Tri des terres afin d'optimiser les coûts de dépollution ;
3. Élimination et transport des terres en filières agréées ;
4. Réalisation d'un prélèvement en fond de fouille pour contrôle des teneurs en nickel ;
5. Remblaiement des excavations avec de la terre végétale saine.

✓ Végétaux

- Absence d'impact sur la végétation (légumes) plantée après l'accident.

➔ **DÉCISIONS : Levée de l'interdiction de consommer des fruits et légumes, Réalisation d'une campagne de suivi et de contrôle des milieux air, sol et végétaux au printemps suivant (1 an après pollution accidentelle), Puis mise à jour de l'EQRS afin de conclure sur les éventuels risques sanitaires, Communication des résultats aux riverains de l'usine.**



ETAPE 4 : TRAVAUX DE DEPOLLUTION AU DROIT DE LA MAISON A

Environ 20 tonnes de terres excavées ont été évacuées en Centre de Stockage de Déchets de Classe 2



→ Contrôles en fond de fouilles : *teneurs en Ni de l'ordre du fond géochimique naturel local et régional*

ETAPE 5 : CAMPAGNE de SUIVI – CONTRÔLE au PRINTEMPS SUIVANT

CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DES VÉGÉTAUX

Investigations réalisées au printemps suivant (1 an après accident) : pour contrôle des milieux impactés

Critères de sélection pris en compte :

- Zones considérées comme les plus impactées lors des diagnostics réalisés à l'issue de l'accident,
- Prélèvements privilégiés au droit des jardins potagers (*contrôle pour mise à jour de l'EQRS initiale*).

 **21 échantillons de sols - 28 échantillons de végétaux : pour contrôle 1 an après accident.**

Résultats :

✓ Sols :

- Concentrations en Ni du même ordre de grandeur que celles obtenues à l'issue de l'accident, au droit des mêmes points de prélèvement au niveau des sols superficiels.
- La moyenne obtenue sur les teneurs en Ni, mesurées dans les sols superficiels, est du même ordre de grandeur que le fond géochimique naturel local et régional.

✓ Végétaux :

- Concentrations en Ni mesurées l'année suivante sont beaucoup plus faibles que celles obtenues à l'issue de l'accident, au droit des mêmes points de prélèvement (*jardins potagers, végétaux identiques*).
- Valeurs relatives les plus « élevées » sont relevées sur échantillons de salades, *aliment réputé par ailleurs naturellement assez riche en nickel d'origine naturelle ...*



ETAPE 6 : MISE A JOUR DE L'EQRS au PRINTEMPS SUIVANT

SYNTHESE et REMARQUES formulées à l'issue de la mise à jour de l'EQRS au printemps suivant

Milieu air : l'inhalation (*hors accident*) reste la voie d'exposition problématique !!!

Un **risque sanitaire potentiel** peut être engendré par inhalation de nickel présent sous forme particulaire dans l'atmosphère intérieur de ces habitations : ce risque a essentiellement pour origine le **rejet actuel** de nickel, dans l'atmosphère, issu de l'atelier de traitement de surfaces en fonctionnement normal.

Remarques concernant les rejets aériens de l'unité de traitement de surfaces :

- **Teneurs moyennes en Ni en sortie de cheminée $\leq 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$** (12 campagnes de mesures depuis l'accident)
- **Norme en vigueur** (Article 26 de l'AM du 30/06/06 pour les rejets de nickel dans l'atmosphère) = **5 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

L'usine est donc, après remise en état de l'unité de traitement de surfaces suite à la pollution accidentelle, bien en conformité avec la réglementation en vigueur à l'heure actuelle pour les installations de traitement de surfaces, avec une valeur de rejet atmosphérique en nickel environ 400 fois inférieure à la norme.



ETAPE 6 : MISE A JOUR DE L'EQRS au PRINTEMPS SUIVANT

SYNTHESE et PRESCRIPTIONS formulées 1 an après l'accident

Mêmes conclusions que l'EQRS initiale, en prenant bien entendu en compte des hypothèses conservatoires et majorantes :

→ pour les résidents **enfants** qui seraient présents dans l'habitation la plus proche du site : les concentrations en Ni dans le milieu « air ambiant intérieur » sont, en fonctionnement normal de l'usine, **potentiellement non compatibles** avec l'usage constaté ou possible.

➔ **ACTION** : après une démarche coûts/avantages, et après avoir passé en revue les MTD/BREF, et réalisé des modélisations aérodispersives, l'usine a engagé des travaux sur son site en vue d'améliorer la dispersion de ses rejets atmosphériques, par la mise en œuvre d'une modification du système d'extraction et d'évacuation, existant actuellement au niveau de son unité de traitement de surfaces.



ETAPE 6 : MISE A JOUR DE L'EQRS au PRINTEMPS SUIVANT

ACTIONS engagées 1 an après l'accident

→ Des opérations de déplacement de la cheminée d'évacuation des rejets atmosphériques issus de l'unité de traitement de surfaces, et d'augmentation des vitesses des gaz en sortie de cheminée, ont été mises en œuvre par l'exploitant

→ Ces aménagements ont été réalisés afin de diminuer - *par effet de dispersion* - les teneurs en nickel atmosphérique (particulaire) au niveau des zones résidentielles réputées sensibles les plus proches du site, et implicitement afin d'éviter, *au mieux des techniques actuellement disponibles*, les risques sanitaires potentiels sur le long terme, issus des émissions de l'usine en fonctionnement normal

(cf. gestion du risque chronique)



CONCLUSIONS – 1/2

➔ La morale de cette histoire : *il faut bien entendu éviter d'aménager ou de maintenir des zones réputées à usage sensible à proximité de sites industriels.*

Dans ce cas précis, si la gestion de la pollution accidentelle n'avait été basée que sur les résultats des calculs de l'EQRS - *sans prendre en compte les plaintes des riverains, et sans gérer également l'impact psychologique généré par cette pollution accidentelle sur la population voisine au site - pratiquement aucune action de traitement n'aurait été engagée sur les milieux sols, eaux et végétaux...*

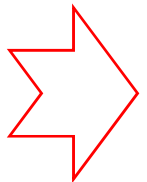
➔ La gestion de la pollution accidentelle a cependant permis de remédier à une problématique d'impact sanitaire *potentiel* sur le milieu air ambiant intérieur de l'habitation la plus proche du site, en fonctionnement normal de l'usine, qui, sans l'EQRS, n'aurait pas été considérée.



CONCLUSIONS – 2/2

Cette étude montre que la notion de zone d'impact et de source de pollution a constamment varié au cours du temps, lors de la réalisation des différentes phases de diagnostic et de caractérisation des milieux :

- . d'abord très large lorsqu'on ne disposait pas de résultats analytiques issus des diagnostics sur les milieux, et qu'il fallait prendre des mesures d'urgence en rapport avec les risques sanitaires et environnementaux *potentiels*, et les plaintes des riverains,**
- . puis affinée lorsque les diagnostics sur les milieux ont pu être lancés, et qu'on était dans une démarche plus « apaisée »,**
- . enfin, révisée lorsque la réponse aux plaintes des riverains et la communication des résultats à la population, *impactée ou non*, ont nécessité de regarder, et éventuellement de gérer, le « problème de pollution » à l'échelle des parcelles hors site (*cf. gestion des plaintes de riverains déposées en Mairie – gestion des impacts constatés - contrôle, après 1 an, des éventuels risques et impacts de l'accident - action sur les émissions chroniques*).**



SOURCE DE POLLUTION = GEOMETRIE VARIABLE
selon le contexte qui prévaut et selon la perception que l'on en a...

