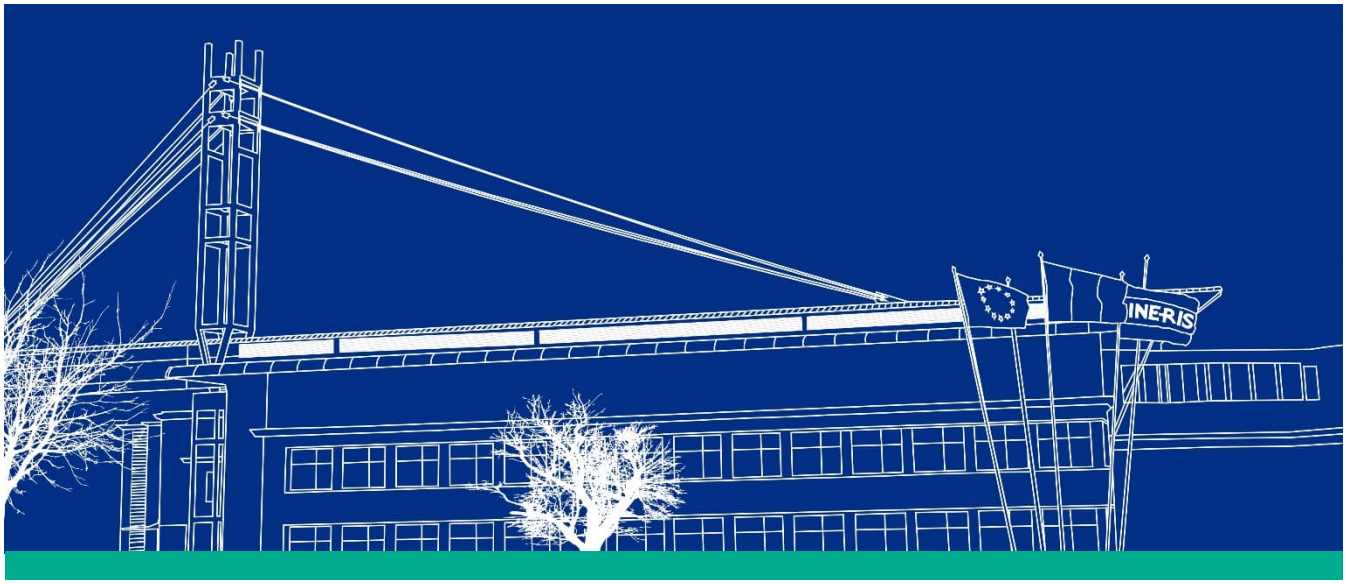
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable



(ID Modèle = 454913)

Ineris - 230517 - 2839279 - v1.0

10/08/2026

Guide d'intervention pour la réalisation des prélèvements environnementaux en phases d'urgence et de suivi immédiat d'un accident industriel.

PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : DIRECTION GENERALE

Rédaction : QUERON Jessica ; CLAUDE Théo

Vérification : CHAUMETTE SYLVAIN; PERRONNET KAREN; BOUDET-DEVIDAL CELINE

Approbation : LEOZ-GARZIANDIA EVA - le 10/08/2026

Contributeurs : AMARA Anis, TROISE Adrien

Table des matières

1 Contexte 5
2 Glossaire 6
2.1 Signification des sigles 6
2.2 Terminologie spécifique 7
3 Investigations environnementales en phases d'urgence et de suivi immédiat 8
3.1 Chronologie observée lors d'un accident 8
3.2 Objectifs 9
4 Finalité des prélèvements et utilisation des résultats 12
4.1 Détermination de la signature chimique 12
4.2 Evaluation de l'exposition par inhalation 12
4.3 Anticipation de l'évaluation de l'exposition par ingestion 13
5 Stratégie d'échantillonnage 14
5.1 Matrices à investiguer 15
5.2 Temporalité des prélèvements 16
5.3 Prélèvements pour la détermination de la signature chimique 17
5.3.1 Signature chimique dans l'air 17
5.3.2 Signature chimique sur les suies, les eaux d'extinction et les sols souillés 19
5.4 Prélèvements pour l'évaluation des risques sanitaires 20
5.4.1 Prélèvements pour l'évaluation de l'exposition de la population par inhalation 20
5.4.2 Prélèvements pour l'évaluation de l'exposition de la population par ingestion 21
5.5 Traçabilité des prélèvements et des mesures 22
5.6 Récapitulatif de la stratégie de prélèvement 22
6 A retenir 24
7 Références 25

Table des figures

Figure 1 : Phases de la gestion d'un événement accidentel et interaction entre les structures de gestion (extrait du guide interministériel de 2012 [4]) 8
Figure 2 : Phasage des prélèvements et mesures à réaliser lors d'un événement accidentel et leurs objectifs 11
Figure 3 : Représentation schématique des différentes durées d'exposition considérées lors de l'établissement de valeurs toxicologiques [5] 13
Figure 4 : Schéma décrivant les voies d'émission considérées dans le cas des incendies (extrait et adapté de la norme NF ISO 26367-1) 14
Figure 5 : Prélèvements associés à la signature chimique 17
Figure 6 : Prélèvements associés à l'évaluation des risques sanitaires pour la voie d'inhalation 20
Figure 7 : Prélèvements dédiés aux valeurs de comparaison 21
Figure 8 : Schéma d'intervention pour la réalisation minimale de prélèvements et de mesures en phases d'urgence ou de suivi immédiat 23

Table des tableaux

Tableau 1 : Matrices à investiguer durant les phases d'urgence et de suivi immédiat en fonction des objectifs visés 15
Tableau 2 : Temporalité des prélèvements à réaliser en phases d'urgence et de suivi immédiat 16

Résumé

Ce **guide d'intervention en phases d'urgence et de suivi immédiat d'un accident industriel** pour la réalisation de prélèvements environnementaux adaptés est destiné prioritairement aux Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), aux bureaux d'études, aux laboratoires d'analyses et aux Services d'incendie et de secours (SIS).

Ce guide vise à compléter l'intervention usuelle de la sécurité civile en phase d'urgence. En effet, la démarche de prélèvement et de mesure sur le terrain proposée permet d'affiner l'identification et la hiérarchisation des polluants et d'éclairer ainsi la décision du gestionnaire de crise. En outre, elle contribue également à optimiser les analyses différées en laboratoire et à préparer l'évaluation des expositions et donc la gestion post-accidentelle, en veillant à ne cibler que les prélèvements prioritaires couvrant l'ensemble des objectifs retenus. La démarche proposée s'applique à tout type d'installations industrielles, et notamment aux sites dits « Seveso » et les entrepôts logistiques soumis à autorisation (rubrique 1510) de l'Avis du 1er décembre 2022 relatif à la prévision et à la mise en œuvre de ces premiers prélèvements environnementaux à effectuer, à l'intérieur et à l'extérieur du site.

Certains accidents d'origine technologique (installations classées ou non, transports de matières dangereuses et canalisations de transport) sont susceptibles d'être à l'origine d'impacts environnementaux et sanitaires à court, moyen et/ou long termes, ce qui nécessite la réalisation de prélèvements adaptés dès que possible.

En effet, la réalisation rapide et fiable de prélèvements environnementaux, à l'intérieur et à l'extérieur du lieu du sinistre, est un enjeu majeur pour l'évaluation et la gestion des impacts potentiels d'accidents d'origine technologique sur l'environnement et la population générale. Ces investigations environnementales doivent être engagées dès les phases d'urgence et de suivi immédiat (au plus tôt par rapport au début du sinistre) et se poursuivre pendant la phase post-accidentelle. Elles répondent aux trois objectifs suivants : (1) déterminer la signature chimique de l'accident, (2) évaluer l'exposition et le risque par inhalation de la population générale avoisinante et (3) disposer de valeurs de comparaison utilisées lors de l'évaluation des risques sanitaires lors de la phase post-accidentelle. Elles nécessitent des précautions méthodologiques pour répondre pleinement à ces objectifs et, notamment, permettre d'alimenter par la suite les démarches d'évaluation et de gestion post-accidentelle des impacts environnementaux et sanitaires, conformément aux dispositions de la Circulaire du 20 février 2012.

Une synthèse des éléments à retenir sur une page est disponible en partie 6, à la fin du guide.

Pour citer ce document, utilisez le lien ci-après :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, Guide d'intervention pour la réalisation des prélèvements environnementaux en phases d'urgence et de suivi immédiat d'un accident industriel, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 230517 - 2839279 - v1.010/08/2026.

Mots-clés :

Phase d'urgence, suivi immédiat, incendie, signature chimique, valeur de comparaison, évaluation des risques sanitaires, retombées atmosphériques, prélèvements conservatoires immédiats, prélèvements environnementaux

1 Contexte

Les accidents d'origine technologique (installations classées ou non, transports de matières dangereuses et canalisations de transport) peuvent entraîner la dispersion dans l'environnement de substances chimiques plus ou moins toxiques, sur une durée plus ou moins longue, avec des conséquences environnementales et sanitaires potentielles, immédiates ou différées pour les écosystèmes et les populations. Lors d'un tel événement, la population générale est susceptible d'être exposée à des substances toxiques par inhalation et/ou par ingestion[1].

Lorsqu'un accident est susceptible d'être à l'origine d'impacts environnementaux et sanitaires à court, moyen et/ou long termes, le recueil rapide et fiable de prélèvements dans l'environnement, à l'intérieur et à l'extérieur d'un site, s'il s'agit d'une installation industrielle, est un enjeu majeur pour s'assurer d'une évaluation correcte et, par la suite, d'une gestion adaptée de ces impacts sur l'environnement et la population générale. Ces investigations environnementales doivent être engagées dès les **phases d'urgence et de suivi immédiat** (au plus tôt par rapport au sinistre) et se poursuivre pendant la phase post-accidentelle.

Ces investigations environnementales répondent à trois objectifs : (1) déterminer la **signature chimique** de l'accident, (2) évaluer **l'exposition et le risque** par inhalation de la population générale avoisinante et (3) disposer de **valeur de comparaison** permettant de distinguer l'impact spécifique de l'accident d'une pollution de fond. Elles nécessitent des précautions méthodologiques pour s'assurer de répondre pleinement à ces objectifs et d'alimenter par la suite les démarches mises en place dans le cadre de la gestion post-accidentelle des impacts environnementaux et sanitaires, conformément aux dispositions de la circulaire du 20 février 2012 [1]. Cette démarche s'applique à tout type d'installations industrielles. A noter que dans le cas d'accident industriel pour les sites Seveso et les entrepôts logistiques couverts soumis à autorisation (rubrique 1510), l'avis du 1er décembre 2022 [2] décrit la mise en œuvre de ces premiers prélèvements environnementaux à effectuer, à l'intérieur et à l'extérieur du site. Dans ce contexte, ce guide se focalise sur la démarche à adopter dans le cas d'un incendie d'une ICPE. Toutefois, la méthodologie est transposable à d'autres accidents d'origine technologique.

Ce guide a donc pour but d'appuyer et de compléter l'intervention de la sécurité civile dont la priorité est de maîtriser la situation d'urgence lors d'un accident, en conduisant les mesures nécessaires à la réduction des risques et à la protection des populations, dans un cadre décisionnel contraint. La démarche décrite dans ce document vise à compléter et affiner l'identification et la hiérarchisation des polluants émis afin d'éclairer la prise de décision du gestionnaire de crise et d'optimiser la stratégie d'analyses des échantillons en laboratoire afin de valoriser au mieux chaque prélèvement. Une démarche raisonnée de prélèvement est proposée pour permettre par la suite l'évaluation de l'exposition des populations, y compris les plus sensibles, et pour préparer au mieux la gestion de la phase post-accidentelle. Ainsi, seuls les prélèvements jugés nécessaires sont indiqués, afin de limiter toute prise de risque inutile, d'éviter des pertes de temps, la saturation des laboratoires d'analyse et les difficultés d'interprétation liées à des échantillons non pertinents.

La **phase post-accidentelle n'est pas traitée dans ce document**, notamment la méthodologie liée à la délimitation du marquage environnemental et à l'évaluation des risques sanitaires. Elle est décrite de manière détaillée dans le guide Ineris sur la stratégie de prélèvements et d'analyses à réaliser à la suite d'un accident technologique [3]. En phase post-accidentelle, c'est-à-dire à partir de l'arrêt des émissions atmosphériques ou aqueuses en lien avec la maitrise de l'accident, ce guide de l'Ineris détaille la stratégie de prélèvements et d'analyses à appliquer pour évaluer les risques sanitaires et gérer les conséquences de l'accident, en lien avec la circulaire du 20 février 2012 [1].

Le présent document propose, en complément, un **guide d'intervention en phases d'urgence et de suivi immédiat d'un accident industriel** pour la réalisation des prélèvements environnementaux en vue de la gestion des effets dès les premières heures de l'accident et de la gestion des conséquences en situation post-accidentelle. Il présente les objectifs, la temporalité et les modalités de prélèvements des matrices environnementales investiguées en phases d'urgence et de suivi immédiat.

[1] La voie cutanée peut également contribuer à l'exposition, toutefois, en l'absence de méthodologie et de données suffisantes, à ce jour, peu de valeurs toxicologiques par voie cutanée sont disponibles. Pour des durées d'exposition aiguë très brèves (quelques heures), il est considéré que l'exposition par inhalation prédomine sur l'exposition cutanée.

2 Glossaire

2.1 Signification des sigles

APMU	Arrêté Préfectoral de Mesures d'Urgence
CMIC	Cellule Mobile d'Intervention Chimique
COV	Composés Organiques Volatils
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ELT	Environnement Local Témoin
ERS	Evaluation des Risques Sanitaires
ETM	Elément-trace métallique
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
HAP	Hydrocarbure aromatique polycyclique
ORSEC	programme d'Organisation des Secours à l'échelon départemental
PBDD/F	Dibenzo-p-dioxines et dibenzofuranes polybromés
PCB	Polychlorobiphényle, non doxin-like (ndl) ou dioxin-like (dl)
PCDD/F	Polychlorodibenzodioxine / Polychlorodibenzofurane (dioxines / furanes)
PFAS	substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées
PM	Matières Particulaires
RIPA	Réseau des Intervenants en situation Post-Accidentelle
SIS	Service d'Incendie et de Secours
SDIS	Service Départemental d'Incendie et de Secours
VDIP	Véhicule de Détection, Identification et Prélèvement
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

2.2 Terminologie spécifique

Les définitions ci-après sont spécifiques au présent guide. Une attention particulière doit être portée aux définitions signalées par le symbole ◆, qui correspondent à des notions essentielles à sa compréhension.

◆ **Analyse :** opération visant à identifier et quantifier les substances présentes sur/dans un échantillon. Elle peut être réalisée **en temps réel** directement sur le lieu de prélèvement, ou **différée** en laboratoire. Selon les objectifs, **les analyses différées peuvent être engagées en urgence** ou ultérieurement sur des délais moins contraints en fonction de la stratégie de gestion des échantillons.

Blanc : un échantillon de contrôle, analysé selon le même protocole que les échantillons environnementaux, permettant d'identifier et de quantifier toute contamination liée à la méthode analytique ou au support de prélèvement.

- **Blanc de terrain** : un échantillon témoin constitué d'un support de prélèvement vierge, manipulé, transporté et analysé dans les mêmes conditions que les échantillons environnementaux, mais sans exposition au milieu étudié, afin de contrôler l'absence de contamination tout au long de la chaîne de mesure.
- **Blanc de surface** : échantillon prélevé avec la même méthode qu'un prélèvement environnemental sur une surface de même type et de même historique mais non impactée par l'accident.

Environnement Local Témoin (ELT ou zone témoin) : Environnement considéré comme n'étant pas affecté par l'événement accidentel du site étudié, mais situé dans la même zone géographique et dont les caractéristiques (géologiques, hydrogéologiques, climatiques…) sont similaires à l'environnement impacté par le site. A défaut d'état initial (mesures non réalisées avant la mise en fonctionnement), l'état d'un environnement témoin peut servir de référence. Etat d'un environnement comparable mais non impacté par le phénomène étudié.

ERS : Evaluation des risques sanitaires attribuables aux émissions et encourus par les populations autour de l'installation industrielle.

Fond (valeur de fond) : valeur, ou gamme de valeurs, usuellement rencontrée d'une substance dans un milieu donné, pouvant être employée pour caractériser un état de référence environnemental, intégrant les contributions naturelles et les apports anthropiques diffus, mais excluant toute influence directe d'une source locale.

Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) : Démarche de gestion à mettre en œuvre pour apprécier l'acceptabilité des impacts d'un site ou d'une installation sur leur environnement. D'une manière plus générale, cette démarche de gestion permet de vérifier la compatibilité entre l'état des sites et des milieux et leurs usages, lorsque ces usages sont déjà fixes, c'est-à-dire les usages constatés.

Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) : Toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains est une installation classée. Les activités relevant de la législation des installations classées sont énumérées dans une nomenclature qui les soumet à un régime d'autorisation, d'enregistrement ou de déclaration en fonction de l'importance des risques ou des inconvénients qui peuvent être engendrés.

Matrice environnementale : Compartiment de l'environnement susceptible de contenir des contaminants et pouvant faire l'objet d'un prélèvement et d'une analyse, notamment l'air, les dépôts surfaciques, les eaux (superficielles, souterraines, marines), les sols, les sédiments, les végétaux, les denrées alimentaires.

Matrice intégratrice : Matrice environnementale accumulant les polluants au cours du temps et susceptible de contribuer à l'exposition des populations humaines ou animales par ingestion (ex. : sols, eaux, végétaux, lait, œufs, fourrages).

◆ **Phases de la gestion d'un événement accidentel :** les trois phases sont définies dans la circulaire du 20 février 2012 [1].

- **Phase d'urgence :** c'est une phase d'actions réflexes qui correspond aux premières heures qui suivent l'événement. C'est durant cette phase que monte en puissance le dispositif de lutte contre les effets directs de l'événement. C'est au cours de cette phase que sont menées les actions visant à soustraire les personnes et les biens des dangers immédiatement perceptibles.
- **Phase d'accompagnement ou de suivi immédiat :** il s'agit d'une phase réfléchie qui peut durer plusieurs jours. Elle débute dès que le dispositif de lutte contre les effets directs se stabilise.
- **Phase post-accidentelle :** cette phase correspond à la fin des actions de lutte contre les effets directs, au développement de la démarche d'évaluation qui conduira, le cas échéant, à une démarche de gestion des conséquences à moyen ou long terme.

◆ **Prélèvement conservatoire** : échantillon prélevé, au plus tôt après le début du sinistre, dans le but de conserver une représentation aussi fidèle que possible de l'événement avant que la matrice prélevée disparaisse ou soit altérée. Dans le cas où l'échantillon serait jugé non prioritaire et ne serait pas analysé par le laboratoire dès sa réception, il doit être préservé de manière appropriée pour autoriser son analyse ultérieure.
L'ensemble des prélèvements conservatoires permet de répondre aux objectifs de détermination de la signature chimique de l'événement, d'évaluation du risque d'exposition aigue par inhalation et de disposer de valeurs de comparaison détaillés dans ce guide.

Prélèvement environnemental : prélèvement réalisé dans une matrice environnementale, y compris par un analyseur continu, permettant de détecter et quantifier la présence de substances chimiques dans l'environnement.

Toxicité : capacité d'une substance chimique à provoquer des effets néfastes pour la santé ou la survie de toute forme de vie, humaine ou non.

3 Investigations environnementales en phases d'urgence et de suivi immédiat

3.1 Chronologie observée lors d'un accident

Les événements accidentels se décomposent en trois phases : la phase d'urgence, la phase de suivi immédiat et la phase post-accidentelle (Figure 1).

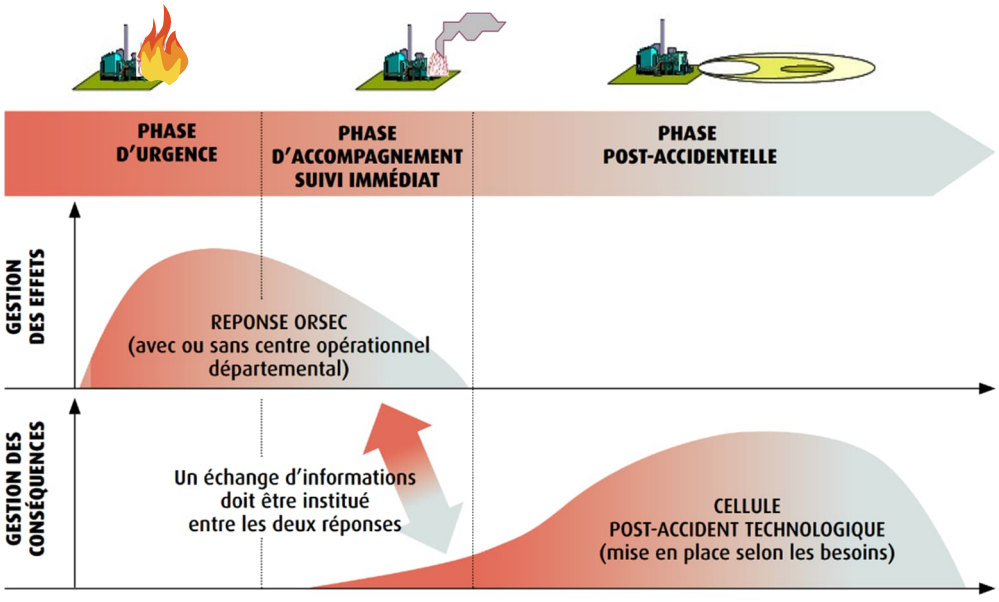


Figure 1 : Phases de la gestion d'un événement accidentel et interaction entre les structures de gestion (extrait du guide interministériel de 2012 [4])

Les phases de l'accident peuvent être décrites comme suit, dans le cas spécifique d'un incendie :

- **Phase d'urgence** (feu actif)
  - Montée en puissance du dispositif de lutte contre les effets directs de l'événement ;
  - Actions visant à soustraire les personnes et les biens des dangers immédiatement perceptibles.
- **Phase de suivi immédiat** (feu moins intense, fumerolles)
  - Stabilisation du dispositif de lutte contre les effets directs ;
  - Début de la démarche d'évaluation des conséquences de l'accident, en particulier sur l'aspect environnemental et sanitaire.
- **Phase post-accidentelle** (feu éteint, arrêt des apports de substances dans l'environnement)
  - Fin des actions de lutte contre les effets directs ;
  - Phase de retour à la normale ou phase de retour à l'acceptable où l'environnement n'est plus soumis à des apports de substances (en particulier, **aucune émission dans l'air n'est observée, arrêt de l'apport en eaux d'extinction**) ;
  - Développement de la démarche d'évaluation qui pourra conduire à une démarche de gestion des conséquences à moyen et long terme.

La durée des phases d'urgence et de suivi immédiat dans le cas d'un incendie est très variable et dépend notamment des quantités de combustible mises en jeu et de la durée nécessaire à la maîtrise de l'incendie. La phase d'urgence est, en général, de courte durée (jusqu'à plusieurs heures) tandis que la phase de suivi immédiat peut être plus longue (jusqu'à plusieurs semaines notamment en cas de feu couvant). Lors de la gestion d'un événement, des chevauchements temporels entre les différentes phases peuvent intervenir comme illustré à la Figure 1.

Le présent guide concerne les prélèvements de matrices environnementales qui doivent être réalisés au plus tôt dès la phase d'urgence, voire en phase de suivi immédiat. **Ce guide est donc applicable tant que l'accident entraîne un rejet de substances dans l'environnement** (émission dans l'air, écoulement des eaux d'extinction, etc.).

3.2 Objectifs

Les accidents d'origine technologique peuvent entraîner la dispersion dans l'environnement, sur des distances plus ou moins importantes par rapport à la source, de substances ou de leurs produits de décomposition pouvant avoir des impacts immédiats ou différés sur l'environnement.

Pour évaluer les conséquences d'un accident d'origine technologique, il est nécessaire de caractériser qualitativement les substances émises à la source. Parallèlement à cela, il convient de caractériser l'exposition éventuelle des populations par inhalation, pendant les phases d'émissions atmosphériques.

Ainsi, chaque investigation environnementale en phases d'urgence et de suivi immédiat d'un accident d'origine technologique doit répondre à un ou plusieurs objectifs :

- Déterminer la **signature chimique**, c'est-à-dire identifier les familles de substances émises par l'accident par une analyse **qualitative** des prélèvements réalisés **au plus près de la source, sur le lieu de l'accident** ;
- Évaluer **l'exposition et le risque par inhalation de la population générale** avoisinant le lieu de l'accident, en particulier les populations sensibles grâce à des **prélèvements réalisés au plus près des enjeux à protéger, à l'extérieur du site** ;
- Disposer de **valeurs de comparaison** en recueillant des prélèvements :
  - soit **hors zone impactée,** pour qu'ils soient représentatifs d'un fond de pollution local ou d'un environnement local témoin,
  - soit situés **dans la zone impactée,** pour qu'ils soient représentatifs de la situation antérieure à l'accident dans le cas des matrices intégratrices.

Signature chimique : les **prélèvements réalisés au plus près de la source** afin de déterminer les substances émises peuvent être **optionnels si la signature chimique est déjà connue** (issus notamment de données expérimentales, renseignées dans la littérature ou de retours d'expérience). En revanche, ils sont **indispensables en cas de doute quant à la nature des substances émises**, c'est notamment le cas lorsque la source est issue d'un mélange complexe de matériaux de natures chimiques différentes engendrant des produits de décomposition ou des réactions peu documentées, ou encore, dans le cas de l'incendie, lorsque les effets de l'arrosage sur les émissions ne sont pas connus. L'absence de données sur la signature chimique constitue une lacune qui impacte la prise de décision lors de la gestion de la crise et qui doit être considérée lors de l'évaluation des risques sanitaires.

Exposition et risque par inhalation : les **prélèvements réalisés pour évaluer l'exposition par inhalation doivent être effectués dans une zone où la population est exposée**, notamment des habitations ou des établissements sensibles recevant du public (tels que les écoles, les crèches, les hôpitaux, les établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes), au niveau de la zone impactée.

Valeurs de comparaison : les prélèvements réalisés permettent de caractériser la pollution locale afin de mieux discerner l'impact de l'événement accidentel considéré. Les prélèvements **hors zone impactée** permettent d'améliorer la détermination de la signature chimique lorsqu'ils sont effectués sur des matrices non souillées (ex. eaux d'extinction, sols, surfaces non contaminées par des suies) et d'évaluer les risques sanitaires par voie d'inhalation engendrés indépendamment de la pollution chronique lorsqu'ils sont réalisés en environnement local témoin. En outre, les prélèvements des matrices intégratrices réalisés **dans la zone impactée** sont recommandés pour disposer de valeurs de comparaison assimilables à un état initial (échantillons non encore marqués par l'accident au moment du prélèvement) qui permettront d'identifier une éventuelle dégradation de la qualité des milieux dans le cadre de la démarche IEM ; ils portent sur des matrices intégratrices telles que les denrées alimentaires destinées à la consommation humaine ou animale ou les captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine. Disposer d'échantillons en zone impactée dédiés aux valeurs de comparaison est essentiel car les prélèvements en zone témoin peuvent ne pas être représentatifs des matrices impactées (ex : absence de végétaux potagers de type racine/tubercule, absence de puits privés/piézomètres, absence d'élevages particuliers/agricoles). L'absence de ces prélèvements, et donc de définition de l'état initial, entacherait l'ERS d'une incertitude potentiellement marquée. Pour l'évaluation des risques sanitaires en phase post-accidentelle, il convient de se reporter au guide post-accident [3].

La stratégie de prélèvements au sein des différentes matrices devra être adaptée et évolutive en fonction de la cinétique de l'événement. Celle détaillée dans ce document a été conçue pour répondre, de manière générique, aux exigences des avis, circulaires et guides ministériels [1][2][4] et des Arrêtés Préfectoraux de Mesures d'urgence (APMU).

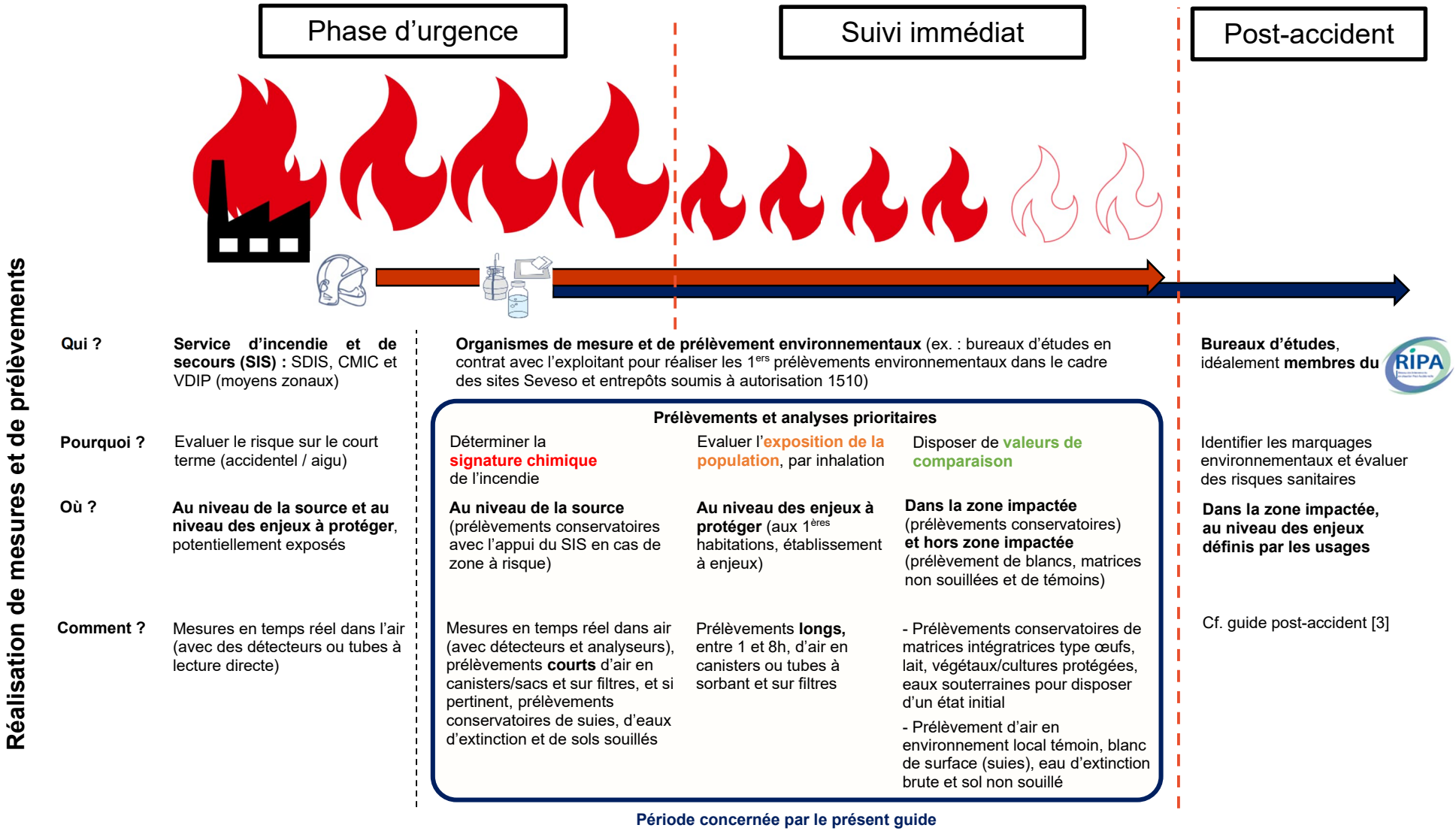


Figure 2 : Phasage des prélèvements et mesures à réaliser lors d'un événement accidentel et leurs objectifs

La démarche proposée se distingue des actions conduites par les services d'intervention de la sécurité civile notamment car elle vise à :

- Approfondir la caractérisation de la signature chimique, notamment en levant les incertitudes sur certains composés spécifiques, grâce à la mise en œuvre de dispositifs plus complets permettant une spéciation chimique directement sur le terrain ainsi qu'en réalisant des prélèvements adaptés pour la quantification de composés pour lesquels les services de secours ne sont en général pas équipés (ex. : PCDD/F, HAP, ETM) ;
- Compléter les informations issues des prélèvements réalisés par les services d'incendie et de secours, en particulier en zones difficilement accessibles, afin de permettre leur comparaison avec des valeurs toxicologiques aiguës très brèves (pour des expositions inférieures à 8h) ;
- Mettre en œuvre des prélèvements adaptés à l'évaluation de l'exposition par inhalation, pour une comparaison avec les valeurs toxicologiques de référence aiguës (en pratique, pour des expositions supérieures à 8 heures, cf. paragraphe 3.2) ;
- Réaliser des prélèvements de valeurs de comparaison, notamment de matrices intégratrices nécessaires à l'évaluation des risques sanitaires lors de la phase post-accidentelle.

4 Finalité des prélèvements et utilisation des résultats

4.1 Détermination de la signature chimique

Les prélèvements permettant la caractérisation de la signature chimique sont effectués dans la zone d'impact, au plus près de la source, pour identifier les substances émises dans l'environnement. Les analyses chimiques réalisées sur ces prélèvements ont pour but de détecter, voire semi-quantifier, un large spectre de substances inorganiques et organiques (*screening*).

La caractérisation de la signature chimique permet d'identifier les substances émises et en conséquence d'optimiser la méthode analytique pour les prélèvements ultérieurs. Elle permet également d'orienter la recherche de contamination dans les milieux environnementaux, durant les phases d'urgence et de suivi immédiat, ainsi qu'en phase post-accidentelle.

Le recoupement des informations acquises sur les familles chimiques détectées dans plusieurs matrices (ex. : air, suies visibles, eaux d'extinction, sols souillés) permettra de consolider la signature chimique et d'adapter leurs spécificités propres aux types de prélèvements réalisés.

A noter que plus le délai est court entre le déclenchement du sinistre et la réalisation de prélèvements pour la définition de la signature chimique, plus les résultats obtenus seront caractéristiques de l'événement. En effet, les familles chimiques ne sont pas nécessairement stables dans les matrices prélevées et peuvent être dégradées en fonction des conditions météorologiques, notamment via des précipitations intenses ou une exposition aux UV.

Les mesures effectuées pour caractériser la signature chimique sont qualitatives et ne doivent pas être comparées à des valeurs de référence établies. En effet, la durée et la localisation des prélèvements réalisés ne sont pas représentatives de l'exposition d'une population. Il n'est donc pas possible d'associer les mesures de signature chimique à une valeur toxicologique de référence.

4.2 Evaluation de l'exposition par inhalation

Afin d'évaluer l'exposition par inhalation des populations générales, les **durées** des prélèvements d'air doivent être cohérents avec l'exposition humaine. Les concentrations mesurées dans l'air à proximité des premières habitations ou des zones d'enjeux sensibles sont à comparer aux valeurs toxicologiques applicables tenant compte des durées d'exposition constatées (exposition aiguë très brève, aiguë ou subchronique). Comme l'indique la note de l'Ineris relative à l'utilisation des valeurs toxicologiques en situation (post-)accidentelle [5], les valeurs toxicologiques sont déterminées pour des durées d'exposition différentes selon le contexte et l'exposition des individus.

Ainsi, 4 types d'exposition peuvent être déterminées :

- **Exposition aiguë très brève (exclusivement associé à une émission accidentelle dans l'air)** : exposition généralement unique à la suite d'une libération accidentelle de substance dans l'atmosphère sur une durée jusqu'à 8 heures ;
- **Exposition aiguë** : exposition habituellement **répétée** sur une durée généralement comprise entre 1 et 14 jours ;
- **Exposition subchronique** : exposition **répétée** sur une durée généralement comprise entre 14 jours et 1 an ;
- **Exposition chronique** : exposition **répétée** sur une durée généralement supérieure à 1 an.

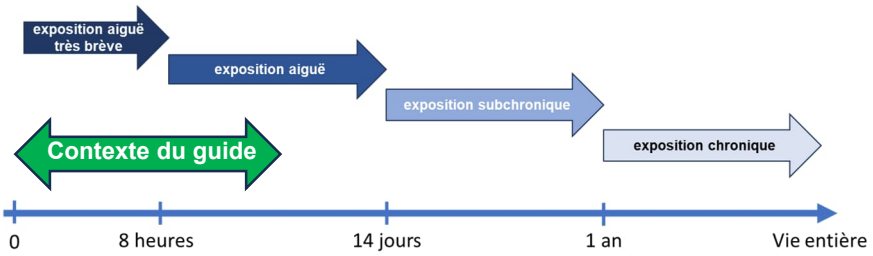


Figure 3 : Représentation schématique des différentes durées d'exposition considérées lors de l'établissement de valeurs toxicologiques [5]

Pour une exposition jusqu'à 8h, l'évaluateur peut se référer aux seuils aigus de type **AEGL** (Acute Exposure Guideline Levels). Ces valeurs sont généralement des seuils d'urgence permettant de délimiter les distances d'effets réversibles, irréversibles et létaux. Elles sont conçues pour un usage opérationnel sur le terrain, afin d'appuyer les décisions immédiates des services de secours lors d'une intervention.

Pour une exposition supérieure à 24h, l'évaluateur peut se référer aux **valeurs toxicologiques de référence (VTR)**, en respectant la durée d'exposition. Il n'y a pas, à l'heure actuelle, de méthodologie pour la voie inhalation visant à évaluer les risques sanitaires pour des expositions entre 8h et 24h. Ainsi, par précaution, les valeurs d'expositions aiguës sont utilisées. De manière plus générale, tant que des émissions dans l'air persistent et que leur arrêt demeure incertain, toute comparaison des résultats de mesure à des valeurs toxicologiques doit être réalisée à partir de valeurs d'expositions aiguës. Cela permet de se placer dans une approche majorante lorsque la durée d'émission est inférieure à 24h, tout en restant pertinent si la durée réelle s'avère plus longue.

Les valeurs toxicologiques pour des expositions aiguës, subchroniques ou chroniques sont utilisées pour conduire l'évaluation des risques sanitaires. Elles constituent un outil d'aide à la décision pour les autorités sanitaires compétentes, en appui à la prise en charge des éventuels impacts sanitaires différés sur les populations.

4.3 Anticipation de l'évaluation de l'exposition par ingestion

Certaines matrices dans la zone d'impact sont prélevées au plus tôt pour disposer d'un état initial dans le but d'anticiper la démarche d'évaluation des risques sanitaires par voie d'ingestion en phase post-accidentelle.

Cela concerne les denrées alimentaires destinées à la consommation humaine - œuf, lait, eau souterraine, légumes-racines/tubercules), mais également à l'alimentation animale. Le niveau des concentrations des substances analysées dans les prélèvements conservatoires permet d'évaluer une éventuelle dégradation des milieux en lien avec l'accident. En cas de dégradation, pour les substances ne disposant pas de valeurs règlementaires, les risques sanitaires sont calculés pour la population riveraine. L'exposition à ces matrices y est généralement considérée comme chronique (> 1 an) du fait

de la persistance des substances émises dans les matrices d'exposition. L'évaluateur des risques tient compte de la durée d'exposition dans le choix des valeurs toxicologiques de référence (voir figure 3).

Il convient de se reporter au guide post-accident [3] pour l'utilisation des prélèvements conservatoires dans la démarche d'interprétation de l'état des milieux telle que déroulée en contexte sites et sols pollués.

5 Stratégie d'échantillonnage

Les retombées atmosphériques issues des émissions d'un accident d'origine technologique sont constituées de gaz et de particules qui sont transportés en suspension dans l'air ambiant et se déposent sur des matrices intégratrices (sols, végétaux, eaux superficielles) en contact direct avec l'atmosphère (dépôts atmosphériques) ou entrainés par les eaux d'extinction qui, si elles ne sont pas contenues, peuvent souiller les sols et impacter les eaux souterraines et superficielles si elles ne sont pas confinées, comme décrit sur la Figure 4.

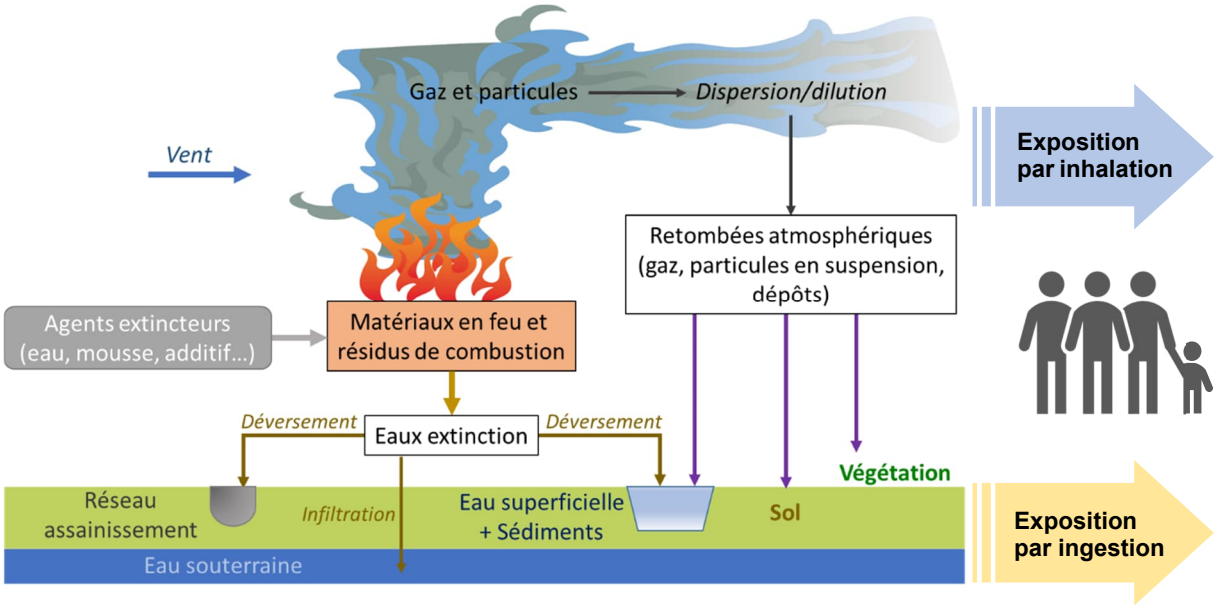


Figure 4 : Schéma décrivant les voies d'émission considérées dans le cas des incendies (extrait et adapté de la norme NF ISO 26367-1)

Ces retombées pourront conduire à une exposition des populations par inhalation ou par ingestion en fonction des substances et de l'usage des milieux. L'évaluation de l'exposition par inhalation pendant les phases d'urgence et de suivi immédiat permet d'estimer l'impact potentiel de l'accident pour cette voie d'exposition, tel que mentionné dans l'avis du 1er décembre 2022 [2] et transposable pour tous les accidents (déversement, dysfonctionnement) générant des émissions gazeuses/particulaires auxquelles sont exposées les populations riveraines.

L'évaluation de l'exposition par inhalation et la préparation de l'évaluation de l'exposition par ingestion reposent sur l'échantillonnage et l'analyse de différentes matrices environnementales. Les méthodologies à considérer sont spécifiques à chaque matrice et aux objectifs ciblés, comme décrit dans cette partie. L'absence de données environnementales relatives à la signature chimique, ou aux valeurs de comparaison conduit à des lacunes qui n'empêchent pas d'évaluer les risques sanitaires en lien avec les matrices investiguées pendant la phase post-accidentelle. Elles conduiront l'évaluateur à retenir des hypothèses conservatoires pour les scénarios d'exposition retenus (telle que la prise en compte de l'ensemble des substances chimiques quantifiées, par exemple).

5.1 Matrices à investiguer

Le tableau suivant synthétise l'ensemble des **matrices pouvant être investiguées**, en lien avec les trois objectifs visés **durant les phases d'urgence et de suivi immédiat**. Les flèches indiquent les prélèvements (témoin, état initial, blanc) à associer à chacun des prélèvements effectués en zone impactée.

Tableau 1 : Matrices à investiguer durant les phases d'urgence et de suivi immédiat en fonction des objectifs visés

	En zone impactée			**Hors zone impactée**
Objectifs visés / Matrices ciblées	Signature chimique	Exposition	Valeurs de comparaison	
Air	Dans le panache, proche de la source	Si population dans la zone d'impact	Implique →	Témoin (pour l'exposition uniquement)
Eaux d'extinction	Proche de la source	Implique →		Eau d'extinction brute, non souillée
Suies	Si visibles	Implique →		Blanc de surface*
Sols	Si souillés	Implique →		Sol non souillé*
Résidus du foyer	Si accessibles			
Eaux souterraines**			Si existant dans la zone impactée	
Denrées alimentaires destinées à la consommation humaine d'origine végétale (légumes-racines, tubercules) et d'origine animale (œufs, lait…)**			Si existant dans la zone impactée	
Denrées alimentaires (protégées ou couvertes) pour les animaux			Si existant dans la zone impactée	

*le blanc de surface/le prélèvement de sol non souillé doivent être réalisés sur une zone de même type et de même historique que celle sur laquelle a été réalisé le prélèvement de suies visibles/de sol souillé mais non impactée par les retombées de l'accident.

**matrices intégratrices (voir glossaire).

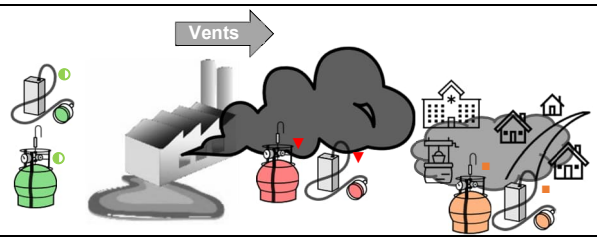
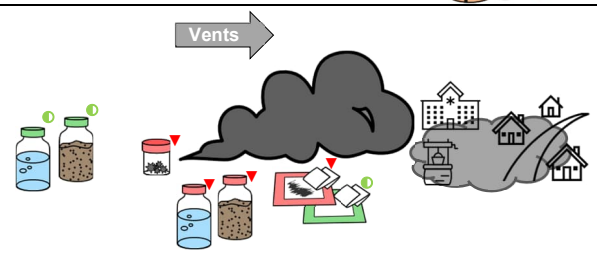
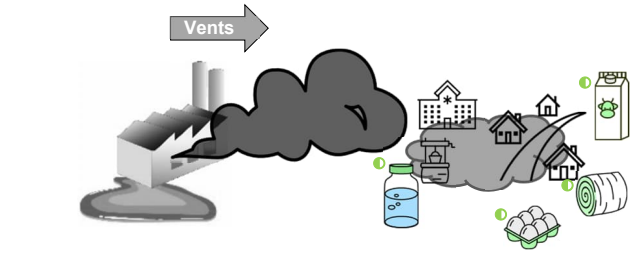
Légende :	**Signature chimique**	**Exposition de la population**	**Valeur de comparaison**	Pas de prélèvement **en phase d'urgence et de suivi immédiat**

En phase post-accidentelle, les matrices destinées à la consommation humaine (eau, denrées alimentaires) listées dans ce tableau seront analysées pour évaluer les risques sanitaires. La dégradation de la qualité des milieux pourra être mise en évidence à l'aide des prélèvements effectués en zone impactée visant à disposer de valeurs de comparaison ou bien effectués en zones témoins (hors influence).

5.2 Temporalité des prélèvements

Dans le cadre d'un accident d'origine technologique, les différents prélèvements doivent être réalisés selon une temporalité adaptée aux enjeux. Les émissions directes dans l'air disparaissent en phase post-accidentelle, l'investigation de ce milieu est donc pertinente en phases d'urgence et de suivi immédiat ; le prélèvement d'air est prioritaire soit pour identifier la signature chimique, soit pour évaluer l'exposition directe et le risque par inhalation. Un ordre de priorité est établi en accord avec l'ordre de disparition ou de dégradation des différentes matrices à investiguer et est présenté dans le Tableau 2. Cet ordre correspond à un cas générique et peut être adapté en fonction d'enjeux spécifiques.

Tableau 2 : Temporalité des prélèvements à réaliser en phases d'urgence et de suivi immédiat

Ordre	Matrices à investiguer	Localisation des prélèvements
1	- Air (phase gazeuse et particulaire) dans panache, au niveau des enjeux à protéger et en zone témoin	
2	- Eaux d'extinction souillées / non souillées - Suies visibles et blancs de surface - Sols souillés / non souillées - Résidus du foyer (si accessible)	
3	- Eaux souterraines - Denrées alimentaires destinées à la consommation humaine d'origine végétale ou animale - Denrées alimentaires pour les animaux (couvertes, protégées des retombées)	

Légende : ▼ Signature chimique | ■ Exposition de la population | ◐ Valeur de comparaison

Si la dynamique de l'accident d'origine industrielle comprend plusieurs phases en raison des conditions météorologiques ou de changements dans les matériaux en combustion, une nouvelle série de prélèvements devra être réalisée pour déterminer la signature chimique et évaluer l'exposition de la population. Par exemple, l'incendie d'un entrepôt comportant deux cellules stockant respectivement des pneus et des batteries peut comporter 2 phases de prélèvement si le feu progresse : la première où seule la cellule contenant les batteries brûlent et la seconde où les deux cellules sont en feu.

5.3 Prélèvements pour la détermination de la signature chimique

Les échantillons prélevés dans le cadre de cet objectif sont inclus dans :

- les « premiers prélèvements environnementaux », terme réglementaire mentionné dans les arrêtés du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées (Seveso) [6] et du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510 (entrepôts soumis à autorisation) [7], dont l'avis du 1er décembre 2022 vient préciser les modalités pratiques à mettre en œuvre pour répondre aux exigences de ces arrêtés [2],
- les « prélèvements environnementaux conservatoires » pour la circulaire du 20 février 2012 [1] et le guide interministériel d'avril 2012 [4] et
- les « prélèvements conservatoires immédiats **»** au sens du guide post-accident de l'Ineris [3].

Déterminer la **signature chimique** des émissions repose sur le **prélèvement d'échantillons au plus près de la source**[2] avant la fin des émissions atmosphériques, avant l'élimination des eaux d'extinction, avant le nettoyage des sols et des façades ou l'excavation des terres souillées. Les prélèvements dédiés à la signature chimique peuvent se dégrader avec le temps même dans les matrices les plus stables (décompositions physique, chimique et biologique des polluants, dilution et/ou lessivage avec les pluies, etc.). Ainsi, bien que certaines matrices, autres que l'air, puissent être prélevées dans la phase post-accidentelle, il est également important de les recueillir au plus tôt pour les préserver et disposer ainsi de la signature chimique la plus représentative possible.

Déterminer la signature chimique revient à connaître la composition chimique des émissions et, éventuellement hiérarchiser les familles de substances identifiées. **Les résultats obtenus sont donc qualitatifs**. Le recoupement des substances chimiques communes entre plusieurs matrices permet de consolider la caractérisation de la signature chimique de l'incendie et de tenir compte des spécificités matricielles (substances hydrophiles versus substances hydrophobes par exemple). De ce fait, il n'est pas nécessaire de réaliser une quantification précise des substances dans les échantillons prélevés pour caractériser la signature chimique. Par exemple, dans le cas des COV, un screening éventuellement associé à une semi-quantification par rapport au toluène suffit.

Dans l'hypothèse où une station de surveillance de la qualité de l'air aurait enregistré une augmentation locale des concentrations en lien avec l'accident, il peut être pertinent de vérifier si les traceurs identifiés dans la signature chimique sont également présents dans les retombées, et s'ils conservent des proportions similaires.

Cette caractérisation permet ensuite d'orienter la recherche dans l'analyse des substances toxiques dans les prélèvements visant à **identifier le marquage environnemental** pour, ensuite, **évaluer les risques sanitaires** (pour l'air dans le cadre du présent document et, pour les autres matrices lors de la phase post-accidentelle).

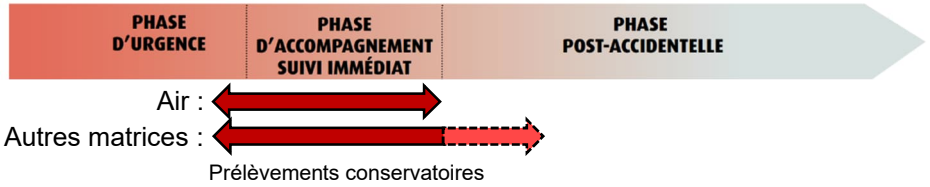


Figure 5 : Prélèvements associés à la signature chimique

A noter que le guide Omega 16 [8] fournit des données permettant de hiérarchiser, voire d'estimer, les facteurs d'émissions lors de la combustion de matériaux susceptibles d'émettre des substances toxiques lors d'un incendie (ex. : pneumatiques, bois traités, déchets verts, batteries Li-ion, produits phytosanitaires).

5.3.1 Signature chimique dans l'air

Une fois que les Services d'Intervention de Secours (SIS) ont réalisé des mesures immédiates dans l'air pour évaluer le risque à des fins de mise en sécurité des intervenants et des populations, des

[2] A définir avec le gestionnaire de crise sur place pour permettre la réalisation de prélèvements dans le panache, au plus près de la source, sans impacter la sécurité des services d'intervention de la sécurité civile, seuls habilités à pénétrer dans cette zone à risque.

prélèvements des phases gazeuse et particulaire de l'air ambiant sont réalisés au plus proche de la source ou bien au niveau des zones de retombées atmosphériques, notamment pendant les phases de feu actif ou couvant. Les prélèvements peuvent d'ailleurs être renouvelés en fonction de la dynamique temporelle et spatiale de l'accident et des conditions météorologiques.

Ces mesures/prélèvements peuvent donc être réalisées **sur de courtes durées**, de plusieurs dizaines de secondes à quelques minutes, en adaptant la stratégie en fonction de la cinétique et du phasage d'un événement et en veillant à leur représentativité. Pour cela, il est donc possible d'utiliser des équipements de différentes natures :

- Des instruments de mesure en temps réel (à lecture directe) pour réaliser des mesures de concentration des composés ou des familles de composés ciblés avec une résolution temporelle de l'ordre de la minute, directement dans l'air ambiant ou dans un échantillon prélevé,
- Du matériel pour la réalisation des prélèvements d'air pour lesquels les mesures seront réalisées soit rapidement à l'aide des instruments de mesures précédents, soit en différé dans un laboratoire.

Pour **optimiser la stratégie d'analyse en différé**, il est indispensable de fournir un maximum d'informations au laboratoire (voir le paragraphe 5.5). Cela permet de tirer un meilleur parti de chaque échantillon en s'adaptant à son niveau de concentration estimé, aux composés ou aux familles de composés recherchés et à la présence de substances pouvant engendrer d'éventuels dégâts sur la chaine analytique. Cette documentation peut être obtenue en réalisant une mesure avec des instruments à lecture directe en parallèle du prélèvement si possible, sinon sur un autre prélèvement réalisé en parallèle du prélèvement destiné à l'analyse en différé. Par exemple, la signature chimique peut être prélevée via un canister et via le remplissage d'un sac en simultané ; le sac peut être analysé directement sur site afin de fournir des premières informations au gestionnaire de crise et de documenter le prélèvement en canister. De manière générale, les mesures en temps réel sont utiles pour orienter la méthode mise en œuvre par le laboratoire d'analyse (ex. : présence de composés acides, soufrés ou phosphorés, échantillons très concentrés/très dilués).

Les prélèvements d'air en phase gazeuse sont réalisés par canister et/ou par sac d'échantillonnage en fonction des substances potentiellement émises par l'incendie. La durée de ces prélèvements peut être **très courte** (quelques minutes maximum) s'ils sont réalisés directement dans le panache avec l'appui du SIS. Pour minimiser les risques pour les opérateurs lors de la mise en place à proximité de la source, ces équipements doivent être simples et rapides à déployer.

- **Les canisters** ainsi que les accessoires utilisés doivent être compatibles avec le prélèvement des composés organiques volatils y compris les composés soufrés (passivation de la surface interne). Il est recommandé d'utiliser un volume de 6 L au minimum en accord avec les exigences analytiques adaptées au contexte. Les canisters doivent être systématiquement équipés d'un filtre à particule, voire d'un col de cygne en cas d'atmosphère très humide (notamment à cause de la vapeur générée par l'extinction à l'eau). A titre d'exemple, les canisters sont adaptés aux prélèvements et analyses des COV, des soufrés et de gaz (CO_2, CH_4...), mais non adaptés aux acides minéraux.
- **Les sacs d'échantillonnage** sont à usage unique et peuvent disposer d'une vanne en polypropylène ou en inox pour être directement connectés à un système de prélèvement ou à différents équipements de mesure. Il est recommandé d'utiliser un volume de 10 L au minimum en accord avec les exigences analytiques adaptées au contexte. Nous préconisons les valises d'échantillonnage pour gonfler les sacs d'échantillonnage par rapport à l'utilisation de pompes individuelles : Les valises d'échantillonnage permettent de gonfler les sacs sans contamination par création d'une dépression autour de celui-ci tandis qu'une pompe individuelle serait souillée lors d'un prélèvement chargé en polluants ce qui contaminerait les prélèvements suivants. Le système doit être autonome électriquement et permettre de gonfler un sac de 10 L en quelques minutes avec un système d'arrêt automatique permettant d'éviter l'éclatement du sac. A titre d'exemple, les sacs d'échantillonnage en Tedlar® sont adaptés aux prélèvements et analyses des COV et de la plupart des soufrés, les sacs multicouches (comportant une couche métallique) sont adaptés aux gaz permanents de type H_2S, SO_2, CO, CO_2, CH_4, etc. Les acides minéraux (ex. : HF, HCl, HBr) peuvent être identifiés et leur concentration évaluée qualitativement dans un sac d'échantillonnage sous réserve d'une analyse réalisée moins de 30 min après le prélèvement.
- **Les tubes à sorbant** (type Tenax) peuvent également être utilisés en amont d'une pompe portative mais le débit de prélèvement, relativement faible, nécessite un prélèvement plus long pour atteindre les mêmes limites de quantification. Ils sont donc peu recommandés dans le cadre de la

caractérisation de la signature chimique. En outre, la présence fréquente d'acide minéraux dans les fumées d'incendie complique l'analyse, ce problème est moins marqué pour les sacs et les canisters car les acides ne sont pas susceptibles d'être désorbés une fois piégés sur les parois.

Les prélèvements d'air en phase particulaire sont réalisés sur filtres. A titre d'exemple, les filtres sont adaptés aux prélèvements des HAP particulaires, des éléments traces métalliques et des éléments divers traceurs de l'émission. Ces prélèvements ciblent en priorité la fraction inhalable des particules ou les particules totales en suspension, sans exigence d'une coupure spécifique à un diamètre.

NB : Mesurer la concentration dans l'air ambiant de certaines familles de substances semi-volatiles (ex. : PCB, PCDD/F, PBDD/F, phtalates, PFAS) nécessite des préleveurs haut débit non adaptés à un déploiement en situation d'urgence. Néanmoins, pour certaines familles, la voie d'exposition est majoritairement l'ingestion, et non l'inhalation. Il est possible de détecter la présence de ces familles dans les suies visibles via un prélèvement surfacique (voir le paragraphe suivant).

Des informations complémentaires sont détaillées dans la fiche AIR du guide post-accident [3].

5.3.2 Signature chimique sur les suies, les eaux d'extinction et les sols souillés

Des prélèvements des suies visibles, des eaux d'extinction confinées sur site (bassin de rétention, bassin de confinement, réseau d'eaux pluviales et usées) ou des sols en surface souillés par les eaux d'extinction doivent être réalisés **au plus près du foyer**, c'est-à-dire à quelques mètres voire quelques dizaines de mètres suivant l'étendue de la contamination. Ceux-ci doivent être systématiquement associés à des prélèvements de matrices non souillées (surfaces, eaux brutes avant extinction, sols non souillés) pour assurer une bonne interprétation des résultats.

Un ou plusieurs échantillons peuvent être réalisés en fonction de la dynamique temporelle et spatiale du feu et de la dimension de la rétention des eaux d'extinction.

En effet, dans ce dernier cas, les eaux d'extinction contenues dans le bassin de rétention ne sont pas nécessairement homogènes et il peut être nécessaire d'effectuer plusieurs prélèvements afin d'assurer une collecte suffisante pour déterminer clairement la signature chimique. En outre, les eaux d'extinction peuvent ruisseler ou s'infiltrer dans les sols, les prélèvements de ces derniers sont donc **limités à la surface** (jusqu'aux 5 premiers centimètres) pour mieux cibler l'impact de l'accident. De manière générale, les prélèvements doivent être représentatifs du contexte au moment de l'échantillonnage et cibler les eaux ayant la contamination la plus concentrée, avant toute dilution.

Les lingettes à utiliser pour prélever les suies visibles doivent respecter certains critères [9][9].Celles-ci sont, en général, constituées de PVA intissé, préconditionnées humidifiées dans des sachets individuels et validées par des analyses préalables des blancs en laboratoire. Un prélèvement est nécessaire par famille chimique à analyser (ex. : éléments traces métalliques, ions type fluorures ou bromures, HAP, PCDD/F) systématiquement associé à un blanc de surface. Ce blanc de surface doit être prélevé sur une surface de même composition et, dans la mesure du possible, de même historique de contamination (hors impact de l'accident) que la surface sur laquelle ont été prélevées les suies. Des gabarits de 10×10 cm² sont à utiliser pour un échantillonnage homogène des zones de dépôts de particules sur des surfaces lisses de préférence (voir le protocole [10] de prélèvement dédié).

Pour chaque matrice, une attention particulière doit être portée sur les contenants qui doivent être nettoyés au préalable et adaptés aux différentes familles à rechercher (par exemple, récipient en polyéthylène pour les métaux et en verre ambré pour la plupart des composés organiques).

En outre, l'acquisition de mesures en temps réel reste cruciale pour documenter le prélèvement en suivant des traceurs spécifiques (ex. : suies et particules dans le cas d'un prélèvement dans l'air en situation d'incendie, mesure de pH, potentiel rédox, température ou oxygène dissous dans un prélèvement d'eau d'extinction).

Des informations complémentaires sont détaillées dans les fiches SUIES, EAUX EXTINCTION, SOLS du guide post-accident [3].

5.4 Prélèvements pour l'évaluation des risques sanitaires

Pour évaluer quantitativement les conséquences de l'accident, il est nécessaire de réaliser des prélèvements adaptés à l'exposition des populations et permettant d'établir une référence hors événement accidentel en collectant des informations sur l'état initial et/ou des ELT.

5.4.1 Prélèvements pour l'évaluation de l'exposition de la population par inhalation

Les prélèvements permettant d'évaluer l'exposition de la population sont inclus dans les « premiers prélèvements environnementaux » pour les sites Seveso et entrepôts 1510 soumis à autorisation au sens de l'avis du 1er décembre 2022 [2] et dans les « prélèvements environnementaux » au sens de la circulaire du 20 février 2012 [1] et du guide post-accident de l'Ineris [3].

La stratégie de prélèvement en phase d'urgence et de suivi immédiat est identique à celle préconisée par l'Ineris dans le guide sur la surveillance des retombées atmosphériques autour d'installations industrielles [11].

Les prélèvements des phases gazeuse et particulaire de l'air ambiant (des fumées) sont à réaliser à l'extérieur du site sur des **durées adaptées à l'exposition de la population** et aux valeurs toxicologiques afin d'estimer l'impact potentiel et d'évaluer les risques sanitaires par inhalation, en particulier pour les enjeux sensibles à protéger tels que :

- Les établissements recevant du public (ERP), les établissements sensibles tels que les écoles, les crèches, les hôpitaux, les établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD), etc. ;
- Les habitats résidentiels, les zones de loisirs.

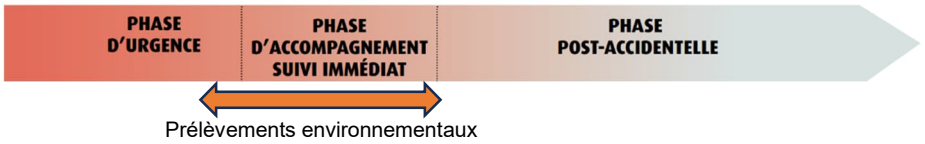


Figure 6 : Prélèvements associés à l'évaluation des risques sanitaires pour la voie d'inhalation

La durée et la localisation (à proximité d'enjeux sensibles) des prélèvements des échantillons d'air devront être aussi représentatives que possible de l'exposition de la population générale.

Des **prélèvements de longue durée**, **a minima d'une heure**, sont privilégiés. A noter que la durée du prélèvement ne doit pas excéder la durée d'émission dans l'air de l'incendie pour éviter de diluer l'échantillon, ce qui sous-estimerait les valeurs.

L'évaluation de l'exposition **nécessite également le prélèvement d'un témoin** pour l'air afin de rendre compte des concentrations de fond. Ainsi, la durée de prélèvement est à adapter si possible en fonction de la dynamique et de la durée du feu, et des conditions météorologiques (changement de direction des vents), mais aussi à adapter aux performances analytiques du laboratoire afin d'obtenir des limites de quantification adaptées.

En général, la durée de prélèvement doit être représentative de l'exposition des populations et en accord avec la durée de la valeur toxicologique de comparaison retenue (en particulier pour l'exposition aiguë très brève, entre 1 h et 8 h). Les durées de prélèvement peuvent permettre l'obtention de résultats d'analyses en urgence avant la fin de la phase de suivi immédiat. Ils représentent donc une information essentielle à transmettre rapidement au gestionnaire de crise en cas de risque sanitaire avéré afin d'adapter les mesures de gestion. Dans des situations particulières, telles que des incendies de grande ampleur ou des phénomènes de combustion lente (feux couvants), des durées de prélèvement supérieures à 8 h peuvent toutefois être nécessaires. Dans ce cas, les prélèvements sont réalisés en vue d'une comparaison avec les valeurs toxicologiques de référence pour des expositions aiguës ou sub-chroniques.

Pour la réalisation de prélèvements longue durée, les canisters, équipés d'un régulateur de débit adapté et, éventuellement, les prélèvements en tube à sorbant (voir partie 5.3.1) sont à privilégier pour les gaz. En effet, les sacs ne sont pas adaptés pour le prélèvement longue durée car leur débit de remplissage est difficile à contrôler de manière fiable et leur durée de conservation reste trop limitée. Néanmoins, un prélèvement en sac de 10 à 15 min suivi d'une analyse sur le terrain, en parallèle de la mise en place

du prélèvement longue durée, peut permettre de documenter le prélèvement long et d'optimiser son analyse. Dans ce cadre, les analyses doivent être ciblées en fonction de la caractérisation de la signature chimique et, dans la mesure du possible, des analyses quantitatives doivent être privilégiées. En effet, des résultats fournis en semi-quantitatifs ne permettront pas une évaluation robuste des risques sanitaires.

Des informations complémentaires sont détaillées dans la fiche AIR du guide post-accident [3].

5.4.2 Prélèvements pour l'évaluation de l'exposition de la population par ingestion

Les prélèvements utilisés à des fins de valeurs de comparaison en zone d'impact sont inclus dans les « prélèvements environnementaux conservatoires » au sens de la circulaire du 20 février 2012 [1] et du guide interministériel d'avril 2012 [4] et dans les « prélèvements conservatoires immédiats » décrits dans le guide post-accident de l'Ineris [3].

Les prélèvements effectués **dans la zone potentiellement impactée, peu de temps après le début du sinistre,** permettent de disposer de matrices potentiellement **non contaminées, au moment du prélèvement** dont les concentrations serviront de **valeurs de comparaison** en l'absence d'un état initial de l'environnement ou de données issues d'un plan de surveillance. Ces matrices peuvent ne plus être disponibles plusieurs jours ou semaines après l'accident, c'est pourquoi il est impératif de les collecter au plus tôt dès lors que les enjeux associés sont localement sensibles, avant que les matrices intégratrices ne soient contaminées par transfert (ex. : œufs sous 3 jours après le début de l'accident ; végétaux protégés en balle ensilée ; eaux souterraines à prélever dès que possible, selon une temporalité variable devant tenir compte de la profondeur, de la perméabilité et de la transmissivité de la nappe souterraine). Les matrices retenues dépendent des usages/enjeux identifiés et peuvent être :

- Œufs, lait (élevage bovin, ovin, caprin, ...) ;
- Végétaux/cultures si récoltés avant ou protégés pendant le sinistre ;
- Cultures ensilées avant l'incendie ;
- Eaux souterraines (destinée à la consommation humaine, à l'arrosage, à l'abreuvage).

Il convient également au préalable de recenser auprès de l'exploitant les matrices pour lesquelles un plan de surveillance ou des données antérieures sont disponibles. Les milieux potentiellement concernés par des plans de surveillance sont généralement : les eaux souterraines mais également les végétaux (herbes de pâture) et les matrices biologiques de biosurveillance de l'air (lichens, bryophytes).

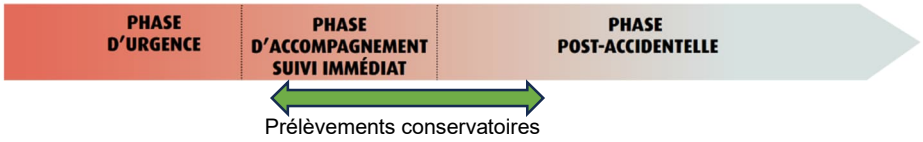


Figure 7 : Prélèvements dédiés aux valeurs de comparaison

Les prélèvements peuvent ne pas être associés à une analyse chimique immédiate. En effet, ceux-ci peuvent être recueillis par sécurité[3] mais non analysés car jugés non essentiels à l'interprétation de l'état des milieux à cette phase ou parce qu'il existe déjà des mesures antérieures pour constituer un état initial (voir le guide sur la stratégie de prélèvements et d'analyses en situation post-accidentelle [3]). La conservation adéquate des échantillons doit être assurée en vue d'analyses ultérieures.

Des informations complémentaires sont détaillées dans les fiches DENREES destinées à la consommation humaine et à l'alimentation animale, EAU SOUTERRAINE du guide post-accident [3].

[3] Notamment en cas de présence suspectée d'un polluant couteux à analyser : la démarche est d'abord de confirmer la présence du polluant sur un échantillon chargé (prélevé très près de la source) puis de généraliser l'analyse sur les autres échantillons si la présence est confirmée.

5.5 Traçabilité des prélèvements et des mesures

Une description détaillée des informations liées au sinistre (surface incriminée, produits stockés, moyens de lutte contre l'incendie, estimation de la quantité d'eau ou de la durée d'arrosage, etc.) et relatives aux différentes phases de l'incendie susceptibles de modifier l'émission et la composition chimique du panache sont nécessaires pour interpréter les mesures réalisées ainsi que les résultats d'analyse des prélèvements, tant pour la signature chimique que pour l'évaluation des risques sanitaires.

Outre ces éléments, il est nécessaire de documenter les prélèvements ou mesures réalisées en y joignant :

- Le jour et l'heure (ex. : dd/MM/yy HH:mm) et la localisation exacte du prélèvement ou de la mesure directe (longitude et latitude en précisant le système de coordonnées) ;
- Les conditions météorologiques au début/pendant/fin du prélèvement ;
- La photographie de la zone comportant, si possible, le dispositif de prélèvement ou de mesure en place ;
- La matrice/fraction prélevée (gaz, particules, dépôts, suies, sols, eaux, …) ;
- Les moyens de prélèvements ou de mesures (parmi ceci : analyseur en continu, canister, filtre PVC, filtre téflon, filtre quartz, jauge PEHD, jauge verre calciné, lingette + récipient verre, lingette + récipient plastique, lingette imprégnée + récipient verre, lingette imprégnée + récipient/plastique, sac multicouche, sac Tedlar, tube actif) ;
- La durée de prélèvement ou de mesure pour les prélèvements d'air, en particulier lorsque l'objectif du prélèvement est d'évaluer l'exposition des populations ou de disposer de valeurs de comparaison ;
- Le cas échéant, les résultats de mesures réalisés sur le terrain sur un autre échantillon prélevé au même endroit et sur une durée similaire (ex. : analyses d'un sac Tedlar prélevé en parallèle d'un canister ou mesures locales en temps réel) ;
- Commentaires (ex. : lien éventuel avec un blanc ou d'autres prélèvements, prélèvements réalisés sous la pluie, eaux d'extinction chargées prélevées à proximité de résidus d'incendie, pH/température/potentiel rédox/oxygène dissout dans l'eau d'extinction lors du prélèvement, prélèvement d'air réalisé a priori dans le panache mais direction des vents très fluctuante).

Ces informations sont également utiles aux laboratoires d'analyses afin d'optimiser leurs méthodes analytiques.

5.6 Récapitulatif de la stratégie de prélèvement

Le schéma ci-dessous récapitule l'articulation des prélèvements et des objectifs associés lors d'une intervention en phases d'urgence ou de suivi immédiat (Figure 8). Chaque intervention doit être réalisée de manière sécurisée et en synergie avec les services d'incendie et de secours à proximité immédiate de l'accident, ainsi elle démarre nécessairement avec un point de situation avec le gestionnaire de crise ou son équipe préposée au risque chimique, en lien avec la DREAL. Ce point de situation peut être également l'occasion de demander un appui d'intervenants habilités pour s'approcher des zones à risque afin de réaliser des prélèvements d'air directement dans le panache dans le cadre de la caractérisation de la signature chimique. Les prélèvements réalisés en canister peuvent être transmis en urgence à un laboratoire d'analyse afin d'obtenir une identification précise des composés émis. Les prélèvements réalisés en sac peuvent être directement analysés, en temps réel, afin de transmettre rapidement des premières conclusions sur la signature chimique au gestionnaire de crise.

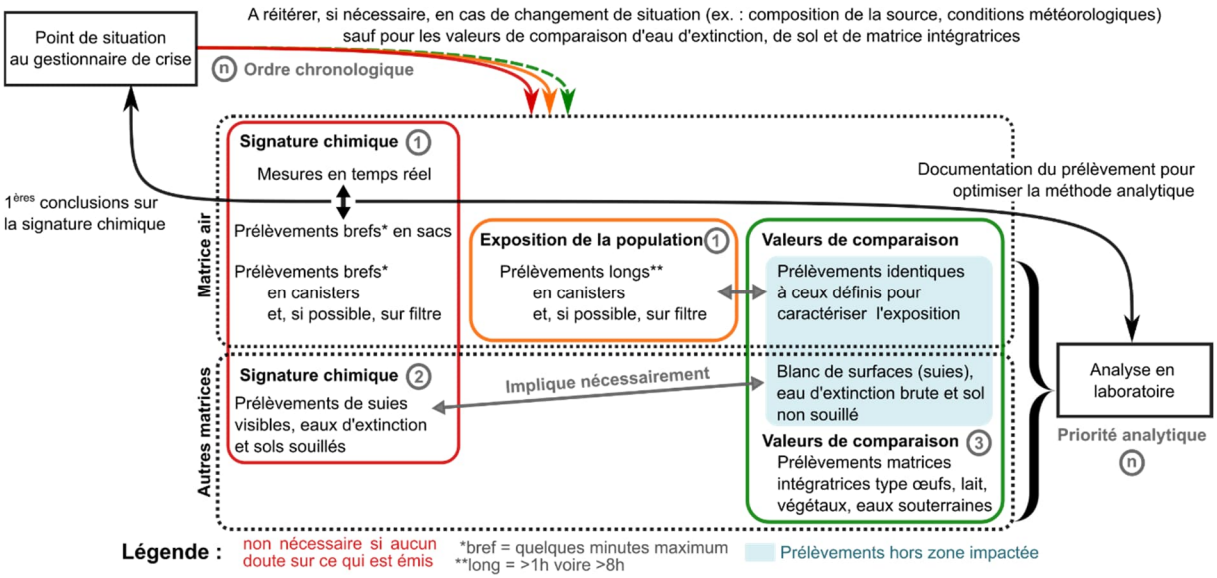


Figure 8 : Schéma d'intervention pour la réalisation minimale de prélèvements et de mesures en phases d'urgence ou de suivi immédiat

6 A retenir

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable

PLUSIEURS OBJECTIFS

▼ Signature chimique

Prélèvements réalisés au plus près de la source, sur le lieu de l'accident pour une identification des familles de substances émises par l'accident par une analyse qualitative

■ Exposition par inhalation de la population générale

Prélèvements d'air réalisés au plus près des enjeux à protéger, à l'extérieur du lieu de l'accident

◐ Valeurs de comparaison

Prélèvements réalisés permettant de caractériser la pollution locale afin de mieux discerner l'impact de l'événement accidentel considéré

PAGE 9

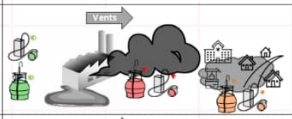
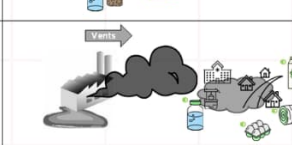
MATRICES

Objectifs visés / Matrices ciblées	En zone impactée			Hors zone impactée
	Signature chimique	Exposition	Valeurs de comparaison	
Air	Dans le panache, proche de la source	Si population dans la zone d'impact	Implique	Témoin (pour l'exposition uniquement)
Eaux d'extinction	Proche de la source	Implique		Eau d'extinction brute, non souillée
Suies	Si visibles	Implique		Blanc de surface*
Sols	Si souillés	Implique		Sol non souillé*
Résidus du foyer	Si accessibles			
Eaux souterraines			Si existant dans la zone impactée	
Denrées alimentaires destinées à la consommation humaine d'origine végétale (légumes-racines, tubercules) et d'origine animale (œufs, lait…)			Si existant dans la zone impactée	
Denrées alimentaires pour les animaux (protégées)			Si existant dans la zone impactée	

PAGE 15

PRÉLÈVEMENTS ENVIRONNEMENTAUX EN PHASES D'URGENCE ET DE SUIVI IMMÉDIAT D'UN ACCIDENT

TEMPORALITÉ

Ordre	Matrices à investiguer	Localisation des prélèvements
1	- Air (phase gazeuse et particulaire) dans panache, au niveau des enjeux à protéger et en zone témoin	
2	- Eaux d'extinction souillées / non souillées - Suies visibles et blancs de surface - Sols souillés / non souillées - Résidus du foyer (si accessible)	
3	- Eaux souterraines - Denrées alimentaires destinées à la consommation humaine d'origine végétale ou animale - Denrées alimentaires pour les animaux (couvertes, protégées des retombées)	

PAGE 16

INTERPRÉTATION

Déterminer la signature chimique revient à connaitre la composition chimique des émissions. Les résultats obtenus sont donc qualitatifs. Il n'est pas pertinent de les comparer à des valeurs de référence établies.

Les concentrations mesurées dans l'air à proximité des premières habitations ou sites sensibles sont à comparer aux valeurs toxicologiques en fonction des durées d'exposition constatées (exposition aiguë très brève, aiguë ou subchronique).

Les valeurs obtenues permettent, par comparaison, de distinguer l'impact de l'accident de la pollution locale. Hors zone impactée, le prélèvement de matrices non souillées ou en zone témoin contribue à préciser la signature chimique et, pour la matrice air, à estimer la part de l'exposition par inhalation liée à l'accident. En zone impactée, le prélèvement de matrices intégratrices non encore affectées par l'accident permet d'établir un état initial nécessaire à l'identification d'une éventuelle dégradation de la qualité des milieux (IEM) en phase post-accidentelle.

7 Références

[1]. Circulaire du 20 février 2012 relative à la gestion des impacts environnementaux et sanitaires d'événements d'origine technologique en situation post-accidentelle.

[2]. Avis du 1er décembre 2022 relatif à la mise en œuvre des premiers prélèvements environnementaux en situation accidentelle impliquant des installations classées pour la protection de l'environnement.

[3]. Institut national de l'environnement industriel et des risques, Guide sur la stratégie de prélèvements et d'analyses à réaliser suite à un accident technologique - cas de l'incendie, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 203529 - v2.0, 09/02/2023 version 3.

[4]. Guide interministériel du 26 avril 2012 de gestion de l'impact environnemental et sanitaire en situation post-accidentelle – Cas des accidents d'origine technologique – Méthode générale.

[5]. Valeurs toxicologiques en situation (post)-accidentelle, Ineris-2819034, janvier 2026.

[6]. Article 5 et annexe V de l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement.

[7]. Point 23 de l'annexe II à l'arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

[8]. Institut national de l'environnement industriel et des risques, Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 203887 - v4.0, 08/06/2023.

[9]. Choix des lingettes à utiliser pour la réalisation de prélèvements surfaciques lors des accidents industriels, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 206743 - v1.0, 25/05/2023.

[10]. Protocole de prélèvement des suies visibles sur les surfaces suite à un incendie technologique : https://www.youtube.com/watch?v=BGOQ8i_HNk8

[11]. Guide de surveillance dans l'air autour des installations classées, retombées des émissions atmosphériques, deuxième édition, Ineris-201065-2172207-v1, décembre 2021.