



(ID Modèle = 454913)

Ineris - 203529 - 2726120 - v2.0

09/02/2023

Guide sur la stratégie de prélèvements et d'analyses à réaliser suite à un accident technologique - cas de l'incendie

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 équivalents 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 SITES ET TERRITOIRES

Rédaction : PERRONNET Karen - QUIOT FABRICE; QUERON JESSICA; LEPOT BENEDICTE; TOGNET FREDERIC; PAPIN ARNAUD; EL-MASRI AHMAD

Vérification : DUPLANTIER STEPHANE; BIAUDET HUGUES; RAMEL MARTINE; CHAUMETTE SYLVAIN

Approbation : Document approuvé le 09/02/2023 par DUPLANTIER STEPHANE

Table des matières

1	Contexte et objectifs	7
2	Intervention en situation post-accidentelle	9
2.1	Objectifs.....	9
2.2	Chronologie observée lors d'un incendie	9
2.3	Dissémination de la contamination lors d'un incendie et voies d'exposition pour la population 10	
3	Stratégie d'échantillonnage.....	12
3.1	Informations à collecter sur le déroulé du sinistre	13
3.2	Prélèvements conservatoires immédiats	14
3.2.1	Prélèvements conservatoires immédiats pour la signature chimique	15
3.2.2	Prélèvements conservatoires immédiats pour disposer de valeurs de comparaison (ou état antérieur au sinistre).....	18
3.3	Prélèvements environnementaux en situation post-accidentelle	19
3.3.1	Marquage environnemental.....	21
3.3.2	Evaluation des expositions différées et des risques sanitaires associés.....	30
3.4	Echantillonnage selon le délai d'intervention.....	34
3.4.1	Priorisation.....	34
3.4.2	Matrices et actions dépendantes du délai d'intervention	34
3.5	Guide pour les prélèvements – fiche synthétiques	36
4	Stratégie d'analyse.....	37
4.1	Préconisations pour la conservation et la préparation des échantillons	37
4.2	Analyses chimiques à rechercher	37
5	Interprétation des résultats.....	41
5.1	Prélèvements conservatoires immédiats	41
5.2	Démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux.....	41
5.3	Points d'attention sur l'interprétation des résultats.....	41
6	Conclusions	43
7	Références	44
8	Annexes	45

Table des figures

Figure 1: Schéma décrivant les voies d'émission considérées dans le cas des incendies (extrait et adapté de la norme NF ISO 26367-1)	8
Figure 2: Phasage d'un incendie	9
Figure 3: Schéma décrivant les sources et voies d'exposition, suite à un incendie, pour la population	11
Figure 4 : Prélèvements conservatoires immédiats	15
Figure 5 : Illustrations de prélèvements conservatoires immédiats : sols souillés, eaux d'extinction, suies visibles.....	16
Figure 6 : Stratégie de prélèvement des suies dédié à la signature chimique.....	16
Figure 7 : Matrices susceptibles d'être investiguées en situation post-accidentelle .	20
Figure 8 : Prélèvements associés au marquage environnemental ou à l'évaluation des risques sanitaires.....	20
Figure 9 : Stratégie de prélèvements en fonction des conditions météorologiques, en lien avec le marquage environnemental	23
Figure 10 : Préleveur sur filtres de particules en suspension	25
Figure 11 : : Illustration d'un ouvrage (piézomètre) permettant d'accéder à la nappe pour mesures et prélèvements	28
Figure 12 : Photographies de lichens et bryophytes terrestres.....	30

Table des tableaux

Tableau 1 : Matrices à investiguer en fonction des objectifs visés	12
Tableau 2 : Supports dédiés à la fraction gazeuse de l'air (sacs Tedlar®, canister)	24
Tableau 3 : Spécificités des supports dédiés aux retombées atmosphériques (jauges, lingettes).....	26
Tableau 4 : Matrices et objectifs visés en fonction du délai d'intervention.....	35
Tableau 5 : Principales substances chimiques susceptibles d'être émises en cas d'incendie	38

Résumé

La circulaire interministérielle du 20 février 2012 portant sur la gestion des impacts environnementaux et sanitaires d'événements d'origine technologique en situation post-accidentelle décrit les éléments de doctrine pour l'organisation des services de l'Etat entre la phase d'urgence et la phase de gestion post-accidentelle afin d'évaluer et de gérer efficacement les conséquences environnementales et sanitaires des événements accidentels d'origine technologique (installations classées, transports de matières dangereuses et canalisations de transport).

En effet, le retour d'expérience de l'Ineris sur les accidents d'origine technologique et notamment les incendies a montré que ces accidents peuvent engendrer des contaminations environnementales parfois de grande ampleur mais également être responsables d'expositions différées à des substances toxiques.

Une intervention sur le terrain pour la réalisation d'échantillonnages en vue de la gestion d'une situation post-accidentelle, dans le cas d'un incendie, aura pour but, d'une part, d'identifier si celui-ci a marqué ou non l'environnement par les polluants émis, et d'autre part, d'évaluer les risques sanitaires éventuels pour les populations environnantes.

Lors de cette intervention, il s'agira de sélectionner les prélèvements qui répondront de la façon la plus pertinente aux objectifs visés : caractérisation d'un état antérieur ou identification de la signature chimique (via les prélèvements conservatoires immédiats), marquage environnemental et/ou évaluation des risques sanitaires. Les investigations environnementales abordées dans ce guide, visant à évaluer et gérer la situation post-accidentelle, se mettent en œuvre dès la phase de suivi immédiat (au plus tôt par rapport au sinistre, voire même dès la phase d'urgence pour l'air notamment) et se poursuivent pendant la phase post-accidentelle.

Dans ce contexte, la version révisée du présent guide mis à disposition en 2011 (V1) puis en 2015 (V2) décrit l'ensemble des matrices à prélever et des analyses à réaliser en fonction de l'objectif visé et du délai écoulé entre l'évènement et l'intervention. Il aborde également l'interprétation des résultats.

Cette version 3.0 remplace et annule les versions précédentes. Elle étoffe le guide précédent par des éléments techniques complémentaires extraits des dossiers d'accidents traités depuis la mise en application de la circulaire du 20 février 2012. Elle introduit le protocole d'échantillonnage harmonisé associé aux prélèvements surfaciques et développe la partie dédiée à la surveillance des eaux superficielles et souterraines en lien avec l'échantillonnage des eaux d'extinction.

Le lecteur pourra dorénavant aborder ce guide soit via une entrée « matrices » (nouveau), soit via l'entrée « objectifs » (comme dans les précédentes versions).

Abstract

The French interministerial circular of 20 February 2012 dealing with the management of the environmental and health impacts of technological hazards in post-accident situations describes the elements of doctrine for the organization of State services between the emergency phase and the post-accident management phase in order to assess and effectively manage the environmental and health consequences of technological accidental events (facilities subject to restrictions relating to environmental protection, transport of hazardous goods and transport pipelines). Feedback acquired by Ineris (French National Institute for Industrial Environment and Risks) about technological accidents and particularly fires highlighted that they may cause moderate to major environmental impacts, as well as delayed expositions to highly toxic substances. Field investigations to collect samples linked to post-accident management, in case of fire, will help, on the one hand to identify any environmental impact due to released chemicals, and on the other hand, to assess human health risks. During field investigations, the aim is to select samples that will target goals: either "identification of the chemical accident print/reference value associated to no impacted media" (thanks to the "first conservatory samples" collected in early times), or "environmental impact" and/or "human health risk assessment".

In order to ease field investigations, the current updated guideline, created in 2011 and modified in 2015, describes matrices to sample, chemicals to analyse according to goals and also time elapsed between the accident and field investigation. It also addresses the interpretation of results.

This updated version 3.0 replaces and cancels the previous ones. New guidelines are provided about atmospheric deposition sampling (soots) with wipes and water management in link with fire extinguishing water. The reader will now be able to use this guide either via a "matrices" entry (new) or via the "objectives" entry (as in the previous versions).

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

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.

Mots-clés :

Post-accident, incendie, marquage environnemental, évaluation différée des risques sanitaires, retombées atmosphériques, échantillonnage, eaux extinction, suies visibles, screening analytique, signature chimique

1 Contexte et objectifs

La circulaire interministérielle du 20 février 2012 (ministères en charge de l'Environnement, de la Santé, de l'Agriculture et de la Sécurité Civile) portant sur la gestion des impacts environnementaux et sanitaires d'évènements d'origine technologique en situation post-accidentelle décrit les éléments de doctrine pour l'organisation des services de l'Etat entre la phase d'urgence et la phase de gestion post-accidentelle afin d'évaluer et de gérer efficacement les conséquences environnementales et sanitaires des évènements accidentels d'origine technologique (installations classées, transports de matières dangereuses et canalisations de transport) [1]. Deux guides ministériels¹ sont adossés à la circulaire et traitent de la gestion de l'impact environnemental et sanitaire pour les accidents d'origine technologique. Seul le risque chimique est abordé, les risques nucléaires et microbiologiques ne sont pas traités. La circulaire précitée a été récemment complétée par un avis² traitant des premiers prélèvements environnementaux à déployer en situation accidentelle.

Les retours d'expériences sur les accidents d'origine technologique montrent qu'au-delà de l'organisation des secours, des soins de première urgence et de la réparation des dommages environnementaux et sanitaires les plus visibles, des conséquences différées sur la santé humaine et l'environnement peuvent être redoutées. Ces évènements peuvent avoir pour effet une dispersion dans l'environnement de substances toxiques, et/ou générer des effets physiques (effets thermiques, bruit, vibrations).

L'enjeu majeur d'une évaluation correcte et d'une bonne gestion des impacts potentiels d'accidents d'origine technologique est le recueil rapide et fiable des données relatives aux conséquences de l'évènement sur l'environnement et sur la population. Pour ce faire, afin de gérer à long terme les impacts d'un accident, la réalisation de prélèvements dans les milieux environnementaux et dans les milieux d'exposition, le plus rapidement possible, c'est-à-dire dès les premiers temps de l'évènement, est riche d'informations. Pour encadrer ce type d'interventions, la circulaire propose la constitution d'une cellule post-accident technologique. Celle-ci est, sous l'égide du Préfet, constituée entre autres, de représentants des différents services déconcentrés de l'Etat en charge de l'environnement, de la santé des populations ou bien encore du milieu agricole.

Le présent document est la mise à jour (version 3.0) du guide technique³ rédigé depuis 2011 par l'Ineris, sur la stratégie de prélèvements et d'analyses à réaliser dans ce contexte.

Les accidents technologiques considérés dans le présent guide technique concernent l'incendie qui représente, pour l'année 2020, 59 % des accidents technologiques enregistrés par le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI) du Ministère en charge de l'environnement [2]. Ce pourcentage est en légère augmentation par rapport à la moyenne des 10 dernières années (valeur inférieure à 45%). De plus, l'incendie a la particularité d'engendrer des substances qui peuvent être différentes des produits de départ, substances qu'il va falloir identifier et quantifier, contrairement à des situations de déversements ou de lâchers de gaz pour lesquels les produits émis sont le plus souvent connus. Toutefois, les préconisations techniques relatives à l'incendie peuvent être adaptées et applicables à d'autres situations.

Dans le cas particulier de l'incendie, la réalisation de prélèvements en vue de la gestion d'une situation post-accidentelle aura pour but d'identifier si celui-ci a impacté ou non l'environnement (marquage environnemental) mais également d'évaluer le risque sanitaire pour les populations vivant à proximité du site où a eu lieu l'évènement, à court, moyen et long terme.

Les matrices environnementales impactées par un incendie sont illustrées sur la Figure 1, extraite et adaptée de la norme NF ISO 26267-1 [5].

¹ Guides de gestion de l'impact environnemental et sanitaire en situation post-accidentelle : « cas des accidents d'origine technologique - méthode générale » ; et « aide à l'inspection des installations classées - déclinaison de la méthode générale ».

<https://www.ecologie.gouv.fr/gestion-limpact-environnemental-et-sanitaire-suite-accident-industriel>

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

³ Guide sur la stratégie de prélèvements et d'analyses à réaliser suite à un accident technologique – cas de l'incendie, Ineris, DRC-11-117284-11464A, 12 décembre 2011 (v1), DRC-15-152421-0536B, 18 novembre 2015 (v2)

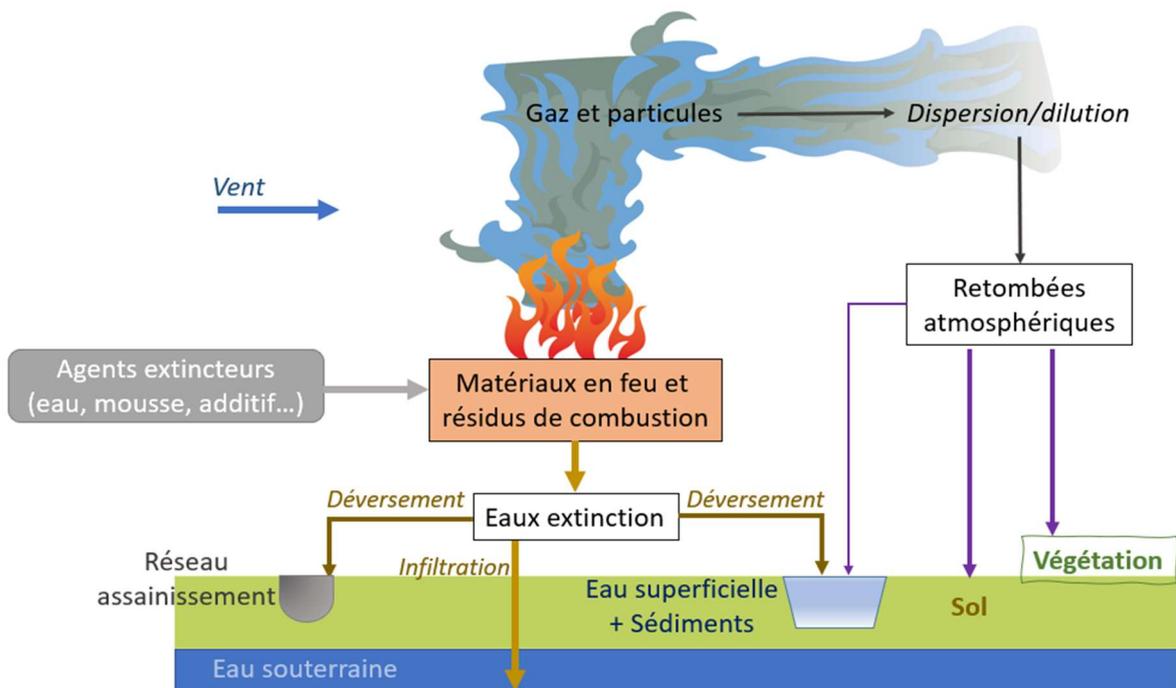


Figure 1: Schéma décrivant les voies d'émission considérées dans le cas des incendies (extrait et adapté de la norme NF ISO 26367-1)

La présente révision du guide porte sur des éléments techniques approfondis au regard du retour d'expérience acquis depuis la mise en application de la circulaire. Par rapport aux versions de 2011 et 2015, des compléments d'information portent principalement sur la stratégie de prélèvements :

- d'échantillons des matrices concernées par un tel évènement au travers de l'élaboration de fiches individuelles spécifiques (chapitre 3.5 et Annexe 3) ;
- de suies visibles via les prélèvements surfaciques (Annexe 4) ;
- des eaux d'extinction (chapitre 3.2.1) ;

et également, l'interprétation des résultats.

L'objectif de ce rapport autoporteur reste la proposition d'une démarche pour l'intervention en vue d'effectuer des prélèvements environnementaux et sanitaires en vue de la gestion d'une situation post-accidentelle. La démarche, ciblée sur l'accident technologique de type incendie, est transposable aux autres accidents technologiques tels que le déversement lors du transport de matières dangereuses, la rupture de canalisations, ou bien le dysfonctionnement majeur d'une unité de traitement d'effluents liquides ou gazeux.

Cette démarche inclut la réflexion à mener concernant les zones d'intérêt, les prélèvements à réaliser, les analyses à effectuer etc... en vue de répondre de la façon la plus précise que possible aux objectifs visés par ce genre d'intervention.

L'actualisation permet d'aborder ce guide soit via une entrée « matrices » (nouveau), soit via l'entrée « objectifs » (comme dans les précédentes versions).

Ce guide s'adresse aux agents de l'Etat en charge des dossiers post-accidents, aux membres du RIPA⁴ (réseau des intervenants en situation post-accidentelle) ainsi qu'aux exploitants et tout acteur de terrain susceptible d'intervenir en situation accidentelle.

⁴ RIPA : [Réseau des Intervenants en situation Post-Accidentelle](#), opérationnel depuis 2013 et animé par l'Ineris. Il regroupe des laboratoires d'analyses et des préleveurs volontaires qui signent une charte d'engagement

2 Intervention en situation post-accidentelle

2.1 Objectifs

L'incendie entraîne la dispersion, sur des distances plus ou moins importantes par rapport au foyer, de substances, ou de leurs produits de dégradation, pouvant avoir des impacts immédiats ou différés sur l'environnement.

Les principaux objectifs d'une intervention post-accidentelle sont de :

- caractériser les produits émis et l'étendue de la zone géographique impactée par l'évènement ;
- prédire des expositions différées de la population, pour une meilleure gestion des risques sanitaires en lien avec les impacts.

Les méthodologies mises en œuvre pour répondre aux deux objectifs seront différentes selon la nature des prélèvements à réaliser ou la préparation des échantillons avant analyse. Elles sont détaillées dans le chapitre 3. Elles décrivent également les prélèvements nécessaires à l'interprétation des résultats par rapport aux zones témoins (Environnement Local Témoin - ELT) et aux valeurs de gestion réglementaires qui s'appliquent mais aussi par rapport au niveau de contamination antérieur à l'évènement dans la zone étudiée afin de déterminer la part de contamination attribuable à l'évènement lui-même (valeurs de comparaison à l'état antérieur à l'évènement).

La démarche, ciblée sur l'accident technologique de type incendie, est transposable aux autres accidents technologiques tels que le déversement lors du transport de matières dangereuses, la rupture de canalisations, ou bien le dysfonctionnement majeur d'une unité de traitement d'effluents liquides ou gazeux. Le programme analytique à déployer sur les matrices environnementales s'en trouve simplifié du fait de l'absence de produits de décomposition associés au feu. Le programme analytique tiendra compte toutefois des éventuels produits de dégradation ou de réaction avec les milieux environnementaux.

2.2 Chronologie observée lors d'un incendie

Le temps que dure un évènement tel qu'un incendie peut être découpé en plusieurs phases : la phase d'urgence, la phase de suivi immédiat et la phase post-accidentelle (Figure 2- extrait des guides interministériels et ministériels de 2012) [3][4].



Figure 2: Phasage d'un incendie

Les deux premières phases peuvent durer plus ou moins longtemps selon les quantités de combustible mises en jeu et la durée nécessaire à la maîtrise du feu. Plusieurs interventions sont possibles :

- une **intervention en phase active** (urgence) d'un incendie, appelée jour J dans la suite du document, visant à évaluer les substances toxiques émises lors de cet incendie. Elle permettra une prise en compte des effets aigus mais également une évaluation beaucoup plus rapide des effets potentiels différés sur les riverains et sur l'environnement.
- une **intervention en phase de suivi immédiat**, qui peut durer plusieurs jours, notamment en cas de feu couvant (feu peu intense, fumerolles), voire davantage, après la période de feu intense. Cela laisse le temps d'organiser l'intervention.
- une **intervention en phase post-accidentelle** (feu éteint, il n'y a plus d'apport de la source vers l'environnement) est le cas le plus fréquemment rencontré. Toutefois, selon le délai écoulé entre la fin de l'évènement et l'intervention sur le terrain, le nombre de matrices restant à prélever sera réduit, pour cause de lessivage des dépôts en cas de pluie, par exemple.

Temporalité des investigations environnementales



Les investigations environnementales abordées dans ce guide, visant à évaluer et gérer la situation post-accidentelle, se mettent en œuvre dès la **phase de suivi immédiat** (au plus tôt par rapport au sinistre) et se poursuivent pendant la **phase post-accidentelle**.

Des premiers prélèvements environnementaux sont à réaliser en situation accidentelle (pour l'air notamment, dès la phase d'urgence, le cas échéant jusqu'à la publication d'un arrêté préfectoral de mesures d'urgence) pour les installations classées pour la protection de l'environnement concernées tel que rappelé dans l'avis du 1 décembre 2022⁵.

2.3 Dissémination de la contamination lors d'un incendie et voies d'exposition pour la population

Les retombées atmosphériques issues des émissions d'un incendie sont constituées de gaz et de particules qui sont transportés en suspension dans l'air ambiant (concentrations dans l'air) et se déposent sur des compartiments environnementaux intégrateurs (sols, végétaux, eaux superficielles) en contact direct avec l'atmosphère (dépôts atmosphériques). Ces retombées, en fonction des substances et de l'usage des milieux, pourront conduire à une exposition directe des populations (par inhalation) ou indirecte par une consommation de matrices environnementales accumulatrices (par ingestion). Deux mécanismes de dépôt se distinguent :

- un mécanisme de dépôt sec qui concerne aussi bien la fraction gazeuse que la fraction particulaire et qui met en œuvre des phénomènes de diffusion-captation de nature physique, chimique ou biologique impliquant uniquement les couches d'air les plus proches de la surface concernée par ces dépôts ;
- un mécanisme de dépôt humide par l'intermédiaire de la pluie et qui peut résulter, soit du piégeage de gaz et/ou des particules dans les gouttelettes d'eau en suspension dans les nuages qui se transforment ultérieurement en pluie (phénomène de « rain-out »), soit de la captation des gaz et/ou particules par les gouttes de pluie tout au long de leur trajet dans l'atmosphère (phénomène de « wash-out »). On s'accorde à penser que ce dernier phénomène est prépondérant à proximité d'une source d'émissions comme un incendie lorsque la présence de précipitations est constatée.

Les retombées atmosphériques (source de pollution primaire) impactent les milieux environnementaux comme les sols, les végétaux et les eaux de surface (comme celles émises par les installations classées [6],[7]). Ces matrices impactées, vont devenir, elles-mêmes, des sources secondaires de pollution. Ainsi, les végétaux, par *voie d'ingestion*, pourront contaminer l'homme et les animaux. Les sols peuvent contaminer à leur tour :

- les végétaux qui absorberont les polluants contenus dans les eaux interstitielles des sols (*phyto-disponibilité*) ;
- les eaux souterraines *par infiltration* ;
- les eaux de surface par ruissellement, lessivage des sols en cas de fortes pluies par exemple ;
- l'air par *ré-envol de poussières* déposées.

Les ré-envols de poussières pourront contaminer des sols, des végétaux et des eaux de surface dans des zones plus éloignées du lieu de l'incendie.

C'est au travers de ces sources primaires et secondaires de contamination que la population pourra être affectée par les émissions d'un incendie.

La Figure 3 décrit succinctement les sources primaires et secondaires, les voies de transfert envisagées, ainsi que les voies d'exposition de la population.

⁵ Avis du 1^{er} 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 (se substituant à l'Instruction du Gouvernement du 12 août 2014 relative à la gestion des situations incidentelles ou accidentelles impliquant des installations classées pour la protection de l'environnement et à l'avis du 9 novembre 2017 relatif à la mise en œuvre de l'Instruction du Gouvernement du 12 août 2014)

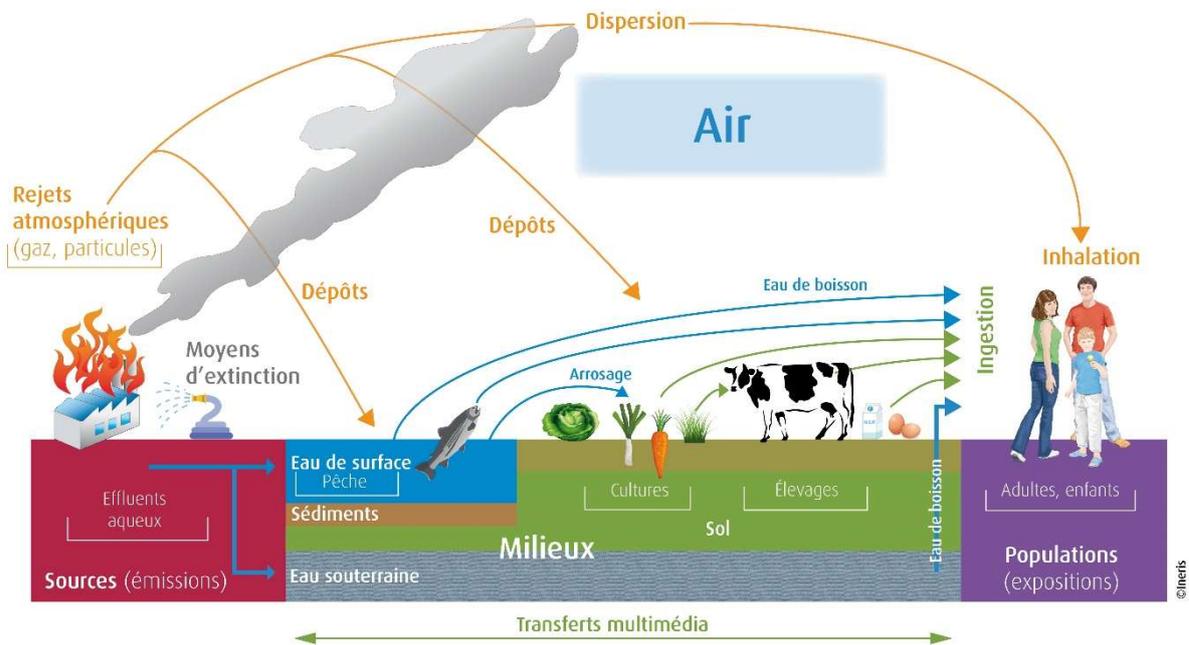


Figure 3: Schéma décrivant les sources et voies d'exposition, suite à un incendie, pour la population

Un schéma conceptuel devra illustrer le plan d'échantillonnage proposé, mettant en évidence (Figure 3) :

- **la source de pollution** : les composés émis par l'incendie mais aussi transférés par les eaux d'extinction ;
- **les voies de transfert** : émissions gazeuses et particulaires ; infiltration des eaux d'extinction dans les sols et atteinte de la nappe superficielle ; ruissellement et rejet en cours d'eau...
- **les enjeux à protéger** : enfants jouant sur aire de jeux ; bétail si pâturage, ou abreuvement ; résidents consommant les végétaux cultivés en jardins potagers (retombées et/ou arrosage)...

3 Stratégie d'échantillonnage

Une intervention sur le terrain pour la réalisation d'échantillonnage dans le cadre de la gestion post-accidentelle, suite à un incendie, a pour but, d'une part, d'identifier si celui-ci a marqué ou non l'environnement par les polluants émis, et d'autre part, d'évaluer les risques sanitaires pour les populations environnantes. La stratégie d'échantillonnage repose donc sur la réalisation de prélèvements qui répondront de la façon la plus pertinente aux objectifs visés suivants :

- caractérisation de la signature chimique ou caractérisation des matrices avant contamination par l'incendie (valeur de comparaison)⁶, à l'aide des prélèvements conservatoires immédiats (chapitres 3.2.1 et 3.2.2 respectivement) ;
- marquage environnemental (délimitation des zones impactées – chapitre 3.3.1) ;
- évaluation des risques sanitaires pour les populations (chapitre 3.3.2).

Le *Tableau 1* synthétise l'ensemble des matrices pouvant être investiguées, en lien avec les objectifs visés. Il est en lien avec l'Annexe 3 qui décrit les stratégies de prélèvement pour chacune des matrices.

Tableau 1 : Matrices à investiguer en fonction des objectifs visés

Objectifs des prélèvements	Signature chimique	Valeur de comparaison*	Marquage environnemental	Evaluation des risques sanitaires
	Prélèvements conservatoires immédiats			
Suies visibles	x		(x)	
Eaux d'extinction	x			
Sols souillés	x			
Résidus du foyer	x			
Air	x		(x)	x
Sols superficiels			x	x
Eaux souterraines		x	(x)	x
Eaux superficielles			x	x
Sédiments			x	
Denrées alimentaires pour l'Homme d'origine végétale		x	(x)	x
Denrées alimentaires pour l'Homme d'origine animale (œufs, lait...)		x		x
Denrées alimentaires pour les animaux (pâtures)		x	x	
Lichens, bryophytes			x	

(x) : objectif secondaire, d'autres matrices sont plus appropriées pour répondre à l'objectif visé.

⁶ Valeur de comparaison : concentration en polluant obtenue sur un échantillon, prélevé dans la zone d'impact, non encore contaminé par l'incendie au moment du prélèvement (sinistre en cours). L'échantillon non marqué peut être assimilé à un état initial dans cette configuration.

Au-delà de l'analyse des résidus de combustion, la signature chimique de l'incendie peut également être appréhendée par des essais expérimentaux postérieurs (chambre de combustion plus ou moins volumineuse, four tubulaire, par exemple) réalisés sur les matériaux similaires à ceux pris dans le feu.

Articulation des investigations environnementales et qualification des prélèvements



Les investigations environnementales visant à répondre à un objectif de marquage et/ou d'évaluation des risques sont généralement menées au cours d'une même campagne de prélèvements, d'autant que certains milieux (sol, eau...) sont communs aux deux objectifs. Des compléments peuvent être réalisées à l'issue d'une première intervention pour affiner la délimitation des zones impactées, par exemple, ou pour intégrer des usages non pris en compte lors d'une première intervention. La représentativité des prélèvements sur une zone reste une question ouverte : est-il représentatif de la zone ou uniquement de la parcelle investiguée ? est-ce un « point chaud » affichant ponctuellement des concentrations élevées ? Dans ces cas, la modélisation des retombées atmosphériques peut apporter une réponse, en mettant en évidence ou non des retombées homogènes et uniformes sur la zone considérée. De même, une campagne de prélèvement complémentaire pourra permettre d'affiner la délimitation de la zone impactée ou de mettre en évidence un éventuel gradient de concentrations sur les aromates sauvages ou les herbes de pâtures prélevés.

Notons également que les analyses chimiques qui seront réalisées seront à interpréter différemment (interprétation qualitative versus quantitative), en fonction de l'objectif et des matrices prélevées : identifier la présence ou l'absence de certaines substances dans les eaux d'extinction, les suies ou les sols souillés (signature chimique/ interprétation qualitative) ; gradient des concentrations sur les différents points de prélèvement (marquage environnemental, délimitation de la zone d'impact / interprétation quantitative) ; concentrations dans les milieux d'exposition (évaluation des risques sanitaires/ interprétation quantitative).

3.1 Informations à collecter sur le déroulé du sinistre

Le plan d'échantillonnage repose en grande partie sur la dispersion des fumées et la retombée des composés chimiques sur les milieux environnementaux et d'exposition. Une description détaillée du déroulé du sinistre est attendue en préambule du plan d'échantillonnage (voir encart).

Descriptif du déroulé de l'incendie et de la dispersion des fumées



Ce descriptif est primordial pour justifier le plan d'échantillonnage retenu et demeure une étape **incontournable** à renseigner.

A minima, les éléments suivants sont à collecter et à décrire dans un rapport d'étude :

- localisation précise du lieu du sinistre par rapport au site (plan de masse),
- conditions météorologiques observées : force et direction des vents sur toute la durée de l'incendie (phases de feu actif et feu couvant) jusqu'à sa maîtrise complète, pluviométrie (jusqu'aux prélèvements des échantillons), nébulosité en lien avec la stabilité atmosphérique,
- phases de l'incendie : nature des combustibles/volume/surface en feu selon les périodes de temps, température supposée du feu, présence/hauteur des flammes, présence, localisation et durée de dégagement de fumerolles,
- phases d'extinction susceptibles de modifier l'émission et la composition chimique du panache (émission de substances plus toxiques généralement en cas d'arrosage),
- dispersion des fumées : hauteur et longueur approximative du panache (jusqu'où est-il visible ?), orientation/direction, coloration, gêne olfactive ou respiratoire.... La surveillance vidéo du foyer et de la dispersion du panache pendant toute la durée du sinistre, réalisée à partir d'une ou plusieurs caméras positionnées sous un angle stratégique, présente une réelle plus-value pour la justification des zones à investiguer,
- moyens d'extinction et gestion des eaux d'extinction (en particulier présence ou non d'une rétention des eaux d'extinction, rejets directs dans le réseau hydrographique).

Les éléments influant le déroulement de l'incendie à l'origine de la dispersion de composés polluants sont repris dans la fiche présentée en Annexe 1.

Les sources d'information à mobiliser sont les suivantes (liste non exhaustive) :

- l'interview des employés, des riverains, des services d'incendie et de secours, presse écrite... ;
- le relevé de la station météorologique du site, le cas échéant ;
- la mise en œuvre d'une ou plusieurs caméras positionnée(s) sous des angles stratégiques (grand angle ou éloignée, par exemple) permettra une estimation plus réaliste du terme source utilisée pour la modélisation de la dispersion des fumées (surface d'émission, vitesse d'entraînement, hauteur de flamme et variation temporelle de ces paramètres).
Des caméras embarquées sur des drones peuvent également être utilisées pour filmer l'évolution de l'incendie et de son panache pendant la durée du sinistre.

3.2 Prélèvements conservatoires immédiats

La notion de prélèvements conservatoires, renommés ici **prélèvements conservatoires immédiats**, apparaît dans les guides associés à la circulaire du 20 février 2012 [3] et vise à répondre à deux objectifs distincts :

- déterminer qualitativement la famille (ou les familles) de produits potentiellement polluants émis par l'incendie – cela correspond à la signature chimique de l'incendie ;
- disposer de valeurs de comparaison à la situation antérieure à l'incendie pour certaines matrices situées dans la zone d'impact.

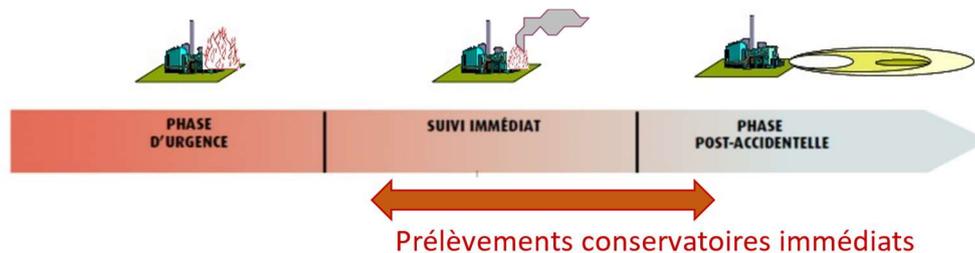
Les **prélèvements conservatoires immédiats** sont mis en œuvre dès la phase de suivi immédiat (parfois même pendant la phase d'urgence) en vue de préparer la phase post-accidentelle et de disposer d'informations utiles pour l'interprétation des résultats analytiques. Les prélèvements dédiés à déterminer les produits émis peuvent être **optionnels** dès lors que la signature chimique des matériaux pris dans le feu est connue (données expérimentales, littérature, retour d'expérience...). En revanche, les prélèvements conservatoires immédiats sont **recommandés voire indispensables** en cas de doute quant à la nature des substances émises par l'incendie, c'est le cas notamment lorsque la nature des matériaux incendiés est peu connue ou complexe (mélange de matériaux de nature chimique différente, produits de décomposition ou de réaction inconnus) et lorsque les effets de l'arrosage sur les émissions ne sont pas connus.

Concernant les prélèvements conservatoires immédiats dédiés aux valeurs de comparaison, ils sont recommandés si des atteintes majeures sur certains usages sont attendues : consommation de denrées alimentaires (Homme, animaux d'élevage) ou captage d'eau souterraine destinée à la consommation humaine.



Les prélèvements conservatoires immédiats sont avant tout des échantillons prélevés **au plus tôt après le début du sinistre**, qui peuvent ne pas être analysés dans l'immédiat.

Il convient alors de s'assurer des volumes prélevés suffisants, de la nature des contenants adaptée et de leur conservation dans des conditions adéquates pour **une analyse ultérieure**.



Signature chimique	Valeur de comparaison (état antérieur)
<ul style="list-style-type: none"> • Produit déversé, matériau incendié • Air (phase gazeuse et particulaire), retombées atmosphériques, suies visibles • Sol souillé • Eau d'extinction • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Denrées alimentaires végétales et animales consommées par l'Homme (légumes racines, tubercules; œufs, lait) • Aliments destinés aux animaux d'élevage (ensilage) • Eau souterraine

Figure 4 : Prélèvements conservatoires immédiats

3.2.1 Prélèvements conservatoires immédiats pour la signature chimique

Le prélèvement conservatoire immédiat **pour la signature chimique** sert dans ce cas à l'identification des familles chimiques émises par l'incendie, et par conséquent de la signature chimique potentielle de ce dernier.

L'identification de la **signature chimique** repose sur le prélèvement d'échantillons **sur site, au plus près du foyer...avant leur disparition** (air, élimination des eaux d'extinction, nettoyage des sols et des façades, excavation des terres souillées...).

L'objectif n'est pas de comparer les concentrations obtenues dans ces matrices avec des valeurs de référence, mais d'avoir accès à leur composition chimique et de recouper les résultats entre matrices.

Plusieurs matrices peuvent être concernées :

- combustible (stockage de déchets, de matières premières) si nature des composants inconnue ;
- sol superficiel souillé au plus près du foyer ;
- suies visibles sur façades au plus près du foyer ;
- eaux d'extinction ;
- sols sur lesquels se sont infiltrées les eaux d'extinction ;
- air (phases gazeuse et particulaire) des fumées si le feu est actif ou couvant...



Il est impératif pour le **milieu air** de procéder à des mesures ou prélèvements de fumées émises par l'incendie le plus tôt possible, que le feu soit actif ou couvant. L'analyse permettra d'identifier les familles émises par le foyer sur les fractions gazeuses et/ou particulaires (voir section 3.3.1.2 et Annexe 2 pour les supports de prélèvement adéquates).



Figure 5 : Illustrations de prélèvements conservatoires immédiats : sols souillés, eaux d'extinction, suies visibles

Cas particulier des prélèvements surfaciques (lingettes) - se référer également à l'Annexe 4.

La mise en œuvre des prélèvements surfaciques sur site répond à l'identification d'une éventuelle signature chimique de l'incendie (identification des substances émises). Les surfaces verticales ou horizontales visées doivent présenter des suies visibles. La stratégie de prélèvement des suies par lingette nécessite, pour chacune des familles de substances recherchées, de disposer :

- d'une lingette ayant essuyé des suies visibles au plus proche du foyer. Plusieurs surfaces peuvent être investiguées ;
- d'une lingette, en zone exposée, passée sur des surfaces non marquées aux retombées similaires à celles exposées afin de tenir compte des apports potentiels autres (notamment issus des peintures/traitements surfaciques, de poussières historiques...) ;
- d'un « blanc » de lingette (1 lingette par campagne et par famille chimique).

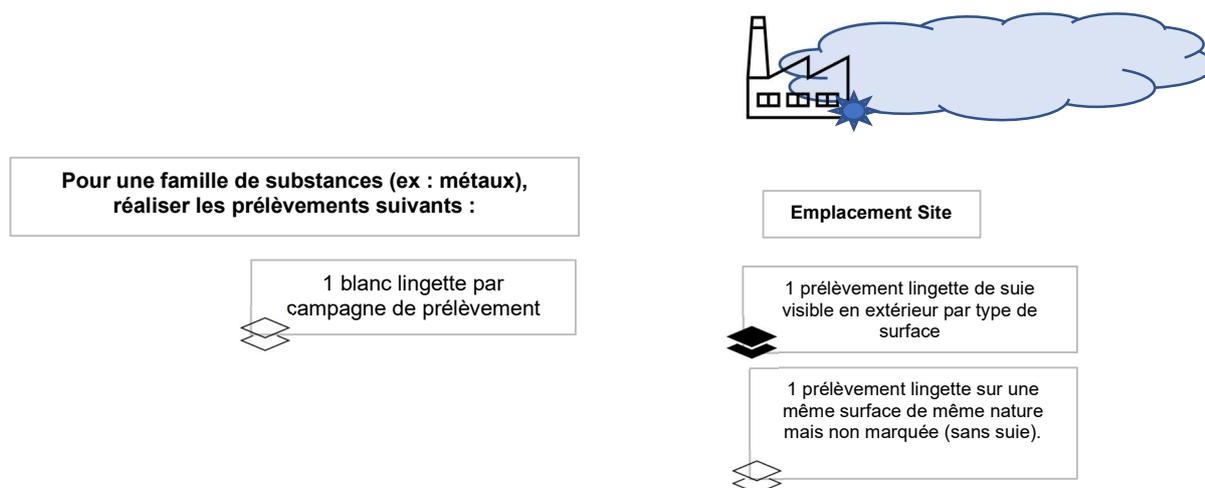


Figure 6 : Stratégie de prélèvement des suies dédié à la signature chimique

A ce jour, le retour d'expérience acquis par l'Ineris ne préconise pas de déployer des lingettes dans des zones témoins non exposées au panache.

Le protocole harmonisé pour le prélèvement surfacique est détaillé en Annexe 4, ainsi que la stratégie de prélèvement pour le marquage environnemental.

Cas particulier des eaux d'extinction

Génération des eaux d'extinction

La lutte contre les incendies gérée via l'extinction du feu par l'eau génère des eaux d'extinction. Elles proviennent des moyens de lutte interne (sprinkler, RIA⁷...) et externe (services de secours). Selon l'activité, leur gestion est assurée par un système de collecte et de stockage (rétention, parfois appelé bassin d'avarie ou bassin d'orage-avarie). Son dimensionnement tient compte des volumes d'eau nécessaires à la défense extérieure, aux moyens de lutte intérieure, mais également des intempéries et des volumes des liquides présents sur le site.

En l'absence de rétention adaptée et suffisante, le volume d'eaux d'extinction généré par la défense extérieure est limité autant que possible par les services d'incendie et de secours. La réalisation en urgence de tranchées ou de fosses avec membranes peut également permettre de réduire le rejet direct au réseau ou au milieu naturel et de procéder au noyage successif des tas incendiés. Toutefois, en fonction de la nature du terrain et de la vulnérabilité des eaux souterraines, la faisabilité reste limitée. Une infiltration des eaux d'extinction dans le sous-sol ou un ruissellement dans le milieu naturel est à redouter.

Il peut arriver que les eaux d'extinction soient dirigées vers le réseau des eaux usées du site en activité, dans ce cas, il faudra également faire la part entre les polluants générés lors de l'incendie et les polluants couramment mesurés dans les rejets aqueux du site.

Composition chimique des eaux d'extinction

Les systèmes de rétention retiennent les eaux d'extinction mais également les eaux de pluie et de ruissellement du site ce qui génère une dilution des eaux d'extinction proprement dites prélevées au moment de l'évènement. Par ailleurs, les eaux de la rétention pourront contenir à la fois les pollutions générées par l'incendie, redéposées au sol lors de l'arrosage par les pompiers et entraînées vers les rétentions, mais aussi les éventuels polluants déjà déposés au sol et sur les voies de circulation liés à l'activité du site, ce dernier pouvant faire l'objet, pour le rejet des eaux pluviales, d'une autosurveillance prescrite.



La nature des polluants chimiques entraînés par les eaux d'extinction est fonction :

- du sinistre lui-même avec les produits chimiques et matériaux stockés pris dans l'incendie ;
- des produits de décomposition émis dans l'air ;
- de la présence d'hydrocarbures/huiles sur les voies de circulation proches du foyer ;
- de la nature des bâtiments, des équipements connexes (câblages, panneaux photovoltaïques...) ; et également
- des émulseurs chimiques employés par les services d'incendie et de secours.

Les substances potentiellement contenues dans des eaux d'extinction sont nombreuses et variées selon les matériaux pris dans le feu : biocides, pesticides, fongicides ; métaux et métalloïdes ; composés organiques halogénés (solvants, composés chlorés) [9],[10], mais également composés organiques persistants, etc.

En fonction des substances recherchées, les phases d'intérêt sont la phase dissoute et/ou particulaire.

Les analyses chimiques réalisées dans ce cadre peuvent également aider à l'identification d'une filière de prise en charge et de traitement, mais ce n'est pas l'objectif premier de la caractérisation post-accidentelle.

⁷ RIA : robinet d'incendie armé

Prélèvement et caractérisation chimique des eaux d'extinction

Les eaux d'extinction sont le plus souvent drainées vers des rétentions sur le site. En cas de doute sur la nature des polluants émis par l'incendie, il peut être pertinent de faire un échantillonnage des eaux d'extinction pour caractériser la composition des **émissions (gaz ou particules)**. Cette caractérisation est également essentielle pour orienter le programme analytique sur les autres milieux environnementaux dès lors que :

- la nature des produits et matériaux pris dans l'incendie est peu connue ;
- les interactions chimiques entre composés pris dans l'incendie ou mis en contact sont non renseignées ;
- des émulseurs chimiques sont utilisés lors de l'intervention des services d'incendie et de secours. La vigilance porte notamment sur l'emploi d'émulseurs fluorés contenant des PFAS (per- et polyfluoroalkyles). Voir Annexe 6 pour les généralités sur les émulseurs et les additifs.

L'analyse sur échantillon brut non filtré vise à déterminer les polluants dissous mais également adsorbés sur la phase solide (prise en compte des caractéristiques physico-chimiques telles que solubilité, coefficient d'absorption, densité...). En cas de décantation des eaux d'extinction, l'échantillonnage peut être complété par un prélèvement de boues décantées sur lesquelles les polluants hydrophobes seront adsorbés.

Un ou plusieurs échantillons peuvent être réalisés en fonction de la dynamique temporelle et spatiale du feu et de la dimension de la rétention. Le prélèvement doit être représentatif du contexte au moment de l'échantillonnage. Le lieu de prélèvement est ainsi spécifique à chaque configuration de site, il s'effectue sur site, au plus près des zones incendiées, au niveau par exemple de la rétention, d'une fosse, du réseau de collecte des eaux pluviales... Il est attendu une caractérisation chimique de la phase aqueuse et particulaire, en vue de tenir compte des propriétés physico-chimiques des substances recherchées (solubilité dans l'eau, coefficient d'adsorption...). Au-delà de l'analyse, des mesures de paramètres physico-chimiques in-situ sont à réaliser (pH, potentiel rédox, oxygène, turbidité, conductivité et température) pour compléter la caractérisation.

L'échantillonnage est à réaliser au plus tôt, avant le pompage et le traitement des eaux d'extinction, leur infiltration dans le sous-sol ou leur ruissellement en dehors du site (milieu naturel, cours d'eau...). Un échantillonnage tardif génèrera des effets de dilution en cas de précipitations, de réactions chimiques entre substances ou encore de dégradation sous l'effet de la lumière, de la chaleur et d'activités microbiennes. Ces phénomènes physiques, chimiques et biologiques peuvent dégrader la signature chimique de l'incendie et rendre non quantifiable les substances émises par l'incendie.

Consolidation de la signature chimique de l'incendie à partir des prélèvements conservatoires immédiats

Les analyses chimiques engagées dans cet objectif visent à déterminer les substances émises par l'incendie à partir de la caractérisation de matrices prélevées au plus près du foyer : sols souillés, eaux d'extinction, retombées atmosphériques, suies... Les analyses peuvent être ciblées ou faire l'objet d'un **screening analytique** (voir l'intérêt et les limites du screening en Annexe 5). Aussi la présence d'un composé/congénère dans ces matrices conduira à quantifier la famille chimique associée (HAP, PCDD/F, PCB-dl, ...) dans les matrices de transfert et d'exposition hors site.

Par ailleurs, le recoupement des familles chimiques communes au sein des prélèvements conservatoires immédiats (suies, eaux d'extinction, sols souillés) permet de consolider la signature chimique de l'incendie et de tenir compte des distorsions matricielles (substances hydrophiles versus substances hydrophobes par exemple). Il convient de noter, cependant, que les délais analytiques pour certaines familles chimiques telles que les PCDD/F sont de l'ordre d'une semaine et ne permettent pas de disposer d'une information immédiate quant à leur émission.

3.2.2 Prélèvements conservatoires immédiats pour disposer de valeurs de comparaison (ou état antérieur au sinistre)

Les prélèvements conservatoires immédiats permettent aussi de disposer de matrices potentiellement **non contaminées, au moment du prélèvement**, dont les concentrations serviront de **valeurs de comparaison** en 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.

Les matrices retenues dépendront des usages/enjeux identifiés. De même, les échantillons peuvent être prélevés et non analysés dans l'immédiat. Une attention particulière sera portée aux conditions de conservation des échantillons.

Les matrices répondant à cet objectif de valeurs de comparaison peuvent être :

- œufs, volailles, lait (élevage bovin, ovin, caprin..). A titre d'illustration, un délai de 10 jours est généralement observé avant d'atteindre un pic de concentrations en PCDD/F dans le lait de vaches laitières exposées. Ce délai est de 3 jours environ au niveau des œufs pour des polluants de type PCB et PCDD/F ;
- végétaux/cultures si récoltés avant ou pendant le sinistre ; cultures ensilées avant l'incendie ;
- eaux souterraines (usage eau potable ou de boisson), sous réserve que ce milieu ne présente pas une transmissivité élevée (cas du milieu karstique ou fracturé facilitant la migration rapide des polluants vers la zone saturée et en aval hydraulique).

Il convient 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 : les eaux souterraines mais également les végétaux (herbes de pâture) et les matrices biologiques de biosurveillance (lichens, bryophytes). A titre d'exemple, concernant l'autosurveillance de la qualité des eaux souterraines prescrite dans le cadre de l'autorisation d'exploiter (cf. AMPG du 2 février 1998 modifié), la consultation de l'étude hydrogéologique préalable permettra de disposer d'éléments quant à la vulnérabilité du milieu ou encore la présence d'usages et des données antérieures de niveaux de la nappe et de concentrations.



Les prélèvements sur les produits agricoles au sein des exploitations agricoles sont conduits par les agents de la DDCSPP⁸ et/ou du SRAL⁹.

Pour les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) tels que les captages d'eau potable, et pour les eaux de baignade, les prélèvements sont assurés par les agents des ARS¹⁰.

Des prélèvements d'eau superficielle, de sédiments ou de faunes aquatiques peuvent aussi être effectués par les agents de l'OFB (ex-ONEMA)¹¹.

3.3 Prélèvements environnementaux en situation post-accidentelle

La stratégie d'échantillonnage post-accidentelle est présentée selon les deux principaux objectifs visés par l'intervention en situation post-accidentelle, où la Figure 7 illustre les matrices communes aux deux objectifs :

- **identification d'un marquage environnemental ;**
- **évaluation des risques sanitaires.**

Chacune des deux parties est décrite de façon à répondre aux questions suivantes :

- où prélever ?
- quelles matrices prélever ?
- quelles substances analyser ?

⁸ DDCSPP : Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations

⁹ SRAL : Service Régional de l'Alimentation

¹⁰ ARS : Agence Régionale de Santé

¹¹ OFB : Office Français de la Biodiversité (ex-ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques)

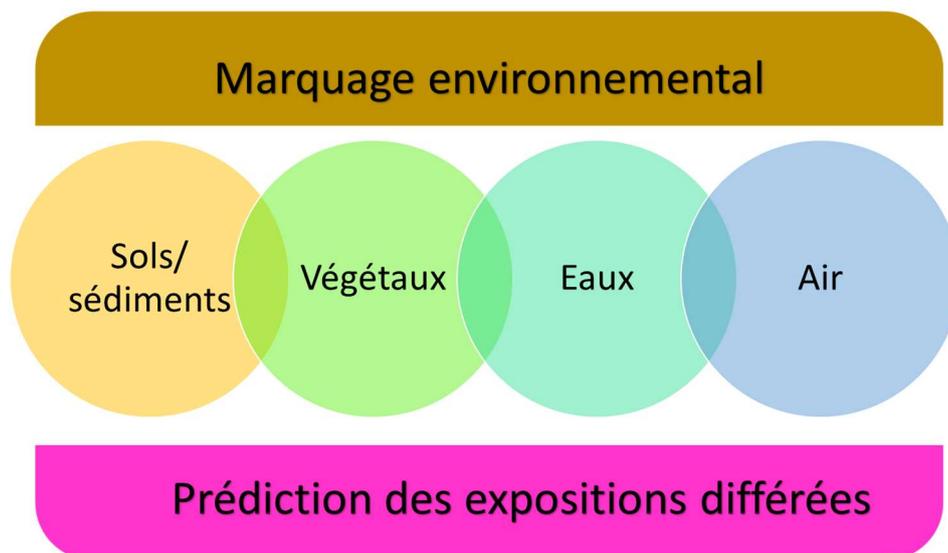
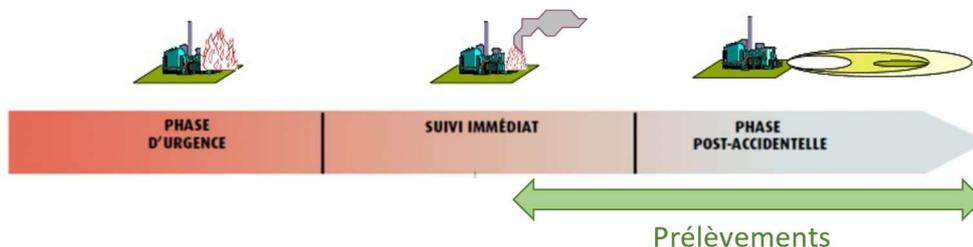


Figure 7 : Matrices susceptibles d'être investiguées en situation post-accidentelle

Il est important de souligner qu'à ce stade, chaque prélèvement doit répondre à **un objectif précis** et renseigné dans le rapport d'étude. La stratégie d'échantillonnage repose sur les objectifs fixés pour chacune des matrices investiguées, relevant soit du marquage environnemental soit de l'évaluation des risques sanitaires. Certains milieux (sol, eau...) sont communs aux deux objectifs mais des adaptations sont nécessaires. Ces précautions sont détaillées dans les chapitres 3.3.1 (marquage environnemental) et 3.2.2 (prédiction des expositions différées ou évaluation des risques sanitaires) ainsi que sur les fiches spécifiques à chaque matrice, insérées en Annexe 3.



Marquage environnemental	Evaluation des risques sanitaires
<ul style="list-style-type: none"> • Air, retombées atmosphériques • Sol superficiel • Eau de surface, sédiment • Végétaux (prairies), autres matrices biologiques (lichens, bryophytes...) • Suies visibles • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Air • Sol superficiel (usages tels loisirs, jardinage) • Eau de surface, eau souterraine • Denrées alimentaires végétales et animales consommées par l'Homme • Aliments destinés aux animaux d'élevage

Figure 8 : Prélèvements associés au marquage environnemental ou à l'évaluation des risques sanitaires

3.3.1 Marquage environnemental

L'objectif des investigations environnementales est d'identifier un éventuel marquage environnemental, c'est-à-dire discriminer les zones impactées des zones non impactées en lien avec le sinistre. L'impact pour l'environnement proprement dit (impact sur les écosystèmes, ou le réseau trophique...) n'est pas abordé ici.

3.3.1.1 Zones à échantillonner en lien avec le marquage environnemental

Détermination de la zone impactée par les retombées

La campagne d'échantillonnage est élaborée en tenant compte des informations collectées sur le terrain quant aux phases de l'incendie, aux conditions météorologiques et à la dispersion observée des fumées (voir chapitre 3.1). Les plateformes développées par certaines Associations Agréées de la Surveillance de la Qualité de l'Air et recensant les signalements sur la base des symptômes ressentis par les populations riveraines peuvent également être une aide pour identifier les zones concernées par le sinistre.

En fonction de la complexité de l'évènement, de sa durée et des conditions météorologiques, une modélisation des zones de retombées atmosphériques maximales peut être requise. La réalisation d'une modélisation paraît pertinente *a minima* lorsque le vent change de direction pendant la durée du sinistre.

La modélisation portera sur la dispersion des particules type PM dont le diamètre est à fixer en fonction de la nature des émissions. L'objectif premier de la modélisation sera d'identifier les zones potentiellement impactées par rapport aux zones témoins afin d'optimiser le plan d'échantillonnage. Les modèles de dispersion actuellement mis en œuvre permettent de déterminer les zones de retombées maximales, en tenant compte des retombées sèches et humides mais en excluant par exemple les phénomènes de condensation liés au refroidissement des fumées qui se produisent en champ proche. Le terme source en donnée d'entrée du modèle est, par ailleurs, simplifié et associé à de fortes incertitudes du fait de la complexité du foyer d'incendie en termes d'hétérogénéité des émissions, de foyers secondaires et de turbulence locale.

Il en résulte généralement des zones de retombées maximales modélisées jusqu'à plus d'une dizaine de kilomètres du foyer. Afin de tenir compte des multiples phénomènes physico-chimiques se déroulant dans la panache, et de l'incertitude intrinsèque à l'estimation et à la représentation d'un terme source, les investigations environnementales devront ainsi couvrir les zones intermédiaires, comprises entre le foyer et les zones de retombées maximales (limites au-delà desquelles les retombées sont jugées négligeables en l'état actuel des connaissances).

En aucun cas, la modélisation des retombées ne peut se substituer à une campagne d'échantillonnage sur le terrain, qui viendra confirmer ou infirmer la position et l'étendue des zones potentiellement impactées. En revanche, la modélisation des retombées sera une aide pour élaborer le plan d'échantillonnage ou l'affiner, tenant compte ainsi des conditions de dispersion (couche d'inversion, changement de la direction et/ou de la vitesse des vents).

La liste des observations nécessaires pour élaborer le plan d'échantillonnage et, le cas échéant, alimenter les données d'entrée (terme source, modélisation de la dispersion des émissions d'un incendie) est reprise dans la fiche présentée en Annexe 1. Les incertitudes liées aux données d'entrée auront tendance à croître avec la durée de l'incendie, ce qui conduit à recueillir le maximum d'informations sur la dynamique du feu pendant toute sa durée.

Au préalable des prélèvements dans l'environnement, il est important, *a minima*, de recueillir des informations sur les conditions météorologiques durant l'incendie, soit en se reportant sur les relevés météorologiques de la station du site concerné par l'incendie si celui-ci en est équipé, soit auprès de Météo France (direction et intensité du vent, précipitations, nébulosité...). Dans ce cas, il est important d'analyser voire de combiner les informations des stations météorologiques les plus proches du site pour les créneaux horaires pendant lesquels l'incendie s'est déroulé. En effet, l'analyse des données météorologiques mesurées aux stations aux environs du site permet leurs confrontations entre elles et avec les observations réalisées *in situ* en termes de direction de dispersion du panache. Il appartient ensuite au modélisateur de sélectionner les données météorologiques les plus pertinentes pour la modélisation afin de représenter au mieux l'écoulement atmosphérique du domaine modélisé.

En l'absence de modélisation pour orienter le plan d'échantillonnage, deux configurations sont possibles en fonction des conditions météorologiques rencontrées au cours du sinistre (Figure 9) :

- Si une direction de vent est clairement identifiée et relativement stable (aucun ou peu de changement de direction sur toute la durée de l'incendie), avec un panache visuellement observable : il est recommandé de réaliser plusieurs points d'échantillonnage entre le foyer (lieu de l'incendie) et la zone couvrant les premiers kilomètres. Cette distance pourra être plus importante (5 à 10 km) en cas de panache montant très haut dans le ciel, d'émissions importantes ou de vents plus forts ;
- Si les vents sont très faibles, voire nuls (correspondant à une forte instabilité et/ou variabilité des vents, sans dégagement d'une direction principale des vents) et que la direction de propagation du panache n'est pas clairement observable, les prélèvements pourront alors être réalisés selon deux cercles concentriques autour du foyer, *a minima*, couvrant une aire affichant un rayon au maximum de 500 m environ, par exemple. Il est recommandé de considérer dans ce cas de figure, *a minima*, 8 points de prélèvement orientés selon les points cardinaux.

Dans tous les cas, au moins un point devra être échantillonné sur le site même de l'incendie au plus près du foyer (pour toutes les matrices retenues comme pertinentes). Il est pressenti que ce point présente les concentrations les plus élevées.

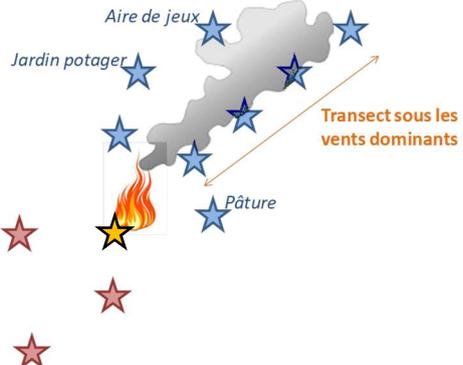
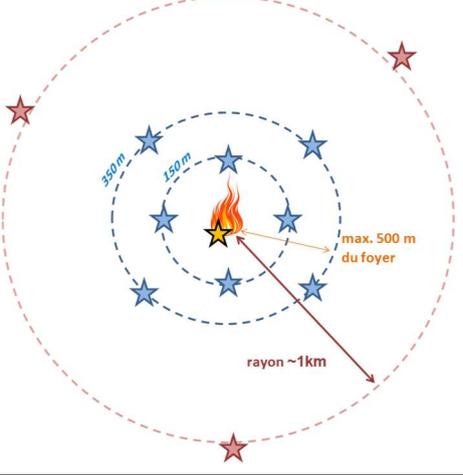
Prélèvement en zones « témoin »

Les zones témoins (ou environnement local témoin – ELT) seront sélectionnées en dehors des zones suspectées comme pouvant avoir été impactées par les retombées, c'est-à-dire à l'opposé de la direction de dispersion des fumées dans le cas d'un vent avec une direction identifiée, ou en dehors du plus grand cercle en l'absence de vent (au-delà de 1 km, par exemple). Le rayon de 1 km peut être étendu à 2,5 voire 5 km selon la configuration du site.

L'interprétation du marquage environnemental lié à l'incendie se fera par la comparaison relative des concentrations trouvées dans les zones témoins et les autres zones échantillonnées. Il est donc important, au moment de l'échantillonnage, d'avoir connaissance des autres émetteurs, actuels ou passés (incendies antérieurs par exemple, activités industrielles...), de la zone géographique concernée. La réalisation de **3 prélèvements** en zones « témoins » permettra de garantir la pertinence de ces prélèvements.

Il n'est pas impossible qu'une station retenue comme « témoin » ne remplisse plus ce critère à l'issue des résultats d'analyse. Il convient d'être critique sur les résultats des stations « témoin » et d'écarter les points jugés non pertinents.

Une synthèse des zones à échantillonner selon les conditions météorologiques simplifiées est proposée en Figure 9.

Conditions météorologiques	Stratégie de prélèvements	Illustration des points de prélèvement
<p>En présence de vents avec une direction clairement identifiée</p>	<p>Faire plusieurs points dans la trajectoire du vent dominant (sens du panache), et dans le sens opposé pour les points « témoins », sur une distance de 5 km* par rapport au foyer selon un transect</p> <div data-bbox="627 611 927 779" style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> ★ Station sur site, au plus près du foyer ★ Station de prélèvement potentiellement impactée ★ Station témoin </div>	<p>Exemple à adapter à chaque contexte</p> 
<p>En l'absence de vent établi (forte variabilité dans la direction du vent et/ou vitesse faible)</p>	<p>Réaliser plusieurs points sur deux cercles concentriques, a minima, autour du foyer selon un rayon maximal de 500 m. Les points « témoins » seront à réaliser en dehors de ce cercle (au delà de 1 km*, 2,5 km* ou 5 km*).</p> <p><i>Exemple (à droite) : 8 prélèvements sur 2 cercles concentriques + 3 points témoin</i></p> <div data-bbox="627 1133 927 1301" style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> ★ Station sur site, au plus près du foyer ★ Station de prélèvement potentiellement impactée ★ Station témoin </div>	<p>Exemple à adapter à chaque contexte</p> 
<p>Si une modélisation est réalisée</p>	<p>Echantillonnage réalisé selon la modélisation de la dispersion atmosphérique au droit des zones de retombées maximales et des zones témoins</p>	

* : les distances précisées ici sont à titre indicatif et sont à adapter à chaque cas rencontré sur la base des observations de terrain

Figure 9 : Stratégie de prélèvements en fonction des conditions météorologiques, en lien avec le marquage environnemental

3.3.1.2 Matrices à échantillonner en lien avec le marquage environnemental

Il faut signaler que plus le délai séparant l'incendie de l'intervention est long, plus la probabilité de déterminer, de façon pertinente, le marquage environnemental d'un accident donné diminue (lessivage des retombées par les pluies, remaniement des sols agricoles, apport de nouvelles pollutions provenant d'autres sources, etc.).

Sont détaillées, ci-dessous, les matrices à échantillonner dans le cas où les prélèvements sont réalisés dans la phase de suivi immédiat, c'est-à-dire dans le cas où tous les prélèvements sont réalisables et accessibles. Les recommandations préconisées sont également rappelées pour chacune des fiches spécifiques, au niveau de la rubrique « marquage environnemental » (Annexe 3).

AIR et DEPOTS ATMOSPHERIQUES

Les prélèvements d'air au sein des panaches avec échantillonnage à la fois des gaz et des particules pourront être réalisés en phase de feu intense mais également en phase de feu couvant (fumerolles). Ils visent à déterminer les composés volatils, gazeux et particulaires émis jusqu'à l'extinction du sinistre.

Fraction gazeuse

Les prélèvements de la fraction gazeuse pourront être effectués sur des **tubes adsorbants**, mais ceci implique de connaître la nature des émissions préalablement au prélèvement, ces supports de prélèvements étant le plus souvent spécifiques. Des prélèvements actifs non spécifiques pourront être réalisés à l'aide de **sacs d'échantillonnage**, type sacs Tedlar® ou de **canisters**¹² (voir Tableau 2) ou bien de supports type **charbon actif**. Le choix du support dépend notamment de leur facilité de déploiement, des substances recherchées et du délai de conservation du prélèvement.

Tableau 2 : Supports dédiés à la fraction gazeuse de l'air (sacs Tedlar®, canister)

Supports	Sac Tedlar®	Canister
Illustration		
Type d'échantillonnage	Actif (pompe nécessaire mais attention à la contamination de celle-ci, privilégier une valise d'échantillonnage (caisson poumon))	Passif (vide)
Spécificité	Utilisation unique. Certains composés peuvent être présents à un niveau de traces dans des sacs jamais utilisés.	Réutilisables après conditionnement. Parois interne passivées pour éviter des effets d'adsorption notamment pour les composés soufrés faiblement concentrés.
Volume disponible	0.5 – 100 L	0,4 – 15 L
Délai d'analyse	48 heures max (24h pour les acides et composés soufrés)	Quelques jours
Famille de polluants recherchés	COV, soufrés, gaz (CO ₂ , CH ₄ ...), acides	COV, soufrés, gaz (CO ₂ , CH ₄ ...)

¹² Les canisters sont des bonbonnes en acier qui peuvent être mis sous vide avant l'intervention pour réaliser un prélèvement passif de l'atmosphère par aspiration au travers d'un orifice critique (régulation du débit)

Ces prélèvements permettront de connaître la composition des **émissions**, la nature des polluants émis voire parfois leur concentration.

Les durées de prélèvement de l'air seront à adapter en fonction de la dynamique, en veillant à sa représentativité. Des prélèvements de courte durée (30 min pour les canisters, par exemple) pourront être satisfaisants dès lors qu'ils seront effectués au plus près de la source et représentatifs des matériaux pris dans le feu sur la durée de l'incendie. Plusieurs prélèvements pourront être successivement mis en œuvre si le feu s'étend et attaque d'autres types de matériaux au cours du sinistre.

Fraction particulaire

Dans le cas d'un incendie, la caractérisation de la **fraction particulaire** apparaît prioritaire car celle-ci constitue un support physique pour les composés persistants, à l'origine d'effets différés dans le temps, pertinents à rechercher en phase post-accidentelle.

Les prélèvements de la fraction particulaire pourront être effectués :

- Pour l'air par prélèvement actif (**filtres**) ;
- Pour les dépôts par prélèvement passif (**collecteur, prélèvement surfacique**).

Il sera également possible de suivre l'évolution en temps réel des particules en suspension à l'aide d'analyseurs ou de compteurs optiques.



Figure 10 : Préleveur sur filtres de particules en suspension

Les dépôts atmosphériques peuvent être caractérisés au moyen de 2 dispositifs : le collecteur ou le prélèvement surfacique, chacun ayant ses spécificités en termes de support (jauge, lingette), de déploiement, de durée d'échantillonnage, d'interférence avec les autres sources de pollution et d'interprétation des résultats.

Tableau 3 : Spécificités des supports dédiés aux retombées atmosphériques (jauges, lingettes)

	Collecteur	Prélèvement surfacique
Support	Collecteur en verre ou en PEHD selon les substances recherchées, installé au bout d'un mât	Lingette préalablement imbibée et conservée dans un sachet individuel*, Lingette à déployer sur une surface lisse
Norme / méthode	Selon la norme NF X43-014	Selon la méthode ASTM D6966 (voir annexe 4)
Temps d'exposition	1 mois généralement (idéalement jusqu'à extinction totale de l'incendie)	Immédiat
Période de prélèvement	Toute la durée de l'incendie	Pendant l'incendie et après son extinction
Mesure (unité)	Flux de polluant ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Concentration surfacique ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)
Pollution attribuable à l'incendie	Oui, pour les jauges sous le panache	Exclusivement si les suies proviennent clairement du sinistre, sinon contribution des dépôts antérieurs au sinistre et des substances chimiques associées à la surface elle-même
Signal dégradé	Non sensible aux conditions météorologiques (sauf en cas de débordement)	Sensible aux conditions météorologiques (lessivage si pluie, envol/décrochement si vent)
Illustration	 Jauges	 Lingette – gabarit sur surface horizontale

*ayant préalablement fait l'objet de tests pour démontrer des performances adaptées au contexte en termes de blancs analytiques et de taux de recouvrement

Dans le cas d'un incendie circonscrit et terminé, les dépôts pourront être prélevés par **lingette** sur des surfaces marquées par des suies. Leur mise en œuvre en zones impactées nécessite de disposer de surfaces témoins de nature identique à celles exposées. Les prélèvements s'effectuent sur surface horizontale ou verticale, sur des suies visibles pour les investigations sur site et hors site. A ce jour, il n'est pas préconisé de procéder à des prélèvements en zones témoin (absence de suies visibles). Le protocole harmonisé est précisé et illustré en Annexe 4.

Pour les feux couvants, il pourra également être envisagé de positionner des **jauges de collecte des retombées** particulières à des **distances croissantes sous les vents**. Ces dispositifs sont à installer sur le terrain le plus tôt possible, jusqu'à l'extinction complète du foyer (fumerolles comprises), y compris sur des zones témoin. Ce dispositif est idéal pour des feux émetteurs de particules sur plusieurs semaines. Le retour des services d'incendie et de secours sur une absence d'extinction immédiate peut motiver ce choix. Le retour d'expérience montre également que pour des durées de feu inférieures à une semaine, l'interprétation des résultats est rendue délicate (limites de quantification élevées).

Les jauges pourront être de nouveau employées lorsqu'un risque d'envol ou de ré-envol de poussières existe sur le site à moyen terme ou long terme.

En zone soumise aux dépôts atmosphériques en dehors du site, la caractérisation des suies par prélèvement surfacique reste délicate à plusieurs niveaux, même si leur mise en œuvre est plutôt aisée :

- Les suies doivent être visibles sinon leur lien avec le sinistre ne pourra être établi. Il y a naturellement des dépôts de poussières sur toutes les surfaces verticales et horizontales dont

l'origine est multiple (activités anthropiques et industrielles, ré-envol...);

- Les résultats restent « qualitatifs » et « relatifs » entre les zones. A ce jour, les concentrations surfaciques ne sont pas utilisées pour évaluer des niveaux de risque sanitaire. Les surfaces concernées seront des surfaces lisses et planes, dont la composition intrinsèque de la surface ne contient pas d'éléments recherchés, notamment des métaux sur des surfaces peintes/traitées (ex : poteau galvanisé) ou des dioxines sur certaines surfaces. Dans la mesure du possible, un prélèvement sur une même surface de même nature mais non marquée par des suies est recommandé ;
- L'interprétation reste « qualitative » (présence/absence de certaines substances ou familles chimiques, comparaison relative entre plusieurs emplacements) en raison de plusieurs facteurs tels que l'historique des poussières, l'adsorption et l'adhérence des polluants sur la surface, les effets d'un lessivage par les précipitations ainsi que les réactions chimiques potentielles à leur surface.

SOLS

Des prélèvements de sols seront à réaliser à l'intérieur même du site du sinistre mais également à l'extérieur et ce, à la fois dans le sens des vents dominants et en zones « témoins ».

A l'extérieur du site, les **sols nus** (sans végétation) non retournés sont à privilégier. Il faudra également éviter les sols soumis à d'autres influences comme les voies de circulation, les zones de passage d'engins agricoles, etc.

Dans la zone sous influence des vents dominants comme dans la zone témoin, les sols seront à prélever entre **0 et 5 cm** ; les dépôts de l'incendie se faisant en surface. Des prélèvements superficiels au-delà de 5 cm sont à proscrire en raison d'un effet de dilution. Des prélèvements de sol plus superficiels peuvent être entrepris (0-3 cm par exemple), et restent à l'appréciation du préleveur en fonction des données de terrain. Dans ce cas, l'épaisseur retenue doit être appliquée de manière identique sur toutes les zones (exposées ou non).

Pour les sols, il est important de retenir 3 **zones « témoins »**. En effet, le sol est le réceptacle final d'un grand nombre de pollutions générées par différentes sources et est un milieu dans lequel la pollution peut migrer et persister. De ce fait les teneurs mesurées dans les sols peuvent être relativement variables d'un point à l'autre et mettre en évidence des pratiques locales émettrices de composés persistants dans l'environnement.

En l'absence de prélèvements en zones témoins, il peut être intéressant de déterminer les concentrations historiques pour les emplacements en zones impactées en prélevant l'horizon plus profond, par exemple 15-20 cm. Cette profondeur exclut les retombées surfaciques mais nécessite une rapidité d'exécution assurant que le sol n'a pas été remanié, ni lessivé par les précipitations depuis la fin de l'incendie. De plus la lithologie doit être identique sur la totalité du profil prélevé (0-5 cm et 15-20 cm). Les retours d'expérience restent peu nombreux à ce jour quant à l'interprétation ultérieure des résultats.

Des échantillons **composites de sol** peuvent être réalisés si des composés persistants sont recherchés et si la lithologie rencontrée est identique sur la zone concernée. Il convient de préciser la superficie de sol concernée par les prélèvements (généralement supérieure à 100 m²) et le nombre d'échantillons unitaires.

EAUX

Eaux superficielles

Les eaux d'extinction peuvent atteindre par ruissellement les eaux superficielles (cours d'eau, plan d'eau, ...) en fonction du contexte topographique et en raison de l'absence ou d'un dysfonctionnement de la rétention des eaux d'extinction. Dans ce cas, il conviendra de prélever très rapidement les eaux superficielles, en **amont et en aval du point de déversement des eaux d'extinction** dans le cours d'eau par exemple. Ces 2 échantillons d'eau sont complétés par un troisième au niveau du déversement.

A noter que les retombées atmosphériques peuvent en fonction du sens du vent et du panache également atteindre ce milieu et conduire à dégrader sa qualité.

Le prélèvement est réalisé en priorité sur la rive concernée, il est réalisé à une profondeur spécifiée en Annexe 3 pour éviter l'oxygénation et effets de surface et pour éviter la remobilisation des sédiments en suspension), sinon à mi-profondeur, entre le fond et la surface, en cas de faible profondeur [15],

[16]. Selon la largeur du cours d'eau, 3 prélèvements peuvent être mis en œuvre : rive concernée, veine principale au centre et rive opposée. Le protocole s'applique sur tous les points de prélèvement (amont et aval). Pour un cours d'eau, le prélèvement a lieu face au courant, sans remobilisation des particules de sédiment et en évitant d'échantillonner la pellicule de surface.

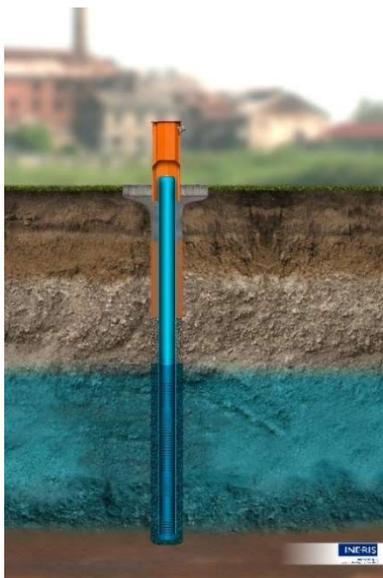
Le débit du cours est à considérer pour déterminer le temps de parcours et le lieu d'échantillonnage - du point aval (voir NF EN ISO 5667-1 et 5667-6¹³).

Pour les substances à rechercher présentes sous forme particulaire, des prélèvements synchrones dans les sédiments seront également menés, en sus de prélèvements d'eaux. L'objectif étant de caractériser une pollution récente, le prélèvement concerne la fraction fine fraîchement déposée, sur la couche à 0-3 cm à la surface du sédiment.

La surveillance des eaux superficielles est traitée en Annexe 6 (voir également [17]). Les prélèvements pourront être réalisés lors de plusieurs campagnes afin de tenir compte de périodes de précipitations pouvant favoriser le transfert.

Eaux souterraines

Les eaux d'extinction peuvent également atteindre par infiltration dans le sol les eaux souterraines. En fonction du contexte géologique et de la nature des polluants, l'atteinte de la nappe (zone dans le sol qui est saturée en eau) sera plus ou moins rapide. A titre d'exemple, si le sol de nature basaltique ou calcaire est affecté de fractures, il est évident que le transfert dans ce milieu et vers les usages associés sera rapide. A contrario, en présence d'un sol de nature limoneuse, argileuse, le transfert sera plus limité.



Ce milieu a la caractéristique d'être caché depuis la surface, y accéder nécessite la présence d'ouvrages (piézomètres, puits), cependant, il s'avère tout aussi pertinent que les précédents milieux au regard de l'enjeu qu'il représente en termes d'alimentation en eau potable (2/3 de l'eau potable en métropole). Les prélèvements seront conduits de **l'amont vers l'aval des écoulements** et pourront être menés sur plusieurs campagnes afin de tenir compte de périodes de précipitations pouvant favoriser le transfert. La surveillance des eaux souterraines est traitée en Annexe 6 (voir également [13], [14]).

Ce milieu pourra être caractérisé dans le cadre d'un marquage environnemental si des ouvrages sont présents sur le site à l'origine du sinistre et en aval hydraulique de celui-ci. L'existence d'ouvrages hors site est généralement associée à des plans de surveillance dans le cas d'installations classées pour la protection de l'environnement ou à des usages (voir paragraphe dédié à l'évaluation des risques sanitaires – chapitre 3.3.2.2).

Figure 11 : : Illustration d'un ouvrage (piézomètre) permettant d'accéder à la nappe pour mesures et prélèvements

N.B : Le site concerné par le sinistre peut être soumis dans le cadre de son autorisation d'exploiter à une surveillance des effets de son activité sur l'environnement (cf. autosurveillance). Dans ce cas, de nombreuses informations et notamment les protocoles de prélèvements et mesures associées (paramètres physicochimiques pour les eaux) pourront être exploitées dans le cadre de l'élaboration du plan de prélèvement.

¹³ NF EN ISO 5667 - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 1 : lignes directrices pour la conception des programmes et des techniques d'échantillonnage / Partie 6 : lignes directrices pour l'échantillonnage des rivières et des cours d'eau

VEGETAUX

Les végétaux disponibles sont étroitement liés aux saisons.

Pour ce qui est de la détermination de la zone de retombées (marquage environnemental), il est possible de prélever de l'**herbe** dans les prairies (fauchage, pâturage), du fait de la facilité d'accès et de la grande surface foliaire disponible pour capter les retombées atmosphériques. L'intérêt de prélever sera d'autant plus pertinent que les polluants recherchés sont des composés organiques persistants tels que les PCDD/F, PCB (pour lesquels la source de contamination provenant du sol sera minime par rapport à la contribution atmosphérique lors du sinistre) ; ils seront ainsi captés par le feuillage. Une cartographie du marquage environnemental sera plus aisée à obtenir à partir des herbes qu'à partir des sols, en raison du fort pouvoir intégrateur des sols en termes de polluants. L'herbe étant aussi un aliment destiné aux animaux d'élevage, cette matrice répondra à deux objectifs : marquage environnemental et qualité sanitaire des aliments.

Le compromis est de collecter des végétaux présentant une surface foliaire conséquente, exposée aux retombées atmosphériques, facile d'accès et présente sur une grande partie du territoire. Le choix d'autres espèces végétales telles que des arbustes composés de feuilles non comestibles (ni pour l'homme ni pour les animaux d'élevage) est peu adaptée au contexte.

Les espèces végétales collectées dans les zones témoin devront être similaires autant que possible à celles collectées dans les zones impactées.

AUTRES MATRICES

Pour certaines substances émises comme les métaux, HAP, dioxines/furanes ou PCB, il est intéressant d'utiliser des supports biologiques présents dans le milieu naturel tels que les lichens (Figure 12) et les bryophytes¹⁴ terrestres sur de vastes territoires. Dépourvus de racines notamment, ces organismes vivants sont directement exposés aux variations du milieu et sont très sensibles à toutes modifications de leur habitat. Leur rapport surface/volume élevé prédispose leur utilisation comme bio-indicateur des polluants de l'air.

Le prélèvement de **lichens**¹⁵, qui intègrent la pollution sur un pas de temps assez long (environ 6 mois), pourra être intéressant. Les lichens ont une grande dépendance biologique à l'air due à l'absence de cuticule de protection, de système racinaire ou de système d'excrétion. De plus, ils sont immobiles et actifs une grande partie de l'année. Les polluants sont bioaccumulés dans les lichens au travers de mécanismes tels que le piégeage particulaire, l'adsorption extracellulaire et intracellulaire. Les lichens sont ainsi de bons indicateurs de la qualité de l'air.

Le prélèvement de ces organismes vivants en situation post-accidentelle sera d'autant plus pertinent si un plan de surveillance est déjà mis en œuvre et que le programme analytique intègre les substances recherchées.

Le prélèvement de bioindicateurs (lichens, bryophytes) en zones témoins, en complément des zones impactées, est indispensable pour déterminer le niveau de pollution précédant l'évènement pour les substances persistantes.

¹⁴ Bryophytes (du grec *bruon*, mousse et *phytos*, végétal), ou mousses, sont un embranchement du règne des végétaux. Les plantes de cet embranchement sont des végétaux terrestres caractérisés par l'absence de système vasculaire (absence de racines). Elles disposent de rhizoïdes qui ne servent qu'à l'adhésion au substrat.

¹⁵ Lichens : organisme symbiotique associant un champignon et une algue ou une cyanobactérie dans la minorité des cas. Les lichens n'ont ni racines, ni feuilles, ni tiges, l'appareil végétatif est nommé thalle



A gauche (lichen sur tronc d'arbre) : *Xanthoria parietina* (L.) – xanthorie des murailles (source Atmo Grand Est)
A droite (bryophyte terrestre sur support cimenté) : colonies de *Grimmia pulvinata* (source BRAMM)

Figure 12 : Photographies de lichens et bryophytes terrestres



Pour rappel, pour l'ensemble des matrices retenues, les prélèvements devront être réalisés à la fois dans la direction des vents dominants, idéalement selon un transect (ou dans les cercles concentriques si le vent n'est pas établi) mais également en **zone « témoin » telle que définie au 3.3.1.2.**

3.3.2 Evaluation des expositions différées et des risques sanitaires associés

Il s'agit de d'évaluer l'exposition des enjeux à protéger. Dans le cas des incendies, il est recensé deux types d'exposition aux émissions (voir Figure 3) :

- des expositions directes par inhalation et par ingestion non intentionnelle de sol, par exemple ; et
- des expositions secondaires lorsque les polluants émis vers un premier milieu ont eu le temps et la possibilité de migrer vers d'autres milieux comme la ressource en eau potable (eau superficielle, eau souterraine), les végétaux comestibles (fruits/légumes auto-produits, cueillette par exemple), ...

Les voies d'exposition prises en compte dans cette partie sont l'inhalation et l'ingestion.

La démarche est identique à celle de l'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) telle que décrite dans le guide relatif à la démarche intégrée IEM-ERS pour les installations classées [12]. Cette démarche est également mise en œuvre pour la gestion des sites et sols pollués depuis 2007, et actualisée en 2017 (note du 19 avril 2017 relative à la mise à jour des textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués). La démarche vise à identifier les cas où la qualité des milieux n'est plus compatible avec les usages actuels, en raison d'une dégradation de la qualité des milieux en lien avec le sinistre.

NB : Les prélèvements préconisés dans cette partie qui visent la population riveraine du site mis en cause et les productions agricoles seront à réaliser en concertation entre les différents services déconcentrés de l'état (Environnement, Agriculture et Santé principalement).

3.3.2.1 Zones à échantillonner en lien avec l'évaluation des risques sanitaires

La détermination des zones à échantillonner se fait selon la même approche et de façon concomitante que dans le chapitre précédent relatif au « Marquage environnemental ». La différence se situe dans le fait de choisir dans ces zones les lieux où se trouvent **les usages les plus sensibles** tels que :

- les écoles, les crèches, les hôpitaux ;
- les habitats résidentiels, les jardins potagers, les zones de loisirs ;
- les usages de l'eau (eau de boisson, irrigation, abreuvement...) ;
- les produits agricoles (fourrage, élevage, maraîchage...)...

Les questions de représentativité des prélèvements dédiés à l'évaluation des risques sanitaires sont identiques à celles du marquage environnemental, et peuvent être résolues en superposant, par exemple, les courbes d'isoconcentrations des retombées atmosphériques modélisées sur les zones investiguées et/ou en menant des campagnes d'investigations complémentaires (voir premier encart du chapitre 3).

3.3.2.2 Matrices à échantillonner pour l'évaluation des risques sanitaires

Sont détaillées ci-dessous les matrices à échantillonner dans le cas où les prélèvements sont réalisés dans la phase de suivi immédiat (notamment pour l'air) ou post-accidentelle. Les recommandations sont également rappelées dans chacune des fiches spécifiques, au niveau de la rubrique « évaluation des risques sanitaires » (Annexe 3).

AIR

Les prélèvements sont identiques à ceux proposés dans le cadre du marquage environnemental (chapitre 3.3.1.2).

La population sera principalement exposée aux émissions (gaz et particules) dans la phase aiguë de l'incendie mais aussi en cas de feux couvants.

La durée de prélèvement des échantillons d'air devra être représentative des expositions. Des prélèvements de longue durée seront privilégiés (*a minima* 8h) et seront à adapter en fonction de la dynamique et de la durée du feu. Dans la période qui suit l'évènement, pour certaines configurations, l'exposition pourra être liée aux ré-envols de poussières contenant potentiellement des composés persistants si les matériaux incendiés sont devenus pulvérulents.

SOLS

Les prélèvements sont identiques à ceux proposés dans le cadre du marquage environnemental (chapitre 3.3.1.2). Il s'agira de privilégier les sols de **jardin** non retournés ou les sols de **prairies** pour les principales expositions (humaines et animales).

Pour les sols de jardin, les sols seront à prélever à **deux profondeurs**, entre 0 et 5 cm et entre 0 et 30 cm.

Il s'agit de prendre en compte à la fois les dépôts en surface le prélèvement entre 0 et 5 cm mais aussi l'horizon 0-30 cm couramment retenu pour l'évaluation des risques sanitaires lorsque le transfert racinaire des sols vers les végétaux et qu'une activité de jardinage sont considérés.

L'**horizon de sol 0-5 cm** est typiquement la profondeur de sol considérée dans le cadre des évaluations de risques sanitaires. C'est la profondeur à laquelle les enfants, jouant à l'extérieur, sont exposés, notamment *via* le contact main-bouche. Les mesures réalisées dans cette première profondeur amèneront, de plus, de l'information sur le marquage environnemental (les deux objectifs pourront être couplés). Des prélèvements de sol plus superficiels peuvent être entrepris (0-3 cm par exemple), et restent à l'appréciation de l'évaluateur en fonction des données de terrain. Dans ce cas, l'épaisseur retenue doit être appliquée de manière identique sur toutes les zones (exposées ou non).

Les légumes peuvent être contaminés à la fois par les retombées de l'incendie mais également par le transfert de la pollution du sol vers la plante. La connaissance du niveau de contamination de l'horizon 0-30 cm permettra de connaître le niveau de contamination auxquels les végétaux sont exposés.

Des prélèvements sont à réaliser sur des sols de prairie dans la mesure où ceux-ci peuvent être ingérés lors du broutage. Les animaux et notamment les bovins absorbent des quantités importantes de terre lorsqu'elles pâturent.

Lors de la réalisation des prélèvements « témoin » (3 zones *a minima*), il faudra s'assurer de prendre des « témoins » de même nature (sols de jardin et sols de prairie) et de même formation géologique que ceux de la zone potentiellement contaminée par les retombées et dans les mêmes profondeurs.

EAUX

Eaux superficielles

Les prélèvements sont identiques à ceux proposés dans le cadre du marquage environnemental (chapitre 3.3.1.2) et s'effectuent au droit des usages constatés.

Si les eaux de cours d'eau ou de plans d'eau ont pu être atteintes par retombées directes ou ruissellement des eaux d'extinction, et que celles-ci servent pour un usage tel que l'eau de boisson (captage à l'échelle de la commune ou puits privé à l'échelle d'une habitation), l'irrigation, l'abreuvement des animaux, ou bien si elles sont destinées à la pêche, il faudra les prélever rapidement tel que décrit dans les fiches insérées en Annexe 3. La surveillance des eaux superficielles dans ce contexte est similaire à celle du marquage environnemental, elle est traitée en Annexe 6.

Comme précédemment indiqué, certaines substances fortement hydrophobes vont rapidement se déposer et s'accumuler au niveau des sédiments. Ceux-ci peuvent être remis en suspension au moment de l'abreuvement des bêtes ou lors de crues par exemple.

Eaux souterraines

Les prélèvements sont identiques à ceux proposés dans le cadre du marquage environnemental (chapitre 3.3.1.2). Les prélèvements sont assurés au droit des usages (puits privés destinés à la boisson, à l'irrigation, au remplissage de piscines...) tels que décrits dans les fiches insérées en Annexe 3. Ces prélèvements seront complétés par des prélèvements d'eaux synchrones en amont hydraulique du site. La surveillance des eaux souterraines dans ce contexte est similaire à celle du marquage environnemental, elle est traitée en Annexe 6.

En cas d'intervention trop tardive par rapport à l'évènement, le prélèvement d'eaux souterraines sera à réaliser si les substances émises par l'incendie ont pu, à partir des retombées sur les sols, migrer vers ces eaux.

Plusieurs campagnes peuvent être nécessaires pour tenir compte du temps de transfert des substances mais aussi des effets de chasse liés aux précipitations.

VEGETAUX

Les végétaux disponibles au moment des prélèvements et leur degré de maturité sont fonction des saisons.

Au moment de l'accident, les végétaux pourront être imprégnés par les dépôts liés à l'incendie. A moyen terme, les végétaux peuvent aussi être contaminés par les sols qui auront pu être eux-mêmes contaminés par les dépôts (via des phénomènes de transfert racinaire, et de ré-envoi) ou via l'irrigation avec des eaux souterraines ou de surfaces impactées.

Alimentation humaine

Les végétaux à privilégier vis-à-vis de l'alimentation humaine sont les **fruits et légumes habituellement consommés**. Leur prélèvement sera à réaliser dans les jardins où des sols seront également échantillonnés (voir section précédente). Pour les légumes, il sera intéressant de récolter, si disponibles, des **légumes-feuilles** (salades, choux, blettes...) pour lesquels les feuilles servent de réceptacles aux dépôts et des **légumes-racines** (carottes, radis, betterave, pommes de terre...) qui seront un marqueur de la pollution antérieure à l'évènement si les prélèvements sont faits très rapidement après la survenue de l'évènement. Pour les légumes-racines, les résultats seront à comparer avec ces mêmes cultures quelques mois après le sinistre, ou à la culture suivante (en cas de surveillance pour confirmer ou infirmer des résultats positifs).

Il est recommandé de procéder à la récolte d'espèces végétales similaires sur les zones témoins (au nombre de 3 à minima), pour qualifier une dégradation de la qualité des végétaux en lien avec le sinistre.

L'évaluation des risques sanitaires sera réalisée sur la base de fruits et légumes tels que consommés par les usagers. Ainsi un lavage est généralement effectué, voire un épluchage. Les protocoles harmonisés de préparation des végétaux avant leur analyse et issus de travaux récents sont décrits dans le guide pratique Ineris [8]. Ces 2 modes de préparation empêcheront d'utiliser les résultats pour mettre en évidence un éventuel marquage environnemental. A contrario, les fruits de verger et les petites baies sont moins souvent lavés avant d'être consommés et pourront servir également au marquage environnemental.

Alimentation animale

Les **cultures agricoles** entrant dans l'alimentation du bétail, **sur pied** au moment de l'évènement, qui aurait pu être contaminées par des dépôts seront à prélever. C'est le cas du maïs ou bien de la luzerne, par exemple.

De la même façon, il sera important de prélever de l'herbe dans les **prairies** où les animaux vont paître.

Les sols de prairie seront à prélever aux mêmes endroits.

Tous ces prélèvements ont pour objectif de s'assurer que les retombées générées par l'incendie ne contamineront pas la population via la chaîne alimentaire.

Dans le cas des cultures agricoles, des prélèvements de **cultures ensilées** préalablement à l'accident permettront de connaître le niveau de pollution antérieur de ce type de cultures, et de faire la part de cette contamination par rapport à celle amenée par les retombées. Ces « témoins » seront des « témoins » supplémentaires à ceux devant être réalisés en zone non exposée.

De même que pour les végétaux comestibles, il est recommandé de procéder à la récolte de cultures et d'espèces végétales similaires sur les zones témoins (au nombre de 3 à *minima*), pour qualifier une dégradation de la qualité des végétaux en lien avec le sinistre.

PRODUCTIONS AGRICOLES

Pour certaines substances comme les dioxines/furanes et les PCB qui sont particulièrement persistantes dans l'environnement, l'expérience acquise depuis quelques années montre que ces substances toxiques sont retrouvées dans les productions animales que sont **les œufs et le lait**.

La contamination apparaît le plus souvent dans ces denrées au travers de l'alimentation du bétail (ensilages, herbes, sols contaminés).

De ce fait, le recueil d'œufs et de lait dans des exploitations voisines du site touché par l'accident, **au plus tôt au moment de l'évènement**, permettra de connaître le niveau antérieur de contamination (voir chapitre relatif aux prélèvements conservatoires immédiats). La pollution n'aura pas encore pu être métabolisée par les organismes.

Dans le cas où l'intervention serait réalisée longtemps après l'évènement (quelques semaines à quelques mois), il sera important de prélever ces produits dans la majorité des fermes situées aux alentours de la source émettrice sans privilégier de direction par rapport à la dispersion des retombées. En effet, le bétail n'est pas toujours nourri ou abreuvé au niveau de la ferme à laquelle il appartient. Il peut y avoir une distorsion entre la localisation du bétail pour le pâturage, la localisation des champs des cultures dédiées à l'ensilage et la localisation du propriétaire de la ferme, du bétail, des champs, ... De ce fait, longtemps après l'évènement, il peut être difficile de remonter à la matrice ayant pu entraîner la contamination du bétail. Il est préférable de prélever les productions de façon relativement exhaustive.



Pour rappel, l'ensemble de ces prélèvements, s'ils sont réalisés, devront l'être, à la fois dans la direction des vents dominants (ou dans les cercles concentriques en cas de vent non établi) mais également en **zone « témoin »**, dans des contextes d'**usages similaires**.

Point d'attention sur la nécessité de mener une ou plusieurs campagnes d'investigations ?

La première intervention sur le terrain porte généralement sur les prélèvements qui répondent aux objectifs de marquage environnemental et d'évaluation sanitaire des risques pour disposer rapidement des premiers résultats qualitatifs et quantitatifs. Le nombre de campagnes à mener n'est pas figé, il s'agit avant tout d'un processus itératif, spécifique à chaque sinistre. Des campagnes supplémentaires sont mises en œuvre dès lors que :

- d'autres prélèvements sont nécessaires pour cartographier plus finement les milieux exposés sur une zone spécifique (en raison d'une représentativité faible, d'incertitudes) ou pour délimiter les zones de retombées maximales ;
- les résultats de modélisation des zones de retombées maximales indiquent la nécessité d'étendre les investigations sur d'autres territoires, si la première campagne a été entreprise avant cette étape de modélisation ;

- le régime hydrogéologique des eaux superficielles et souterraines, facteur primordial dans le transfert des polluants, est fluctuant. Au-delà de la saisonnalité (hautes eaux/basses eaux), le lessivage des matériaux incendiés laissés en place et non protégés des précipitations constitue une source de contamination qu'il convient de surveiller à court et moyen terme.

3.4 Echantillonnage selon le délai d'intervention

Plus le délai d'intervention est long et moins il restera de matrices à analyser. Notamment, un grand nombre de prélèvements permettant de connaître le niveau de pollution antérieure à l'évènement ne pourra plus être échantillonné. Or, ceux-ci sont particulièrement importants. Dans de nombreux cas, connaître cette pollution historique évitera des investigations longues et coûteuses et facilitera l'interprétation des résultats.

Il est proposé dans cette partie de prioriser les prélèvements en fonction de l'évènement lui-même afin de prendre en compte rapidement le risque vis-à-vis de la population, et d'identifier l'apport réel à l'environnement de l'évènement par rapport à un niveau de fond local de contamination.

3.4.1 Priorisation

Tous les prélèvements qui permettront de connaître rapidement, au moins qualitativement, la composition des émissions, sont à privilégier : air, eaux d'extinction, suies, les sols souillés les plus proches de la source (prélèvements conservatoires immédiats, voir paragraphe 3.2). Il n'apparaît pas pertinent de restreindre les prélèvements conservatoires à une seule matrice, notamment si plusieurs matrices peuvent faire l'objet d'un prélèvement. En effet, de nombreuses substances avec des propriétés physico-chimiques étendues peuvent être émises, conduisant à une accumulation ou adsorption préférentielle sur telle ou telle matrice (phase dissoute dans eau versus adsorption sur phase solide telle que sol/boue).

Les analyses pouvant être différées dans le temps pour les prélèvements conservatoires, il convient de considérer, lorsque plusieurs matrices sont concernées, les facteurs qui déclencheront les analyses en laboratoire :

- la phase particulaire est à analyser systématiquement si le prélèvement est représentatif des émissions générées par l'incendie (feux actifs et/ou couvants) ;
- les échantillons de sols souillés superficiels au plus près du foyer sont à analyser d'autant plus si le plan d'investigations prévoit des prélèvements de sols superficiels selon des transects à partir du foyer ;
- à défaut de disposer de prélèvements conservatoires sur l'air ambiant (phase particulaire, suies) et/ou les sols souillés superficiels au plus près du foyer, les eaux d'extinction devront être analysées.

La caractérisation des émissions est primordiale. Elle pourra notamment aider à la prise de décision quant aux actions à mettre en place comme la restriction de la consommation des fruits et légumes dans le voisinage par exemple.

Les matrices pouvant induire un risque à très court terme lié à leur ingestion seront à prélever en priorité : c'est le cas des fruits et légumes surtout si le stade de maturité est atteint.

Les matrices pour lesquelles le niveau de contamination antérieur à l'évènement sera connu seront également à prélever en priorité, et ce, d'autant plus, qu'il s'agit de produits entrant dans l'alimentation humaine comme les œufs et le lait.

Les cultures agricoles entrant dans l'alimentation du bétail seront à prélever avant la mise en ensilage. Le phénomène de fermentation observé lors de ces ensilages peut modifier la composition et la nature des contaminants déposés sur ces cultures.

3.4.2 Matrices et actions dépendantes du délai d'intervention

Le Tableau 4 ci-dessous décrit les différentes matrices à prélever en fonction du délai après l'accident (jour J) et l'objectif auquel ce prélèvement peut répondre c'est-à-dire caractérisation, niveau de pollution antérieur, exposition différée, ou marquage environnemental.

Il est rappelé ici que les interventions tardives peuvent impliquer soit la disparition de la matrice soit la manifestation de plusieurs phénomènes qui affaibliront les niveaux de concentrations (dilution pour les eaux, lessivage pour les sols et les végétaux par les précipitations, dégradation...).

Tableau 4 : Matrices et objectifs visés en fonction du délai d'intervention

	J	J+7	J+30	J+3 mois	J+6 mois
Prélèvements pour caractérisation des émissions – sur site	Air (gaz, particules) Dépôts, suies visibles Eaux d'extinction Sols souillés proches de la source	Dépôts, suies visibles Eaux d'extinction Sols souillés proches			
Prélèvements pour témoins d'avant accident (niveau antérieur/valeur de comparaison)	Lait, œufs Aliments bétail stockés (ensilages) Eaux souterraines	Aliments bétail stockés (ensilages) Lait et œufs stockés antérieurement à l'évènement	Aliments bétail stockés avant évènement	Aliments bétail stockés avant évènement	
Prélèvements pour exposition différée	Sols de jardin, aires de jeux Fruits et légumes Eaux superficielles et sédiments Cultures, herbages	Sols de jardin, aires de jeux Fruits et légumes Cultures, herbages Lait et œufs Eaux souterraines*	Sols de jardin, aires de jeux Fruits et légumes Lait et œufs Eaux souterraines*	Sols de jardin, aires de jeux Fruits et légumes Lait et œufs Eaux souterraines*	Sols de jardin, aires de jeux Fruits et légumes Lait et œufs Eaux souterraines*
Prélèvements pour marquage environnemental **	Sols Cultures, herbages	Eaux superficielles et sédiments Sols Lichens, bryophytes Cultures, herbages	Eaux superficielles et sédiments Sols Lichens, bryophytes Cultures, herbages	Eaux superficielles et sédiments Sols Lichens, bryophytes Cultures, herbages	Eaux superficielles et sédiments Sols Lichens, bryophytes Cultures, herbages

Eaux souterraines* : délai à raccourcir pour les eaux circulant au sein d'un milieu fracturé

Marquage environnemental** : pour les eaux souterraines, il est possible uniquement en présence d'un réseau de piézomètres sur le site sinistré et en aval hydraulique de ce dernier

3.5 Guide pour les prélèvements – fiche synthétiques

Quelle que soit la matrice concernée, chaque fiche est structurée de la même manière et contient les rubriques suivantes :

- Sources de contamination de la matrice ;
- Lieu de prélèvement en fonction des objectifs ;
- Programme analytique ;
- Recommandations pour le prélèvement ;
- Guides et normes décrivant les façons de procéder et de prélever telles que décrites dans des normes, des guides ou des lignes directrices lorsque qu'aucune norme ni guide n'existe. La liste est non exhaustive et il appartient au lecteur de vérifier si de nouvelles versions sont disponibles ;
- Organismes préleveurs ;
- Point d'attention sur l'interprétation des résultats.

La stratégie des prélèvements des échantillons environnementaux est fonction des objectifs. Ainsi des adaptations sont à prévoir pour certaines matrices selon que le prélèvement s'inscrit dans l'identification d'un marquage environnemental ou l'évaluation des risques sanitaires. Les objectifs sont ainsi distingués dans les tableaux de synthèse au moyen de 3 intitulés colorés de la manière suivante :

Signature chimique, valeur de comparaison (prélèvement conservatoire immédiat)
Marquage environnemental
Evaluation des risques sanitaires

Les informations relatives aux guides techniques et normes auxquels se référer sont reportées dans les fiches spécifiques à chaque matrice et insérées en Annexe 3.

4 Stratégie d'analyse

4.1 Préconisations pour la conservation et la préparation des échantillons

La conservation des matrices environnementales (sols, eaux, air, végétaux...) est similaire à celle classiquement mise en œuvre en contexte ICPE ou SSP. Elle se fait à des températures proches de 3-4°C environ, à l'abri de la lumière pour certaines familles chimiques sensibles, dans le flaconnage ou support fourni par le laboratoire d'analyse (si besoin, traité avant échantillonnage par calcination ou rinçage par solvants, afin d'éviter toute contamination). Les échantillons sont acheminés au laboratoire d'analyse dans les plus brefs délais. Pour les végétaux, les consignes de préparation à effectuer par le laboratoire sont à préciser, notamment le lavage et l'épluchage (se référer au formulaire de consignes de préparation envoyé au laboratoire et aux protocoles harmonisés, [8]).

Pour l'ensemble des prélèvements dont les prélèvements conservatoires immédiats qui ne seraient pas analysés à réception, il est demandé aux laboratoires d'analyse de conserver les échantillons dans les conditions adéquates permettant des analyses chimiques ultérieures. Outre une conservation à 4°C, des étapes de congélation ou lyophilisation peuvent être proposées, en fonction des matrices et des substances recherchées. Ces dispositions ne sont pas attendues pour certains paramètres dont la stabilité dans le temps n'est pas démontrée pour les matrices air et eau, par exemple. Il est également conseillé aux laboratoires de conserver les extraits organiques et les minéralisats des échantillons analysés dans des conditions appropriées pendant une période de plusieurs semaines voire plusieurs mois après les prélèvements afin d'effectuer de nouvelles analyses si besoin dans le cadre d'une adaptation du programme analytique, de la recherche de traceurs mais également d'expertises. Il est attendu une conservation des échantillons sur un délai de 6 mois. Un échange préalable avec le laboratoire permettra de déterminer les moyens de conservation les plus adéquates en fonction des matrices concernées.

4.2 Analyses chimiques à rechercher

Les substances à rechercher dans les matrices environnementales dépendront principalement de la nature des produits et matériaux pris dans l'incendie (produits stockés mais aussi bâtiments, infrastructures, équipements connexes), et des conditions de combustion (cinétique, température...). Elles dépendront également des produits utilisés pour éteindre l'incendie (émulseurs fluorés, par exemple dont l'utilisation future sera limitée aux sites assurant le confinement des eaux d'extinction) et des phénomènes de décomposition/réaction des produits pris dans l'incendie. La présence de métabolites sera prise en compte ainsi que la spéciation chimique.

Les principales substances chimiques susceptibles d'être émises sont récapitulées dans le Tableau 5 [11]. Attention, cette liste n'est pas exhaustive, et est à adapter en fonction des paramètres précités et des matrices investiguées.

Pour l'air, les substances mesurées à l'aide d'analyseurs de terrain (CO/CO₂, NO/NO_x, SO/SO_x, particules, ...) ne sont pas considérées dans le présent guide, mais néanmoins il peut être intéressant de déployer ces analyseurs pour documenter les emplacements de prélèvement. Il en est de même pour les mesures in-situ collectées au niveau des eaux d'extinction, des eaux superficielles ou souterraines (par exemple pH, température, conductivité, turbidité, oxygène, potentiel rédox...).

Tableau 5 : Principales substances chimiques susceptibles d'être émises en cas d'incendie

Substances chimiques émises	Commentaire
Gaz inorganiques : CO/CO ₂ , NO/NO _x , SO/SO _x Acides* : HF, HCl, HBr, HBr, BF ₃ , HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , HCN** Composés soufrés dont H ₂ S, mercaptans COV (composés organiques volatils) dont BTEX, alcanes, alcènes, COHV (composés organiques halogénés volatils) Aldéhydes et cétones (formaldéhyde, acroléine...)	→ Concerne principalement la matrice air . <i>*Pour les acides : composés à sélectionner selon les hétéroatomes en présence (Cl, F, Br, Br, CN...)</i>
Métaux (liste à adapter) Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) Polychlorodibenzodioxine/ Polychlorodibenzofurane (17 congénères PCDD/F et homologues***) Polychlorobiphényles (PCB) : 7 PCB indicateurs, 12 PCB dioxin-like Autres : phtalates, polybromodiphényléthers (PBDE), per et polyfluoroalkylés (PFAS)...	→ Concerne toutes les matrices environnementales L'émission de PCDD/F est liée généralement à la présence de Cl dans les matériaux pris dans le feu (y compris câbles électriques) L'émission de PCB est liée à la présence d'anciens transformateurs mais également de matériaux contenant ces substances

** : HCN est en général peu présent dans les fumées car il s'oxyde rapidement (excepté dans les espaces clos où il peut être recherché)

*** homologues : ensemble des congénères au-delà des 17 congénères quantifiés individuellement pour une classe de dioxines ou une classe de furanes, sur la base du nombre d'atomes de chlore : tétra-, penta-, hexa-, hepta- ou octa-.

Certains composés et/ou traceurs à identifier et à quantifier dans le cas d'incendie, sont décrits dans le rapport INERIS de 2022 [11]. Certaines données ont été acquises au cours d'essais expérimentaux menés sur plusieurs matériaux type :

- Bois (aggloméré, contre-plaqué) ;
- Hydrocarbures (huiles, white spirit) ;
- Plastiques (PEHD, PVC, mélange) ;
- Pneumatiques de véhicules automobiles ;
- Batteries ;
- Broyats informatiques.

Le rapport compile également des données bibliographiques sur produits de combustion émis par les matériaux et substances tels que le pyralène, les produits phytosanitaires, et quelques plastiques.

La norme ISO 26367-partie 1 relative à l'impact environnemental des effluents du feu [9] précise que la présence de matériaux ignifugeants bromés dans l'incendie peut générer l'émission de dibenzodioxines et furanes polybromés (PBDD/PBDF). L'annexe A liste les facteurs d'émission des principaux polluants pour les stockages suivants : pneus usagés, déchets électriques et électroniques, véhicules, décharges domestiques.

A défaut de connaître la nature des produits qui brûlent, il peut être pertinent de réaliser des **screenings semi-qualitatifs** pour les composés organiques et/ou inorganiques, en vue d'identifier la présence de certaines familles chimiques dans les prélèvements conservatoires immédiats dédiés à la signature chimique (air, suies, eaux extinction, sols souillés). L'Annexe 5 détaille l'intérêt des analyses semi-qualitatives et leurs limites d'application, notamment en termes de limite de quantification.

Spécificités du milieu air

Il conviendra de distinguer la matrice air des autres milieux environnementaux pour le programme analytique, notamment pour les composés volatils qui ne sont, par exemple, pas analysés dans les sols ou les végétaux prélevés hors site, en première approche. De même, ils ne seront pas analysés dans les prélèvements surfaciques alors qu'ils sont généralement quantifiés dans les eaux d'extinction. Enfin, la caractérisation en phase gazeuse peu développée pour certains composés organiques persistants comme les PCDD/F est sujette d'une part à la contribution mineure de l'exposition par la voie inhalation pour ces composés généralement observés pour la plupart des situations, et d'autre part, au déploiement contraignant d'équipements de prélèvement à haut débit d'air, nécessitant un accès à l'électricité pour procéder au prélèvement sur plusieurs heures. Ainsi, l'analyse de ces composés organiques (tels que les PCDD/F, les PCB, les phtalates...) est privilégiée sur des matrices telles que : dépôts atmosphériques (suies, collecteurs), végétaux, sols superficiels.

Enfin le milieu air se démarque des milieux sol et eau de par la spécificité des supports de prélèvement, à adapter à la famille de substances recherchée et associés aux techniques analytiques. Pour les principales familles chimiques susceptibles d'être émises, l'Annexe 2 rappelle les supports de prélèvements à utiliser ainsi que les techniques analytiques. Un échange préalable avec le laboratoire d'analyses avant l'intervention sur le terrain est primordial pour statuer sur les moyens de prélèvement à déployer lors de l'intervention.



L'analyse des PCB (polychlorobiphényles) doit comprendre à la fois celle des PCB-ndl (non dioxin-like, au nombre de 6 congénères) et celles des PCB-dl (dioxin-like, au nombre de 12 congénères).

Au total, 18 congénères sont couramment analysés par les laboratoires d'analyse.

Limites de quantification et incertitudes analytiques

Les quantités de matières prélevées pour chaque matrice doivent être suffisantes pour atteindre des limites de quantification adaptées aux objectifs de l'étude. Il convient de se rapprocher du laboratoire d'analyse pour connaître les quantités à prélever, et pour la matrice air, la masse de polluant quantifiable sur les supports visés afin de déterminer la durée de prélèvement d'air nécessaire par rapport au support retenu. Les quantités renseignées dans les fiches spécifiques de l'Annexe 3 sont données à titre indicatif et sont à conforter avec les laboratoires. Par ailleurs, si les concentrations sont inférieures à la limite de quantification (< LQ), il peut être intéressant de savoir si les composés recherchés ont été détectés ou non, lorsque la technique analytique le permet.

Enfin, la considération des concentrations analysées doit tenir compte des incertitudes analytiques, fournies à la demande par le laboratoire d'analyse. Ces dernières varient généralement dans une gamme de 10-30% pour la majorité des composés, pouvant atteindre 50% pour certains composés. Les incertitudes sont également plus élevées lorsque les concentrations mesurées sont plus faibles.

Programme analytique à l'échelle des campagnes d'investigation

Si plusieurs matrices sont échantillonnées dans le cadre d'une première campagne d'investigation, il convient d'apporter une attention particulière à la cohérence du programme analytique, à savoir l'analyse des mêmes familles chimiques sur l'ensemble des matrices prélevées, tout en tenant compte de leur comportement dans les milieux (air, sol, eau). Aussi les composés volatils recherchés dans l'air

(caractérisation du panache) seront rarement analysés dans les matrices telles que les sols superficiels ou les sédiments, mais pourront être recherchés dans les eaux d'extinction.



Les propriétés physico-chimiques des composés analysés (solubilité, pression de vapeur, coefficient de partage Kow, ...) vont influencer leur répartition dans les trois milieux (air, eau, sol) et par conséquent dans les différentes matrices investiguées (air, eau, sol, végétal). Des distorsions sont à prévoir quant à l'absence/présence de certains composés dans certaines matrices, mais aussi quant à la répartition des congénères pour les PCB ou les PCDD/F, par exemple. Malgré cela, la cohérence du programme analytique permettra une meilleure identification du marquage environnemental via le suivi et la quantification d'une même famille chimique sur l'ensemble des matrices retenues.

Délais d'analyses

Les analyses demandées sur les prélèvements conservatoires immédiats visent à orienter le programme analytique pour les prélèvements environnementaux collectés hors site. Or les durées d'analyse de substances organiques chlorées telles que les PCDD/F sont généralement de l'ordre d'une semaine environ quand les analyses classiques (métaux, HAP) ne demandent que 3-4 jours. Dans la configuration où l'analyse des prélèvements environnementaux est proche de celles des prélèvements conservatoires immédiats, il convient :

- soit d'appliquer le programme analytique complet à une sélection d'échantillons supposés être les plus impactés. Des analyses complémentaires seront demandées sur les échantillons restants en fonction des niveaux de concentrations mesurés. Il sera demandé au laboratoire de conserver de manière adéquate les échantillons pour procéder ultérieurement à d'autres analyses ;
- soit d'appliquer le programme analytique complet à l'ensemble des échantillons hors site, sans certitude que les substances seront quantifiées dans les prélèvements conservatoires et donc émises par l'incendie.

Prise en compte des blancs d'échantillon

Il est nécessaire d'inclure des échantillons de contrôle qualité « blanc de terrain » pour la caractérisation des dépôts atmosphériques du fait de l'emploi de supports spécifiques tels que collecteurs et lingettes. Ainsi, les valeurs mesurées sur des supports non exposés (blanc de terrain) seront à indiquer avec les valeurs mesurées sur les autres échantillons en zones exposées et témoins.

Il est également recommandé de procéder à des blancs de terrain pour les eaux superficielles et souterraines [18]. Les flacons de prélèvement sont remplis sur le terrain par le préleveur avec de l'eau exempte de substances à rechercher (eau déminéralisée ou eau embouteillée commercialisée faiblement minéralisée par exemple), stockés avec les autres flacons avant d'être envoyés au laboratoire pour analyse. Cette procédure attestera de la non-contamination des flacons fournis par le laboratoire et des équipements utilisés pour le prélèvement, ainsi que de l'absence de contamination croisée pendant le transport. Les valeurs mesurées sur les blancs sont rarement retranchées aux valeurs mesurées sur les autres échantillons mais participent à l'interprétation des données.

5 Interprétation des résultats

5.1 Prélèvements conservatoires immédiats

Les analyses chimiques effectuées sur les prélèvements conservatoires immédiats visent à identifier les substances émises par l'incendie. La détection et quantification des familles chimiques dans l'air, les suies, les eaux d'extinction et les sols souillés conduira à les rechercher dans les milieux environnementaux de transfert et d'exposition. Le recoupement des familles chimiques communes au sein des prélèvements conservatoires immédiats permettra de consolider la signature chimique de l'incendie et de tenir compte des distorsions matricielles (substances hydrophiles versus substances hydrophobes par exemple).

Le recours à des valeurs de référence établies pour d'autres contextes est peu pertinent en situation post-accidentelle.

5.2 Démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux

L'interprétation des résultats dans une situation post-accidentelle est similaire à celle de l'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM), déroulée dans le cadre de la gestion des sites et sols pollués. Elle se fera en comparant les teneurs mesurées dans les matrices prélevées dans les zones potentiellement impactées par les retombées à celles prélevées en zone témoin dans un premier temps. Hors site, une première analyse des données en fonction de la distance des prélèvements par rapport à l'incendie permettra de mettre en évidence ou non un gradient des niveaux de concentration et d'établir un lien plus ou moins plausible entre le marquage environnemental et le sinistre. Dans certains cas de dispersion, aucun gradient ne sera mis en évidence. Des retombées hétérogènes constellent alors la surface des sols et conduisent à un marquage discontinu.

Il s'agira également de comparer les concentrations mesurées dans les zones potentiellement polluées aux concentrations antérieures à l'accident, si des données sont disponibles. En complément (ou à défaut) de données témoins locales ou d'état initial, il est possible de comparer les concentrations mesurées à des référentiels nationaux indiquant les gammes de valeurs habituelles dans les milieux non dégradés. C'est le cas des valeurs de fond relatives aux milieu eau, sol et air récemment compilés [19]. Le recours à ces valeurs est à justifier car les données témoins locales sont à privilégier.

La comparaison des concentrations mesurées dans les différentes matrices aux valeurs réglementaires en vigueur en France se fera dans un second temps. Pour rappel, les valeurs réglementaires ne sont disponibles que pour certaines matrices (air ambiant, eaux de surface et souterraine, végétaux), et restreintes à certains composés/familles chimiques [20].

Selon les enjeux sanitaires (principe de proportionnalité), une évaluation quantitative des risques sanitaires pourra être menée, en absence de valeurs réglementaires dès lors que les concentrations en zone potentiellement impactées dépassent celles des zones témoins (mise en évidence d'une dégradation de la qualité des milieux). L'interprétation des résultats se fera selon les intervalles de l'IEM.

Concernant la voie d'exposition par inhalation, le choix des valeurs toxicologiques de référence dépendra des durées d'exposition constatées (VTR aigue, VTR subchronique,...).

5.3 Points d'attention sur l'interprétation des résultats

Les points suivants nécessitent une attention particulière :

- concernant le marquage environnemental, pour les substances telles que les HAP, PCDD/F, PCB-dl notamment pour lesquelles les congénères peuvent se distribuer selon un profil particulier selon la source d'émission, il sera intéressant d'étudier ces **profils de congénères**. Quelle que soit la matrice considérée, pour les substances disposant de facteur d'équivalent toxique (ou TEF), il conviendra de considérer les **concentrations brutes**, sans prise en compte des TEF. Un profil exprimé en OMS-TEQ n'a aucune signification « environnementale » dans le cadre de cette analyse.

Il faudra cependant comparer les profils matrice par matrice, les profils pouvant présenter des distorsions liées aux propriétés physico-chimiques intrinsèques de chacun des congénères. Ainsi, selon leurs propriétés, certains d'entre eux vont plus ou moins bien se répartir dans les différents compartiments biologiques, s'adsorber, se métaboliser, etc..

Ces substances pouvant provenir de plusieurs sources, les profils observés peuvent correspondre à la superposition de plusieurs profils ; ceci rendra d'autant plus complexe l'interprétation. Ceci renforce l'idée de la nécessité de caractériser les émissions au moment même de l'évènement, au plus près du foyer. Ce sera le seul moyen de connaître la composition des fumées sans ambiguïté.

- concernant l'évaluation des risques sanitaires portant sur les PCDD/F et les PCB-dl (dioxin-like), il faudra également faire attention aux référentiels utilisés (OTAN, OMS), car les facteurs équivalents toxiques (I-TEQ, OMS-TEQ) diffèrent selon le référentiel utilisé. A ce jour, pour les valeurs réglementaires (voir plus haut), le référentiel retenu est celui de l'OMS 2005.
- pour les végétaux lors de la comparaison avec les valeurs réglementaires, les résultats pouvant être exprimés en poids frais (MF) ou à 12% d'humidité, cas des denrées destinés à l'alimentation animale.

6 Conclusions

Dans le cadre d'un accident technologique de type incendie, une intervention post-accidentelle avec la réalisation de prélèvements environnementaux doit s'effectuer selon des objectifs clairement définis (marquage environnemental et/ou évaluation des risques sanitaires). La réalisation de prélèvements conservatoires immédiats au plus tôt sur des matrices spécifiques vise à déterminer une éventuelle signature chimique de l'incendie ou à disposer de valeurs de comparaison. Ces interventions sont généralement menées pendant les phases de suivi immédiat et post-accidentelle.

La qualité des résultats, et donc de l'interprétation, dépendra de la pertinence et de la qualité de l'échantillonnage réalisé dans les différents milieux environnementaux et milieux d'exposition. Il s'agit d'un processus éventuellement itératif pouvant nécessiter plusieurs campagnes d'investigations successives.

Une attention particulière est à apporter à la dispersion des fumées et à la cinétique de l'incendie pour établir les zones de retombées. Un descriptif précis de l'incendie, de son développement et de son extinction ainsi que des conditions météorologiques est attendu pour justifier le plan d'échantillonnage et servir, le cas échéant, de paramètres d'entrée pour estimer un terme source et modéliser les zones maximales de retombées. L'implantation d'une caméra grand angle filmant le foyer de l'incendie et son panache permettra d'apporter une réelle plus-value dans l'élaboration du plan d'échantillonnage et la justification des zones investiguées. La connaissance des matériaux pris dans le feu permettra d'adapter le programme analytique.

Les acteurs de terrain pourront s'appuyer sur les fiches proposées, matrice par matrice, abordant les prélèvements et les objectifs associés. Cette version est également enrichie d'information sur la composition des eaux d'extinction et leur échantillonnage, ainsi que sur la surveillance des milieux tels que les eaux souterraines et superficielles.

Une intervention très rapide permettra de connaître dans les meilleurs délais la nature des émissions et le niveau d'impact des milieux environnementaux et ainsi d'anticiper les actions et mesures à mettre en place, en particulier, vis-à-vis de la santé des populations riveraines du site incendié.

Les recommandations faites dans ce guide révisé et dédié à l'intervention dans le cas d'un incendie pourront être adaptées aux cas des déversements, rejets, fuites, lâchers de gaz, ... Ces situations seront souvent moins complexes, en raison de dispersions plus canalisées et d'une meilleure connaissance de la source mise en cause.

7 Références

- [1] Circulaire interministérielle du 20 février 2012 relative à la gestion des impacts environnementaux et sanitaires d'évènements d'origine technologique en situation post-accidentelle
- [2] Inventaire des incidents et accidents technologiques survenus en 2020, BARPI, https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/uploads/2021/06/Inventaire_2021_Web.pdf
- [3] Guide de gestion de l'impact environnemental et sanitaire en situation post-accidentelle – cas des accidents d'origine technologique – méthode générale, avril 2012
- [4] Guide de gestion de l'impact environnemental et sanitaire en situation post-accidentelle – installations classées, MEDTL, avril 2012
- [5] NF ISO 26367-1, Lignes directrices pour déterminer l'impact environnemental des effluents du feu – Partie 1 : Généralités, décembre 2019.
- [6] Guide Surveillance dans l'air autour des installations classées, retombées des émissions atmosphériques, deuxième édition, Ineris-201065-2172207-v1, décembre 2021
- [7] Document complémentaire au guide de surveillance dans l'air autour des installations classées, Ineris, DRC-16-158882-10272A, novembre 2016 (en cours d'actualisation)
- [8] Guide pratique pour la préparation et l'analyse des végétaux consommés par l'Homme dans le contexte des sites et sols pollués, Ineris-201081-2373869-v1, mai 2022
- [9] NF ISO 26367-2, Lignes directrices pour déterminer l'impact environnemental des effluents du feu – Partie 1 : Méthodologie pour compiler les données relatives aux émissions des feux ayant un impact significatif sur l'environnement, novembre 2017
- [10] NF ISO 26367-3, Lignes directrices pour déterminer l'impact environnemental des effluents du feu – Partie 3 : Echantillonnage et analyse, juillet 2022
- [11] Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », Ineris-203887-2079442-v3, juillet 2022
- [12] Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées, Ineris – 200357-2563482-v1, deuxième édition, septembre 2021
- [13] Surveillance de la qualité des eaux souterraines appliquée aux ICPE et sites pollués. Ministère en charge de l'environnement, Version 2 - Juin 2019
- [14] NF X31-615 « Qualité des sols - Méthodes de détection, de caractérisation et de surveillance des pollutions en nappe dans le cadre des sites pollués ou potentiellement pollués - Prélèvement et échantillonnage des eaux souterraines dans des forages de surveillance pour la détermination de la qualité des eaux souterraines », 2017
- [15] Guide pratique pour la caractérisation des eaux superficielles et des sédiments dans le domaine des sites et sols pollués, Brgm/Ineris (réf. Ineris-207010-2737920), 2022
- [16] Guide Diagnostics des sites et sols pollués, Ministère en charge de l'environnement, *en cours*
- [17] FDT90-523-1, Qualité de l'eau - Guide d'échantillonnage pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement - Partie 1 : échantillonnage d'eau en rivières et canaux
- [18] FD T90-524 - Contrôle qualité - Contrôle qualité pour l'échantillonnage et la conservation des eaux
- [19] Valeurs de fond en situation post-accidentelle pour les milieux sol, eau et air, Ineris-203892-2714224-v2, mai 2022
- [20] Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air en France au 30 juin 2020, Ineris-20-200358-219052-v3, mai 2021

8 Annexes

Annexe 1: Fiche incendie – observations

Annexe 2 : Milieu air - support de prélèvement et techniques analytiques associées

Annexe 3 (NOUVEAUTE) : Fiches de stratégie de prélèvement par matrice

Annexe 4 (NOUVEAUTE) : Prélèvements surfaciques (protocole)

Annexe 5 (NOUVEAUTE) : Screening analytique – intérêts et limites

Annexe 6 (NOUVEAUTE) : Surveillance des eaux superficielles et souterraines en lien avec l'infiltration ou le déversement des eaux d'extinction

ANNEXE 1

Fiche Incendie - Observations

FICHE INCENDIE – Observation Phase d'urgence ou de suivi – Feux actifs

Description des observations qui permettront d'améliorer le plan d'échantillonnage et d'alimenter les paramètres d'une éventuelle modélisation des retombées atmosphériques. Les actions contenues dans cette fiche sont constituées d'observations simples à réaliser. Elles concernent le foyer, le panache et la météorologie au moment de l'incendie.

Observation des sources	
Caractérisation des différentes zones de feu	
Définir les zones de feu	<p>Selon la nature de l'incendie, plusieurs zones peuvent être considérées comme incendiées. Au cours de l'incendie, ces zones sont susceptibles de s'étendre ou de se réduire. Il s'agit donc :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'identifier les différentes zones, • de décrire leur étendue géographique. • de décrire l'évolution de ces zones • de noter l'heure de chacune des observations
Pour chaque zone : observation de l'activité de l'incendie :	<p>Trois phases de feux possibles : feu couvant (fumerolles, braises), feu modéré (hauteur de flamme <1,5 m), feu intense (hauteur de flamme ≥1,5m)</p> <ul style="list-style-type: none"> • indiquer, pour chaque zone, la phase de feu observée, • noter l'heure de l'observation.
Evolution des sources	Rester vigilant et observer les changements d'activité de l'incendie pour chacune des zones. Noter les changements et les heures d'observations.
Surveillance du foyer de l'incendie et du panache	
Implanter au plus tôt une ou plusieurs caméras à des endroits stratégiques pour surveiller l'évolution du foyer et la dispersion des fumées (hauteur maximum du panache et direction de dispersion)	

Observation de la météorologie	
Vent	
Observer la direction du vent	<ul style="list-style-type: none"> • Noter la direction de propagation du panache ou la direction du vent et l'heure de l'observation : Exemple : A 10h15, le panache se dirige vers le Nord-est, ou bien : A 10h15 Le vent vient du Sud-ouest. • Noter l'évolution de la direction du vent au cours de l'incendie.
Observer l'intensité du vent	<p>Si possible,</p> <ul style="list-style-type: none"> • consulter un anémomètre et noter la hauteur à laquelle est faite la mesure et l'heure d'observation. <p>Sinon estimer l'intensité du vent de manière arbitraire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vent faible (seules les feuilles bougent) • Vent moyen (les branches bougent) • Vent fort (l'arbre dans son entier bouge) <ul style="list-style-type: none"> • Si possible, noter l'évolution de l'intensité du vent au cours de l'incendie.
Pluie	
Observer les épisodes de pluie	<ul style="list-style-type: none"> • Noter la présence, l'apparition ou la fin d'un épisode de pluie pendant l'incendie. • Pour chaque épisode, qualifier si possible : de pluie faible, modérée ou intense, • Noter l'heure de l'observation.
Nébulosité	
Estimer la nébulosité	<ul style="list-style-type: none"> • Le plus tôt possible au moment de l'évènement, donner un indice de couverture nuageuse entre 0 (pas de nuages) et 8 (ciel entièrement couvert). • Noter l'heure de l'observation.

ANNEXE 2

Milieu Air : supports de prélèvement et techniques analytiques

Exemples de supports de prélèvement et des techniques analytiques associées en fonction des polluants à rechercher dans l'air

Substances ou familles de substances	Exemple de supports de prélèvement	Exemple de méthodes analytiques
Métaux	Filtre en fibre de quartz	ICP/MS, ICP/OES
PCB, HAP, dioxines /furanes	Filtre plan (en quartz, fibre de verre...) + résines adsorbantes (type XAD2) et/ou mousses PUF	HAP : HPLC/fluorimétrie, GC/MS PCB-ndl: GC/MS ou GC/ECD PCB-dl : GC/HRMS PCDD/F: GC/HRMS
COV	Tube en charbon actif, tube Tenax, canister ou sacs Tedlar®	GC/MS ou GC/FID
Aldéhydes / cétones	Tube de silice imprégnée de DNPH	HPLC/UV
HCN	Filtre imprégné de soude	Distillation suivie d'un dosage colorimétrique ou d'une chromatographie ionique avec détection ampérométrique
Acides inorganiques (HCl, HF H ₂ SO ₄ , HNO ₃ , H ₃ PO ₄)	Pré-filtre en PVC ou PTFE suivi d'un filtre en fibre de quartz imprégné d'une solution de carbonate de sodium	HF: ionométrie ou chromatographie ionique Autres acides : chromatographie ionique
Phtalates dont DEHP	Mousse polyuréthane	GC/MS
DEHP	Filtre en fibre de quartz	GC/MS
Produits phytosanitaires*	Support charbon actif	GC/MS
Mercaptans	Filtre en fibre de verre imprégné d'acétate mercurique	GC/FPD
Hydrogène sulfuré	Filtres en fibre de quartz imprégnés d'acétate de cadmium Sacs multicouches (ou sac Tedlar® si analyse sous 24h)	Déplacement à l'azote suivi d'un dosage colorimétrique ou d'une chromatographie ionique avec détection ampérométrique µGC, GC/MS, GC/FPD
Large gamme de molécules organiques recherchées non <u>spécifiquement (screening)</u>	Tube en charbon actif, tube Tenax, canister ou sacs Tedlar®	GC/MS

Remarque : L'analyse qualitative peut permettre dans un premier temps d'identifier un grand nombre de molécules organiques, notamment les substances organiques décrites dans le tableau. L'analyse qualitative est moins sensible que toute analyse quantitative spécifique. Donc toute substance identifiée lors de l'analyse qualitative sera une substance présente en concentration non négligeable. Il peut dans ce cas s'avérer nécessaire d'analyser quantitativement cette substance dans les milieux environnementaux (voir également Annexe 5 traitant de l'intérêt et des limites du screening analytique).

Inversement, le fait de ne pas identifier une substance lors de l'analyse qualitative ne signifie pas obligatoirement qu'elle est absente. Cela peut simplement indiquer que la détection n'est pas suffisamment sensible. Cette substance pourra malgré tout apparaître dans des dosages quantitatifs si elle est recherchée de façon quantitative par ailleurs.

* Si un grand nombre de produits phytosanitaires est impliqué dans l'incendie, il sera nécessaire de les rechercher en analyse qualitative en première approche et ce, quelle que soit la matrice analysée. Ensuite, des analyses quantitatives pourront être réalisées spécifiquement pour les produits identifiés lors de l'analyse qualitative.

Les supports et les techniques analytiques sont données à titre d'exemple. Toute autre méthode, permettant d'atteindre le même résultat, pourra être utilisée. Un échange préalable avec le laboratoire d'analyses est recommandé avant toute intervention.

GLOSSAIRE ANALYTIQUE

COV :	Composé organique volatil
DNHP :	Dinitrophénylhydrazine
DEHP :	Diéthylhexylphtalate
GC/ECD :	Chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à capture d'électrons
GC/HRMS :	Chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse haute résolution
GC/MS :	Chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse
GC/FPD :	Chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à photométrie de flamme
µGC :	micro-chromatographie en phase gazeuse
HAP :	Hydrocarbure aromatique polycyclique
HCl :	Acide chlorhydrique
HCN :	Acide cyanhydrique
HF :	Acide fluorhydrique
H ₂ SO ₄ :	Acide sulfurique
HNO ₃ :	Acide nitrique
HPLC/UV :	Chromatographie en phase liquide couplée à un détecteur spectrophotométrique détectant dans l'ultra-violet
H ₃ PO ₄ :	Acide phosphorique
ICP/MS :	Spectromètre de masse couplé à un plasma induit
ICP/OES :	Spectromètre d'émission couplé à un plasma induit
PCB :	Polychlorobiphényle non-dioxin like (ndl) ou dioxin like (dl)
PCDD/F :	Polychlorodibenzodioxine / Polychlorodibenzofurane (dioxines / furanes)
PTFE :	Polytétrafluoroéthylène
PUF :	Mousse en Polyuréthane
PVC :	Polychlorure de vinyle
XAD2 :	Support de résine composée de styrène et de divinylbenzène

ANNEXE 3

Fiche de stratégie de prélèvement par MATRICE



Légende :

- Orange : prélèvements conservatoires immédiats dédiés à la signature chimique (dont suies, eaux extinction) ;
- Bleu : milieux eaux souterraines et eaux superficielles ainsi que sédiments associés ;
- Vert : milieux sol et denrées alimentaires (Homme, animaux d'élevage) ;
- Gris : milieux air et matrices biologiques (lichens, bryophytes).

Rubriques :

- Sources de contamination de la matrice ;
- Lieu de prélèvement en fonction des objectifs ;
- Programme analytique ;
- Recommandations pour le prélèvement ;
- Guides et normes décrivant les façons de procéder et de prélever telles que décrites dans des normes, des guides ou des lignes directrices lorsque qu'aucune norme ni guide n'existe. La liste est non exhaustive et il appartient au lecteur de vérifier si de nouvelles versions sont disponibles ;
- Organismes en charge des prélèvements ;
- Point d'attention sur l'interprétation des résultats.

La stratégie des prélèvements des échantillons environnementaux est fonction des objectifs. Ainsi des adaptations sont à prévoir pour certaines matrices selon que le prélèvement s'inscrit dans l'identification d'un marquage environnemental ou l'évaluation des risques sanitaires, par exemple :

Prélèvement conservatoire immédiat (signature chimique, valeur de comparaison)
Marquage environnemental
Evaluation des risques sanitaires

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice SUIES

Sources de contamination ?

Incendies	En lien avec les matériaux, les produits et bâtiments pris dans le feu
Autres accidents	-

Où prélever ?

Pour quels objectifs ?	Emplacements des prélèvements ?
Signature chimique (prélèvement conservatoire immédiat)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prélèvements de suies présentes et visibles au plus proche de la source (sur le site si possible) à l'aide de prélèvement surfacique, en complément de la caractérisation directe du panache ou des fumerolles. <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Identification de substances émises lors de l'incendie ⇒ Orientation du programme analytique sur les autres matrices environnementales de transfert ou d'exposition ➤ Surface témoin : essuyer, sur le site, des surfaces de nature identique non impactées par les fumées (sans suie visible)
Marquage environnemental	
Uniquement sur suies visibles	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zone impactée par les retombées (présence de suies visibles et sous les vents) à l'extérieur au niveau des habitations et des lieux sensibles (écoles, hôpitaux, ...) ⇒ A proximité de ces prélèvements, essuyer des surfaces de nature identique non impactées par les fumées (sans suie visible)
Evaluation des risques sanitaires	
	➤ NON CONCERNE

Quelles substances analyser ?

Composés persistants des fumées (métaux, HAP, dioxines, autres : PBDE, ...). Les composés volatils ne sont pas recherchés. Des analyses de type screening peuvent être engagées (Annexe 5).

Se référer au rapport « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », juillet 2022, Ineris-203887 - 2079442 - v3, juillet 2022.

Quand prélever ?

Pour quels objectifs ?	Etapas des prélèvements ?
Signature chimique	➤ Au plus tôt pendant les phases d'urgence ou de suivi immédiat
Marquage environnemental	➤ Au plus tôt dès lors que des suies en lien plausible avec l'incendie sont visibles
Evaluation des risques sanitaires	➤ NON CONCERNE

La matrice SUIE est sujette aux conditions météorologiques. Des phénomènes de lessivage, envol et dégradation peuvent se manifester, modifier les niveaux de concentrations des polluants, voire dégrader la signature chimique.

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES

Matrice SUIES

Recommandations pour le prélèvement

- Protocole harmonisé avec des lingettes imprégnées et ensachées (idéalement un gabarit cartonné de 100 cm², surface lisse horizontale ou verticale...) [voir Annexe 4]
- Blanc de surface : essuyer des surfaces de nature identique non impactées par les fumées (sans suie visible)
- Nécessité d'un blanc de lingette : lingette non exposée, sortie du sachet et soumise à l'analyse (valeurs à indiquer au regard des concentrations obtenues sur les zones exposées et non exposées)
- Autant de lingettes et de gabarit que de familles chimiques à analyser
- Géoréférencement des emplacements avec une photographie pour assurer la traçabilité des prélèvements.

Guides et normes (hors analyses)

D'après la méthode ASTM D6966¹⁶ relative aux prélèvements surfaciques par essuyage pour les métaux (voir protocole en annexe 4)

Qui prélève ?

Intervenants RIPA, SDIS¹⁷, exploitants, autre structure d'intervention sur le terrain publique ou privée

Interprétation

Signature chimique : Les prélèvements engagés dans cet objectif visent à déterminer les substances émises par l'incendie. Aussi la présence d'un composé/cogénère dans le panache conduira à quantifier la famille chimique associée (HAP, PCDD/F, PCB-dl, ...) dans les matrices de transfert et d'exposition (sol, eau, végétaux...). Le recoupement des familles chimiques communes au sein des prélèvements conservatoires immédiats (suires, eaux extinction, sols souillés) permet de consolider la signature chimique de l'incendie et de tenir compte des distorsions matricielles. Toute comparaison à des valeurs de référence extraites d'autres contextes ne sera pas pertinente.

Marquage environnemental (hors site) : L'interprétation reste « qualitative » (présence/absence de certaines substances ou familles chimiques, comparaison relative entre plusieurs emplacements) en raison de plusieurs facteurs tels que :

- l'historique des poussières (contamination par d'autres sources anthropiques, industrielles, naturelles),
- l'adsorption et l'adhérence des polluants sur la surface,
- le risque de dégradation/métabolisation si délai élevé entre l'émission et le prélèvement,
- les conditions météorologiques entre la date du sinistre et la date de prélèvement des suiies : risque de lessivage partiel ou total en cas de pluies, risque d'envol en cas de vent.

Le recours aux prélèvements surfaciques à grande échelle sur des distances éloignées de la source et sans stratégie de prélèvement robuste, telle que l'identification d'un traceur spécifique à l'incendie, est à proscrire.

¹⁶ ASTM D6966 : Standard Practice for Collection of Settled Dust Samples Using Wipe Sampling Methods for Subsequent Determination of Metals

¹⁷ Prélèvement à l'initiative des SDIS en fonction des moyens techniques et des conditions d'interventions

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES

Matrice AIR

Source de contamination ?

Incendies	En lien avec les matériaux, les produits et bâtiments pris dans le feu
Autres accidents	Emanation de gaz ou composés volatils suite à déversement, rupture canalisation

Où prélever ?

Pour quels objectifs ?	Emplacements des prélèvements ?
Signature chimique (prélèvement conservatoire immédiat)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prélèvements d'air au plus proche de la source (sur le site si possible) dans le panache de fumées ou fumerolles, ou bien en limite de propriété sous les vents. <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Identification de substances émises lors de l'incendie ⇒ Orientation du programme analytique sur les autres matrices environnementales de transfert ou d'exposition ➤ Zone témoin (non impactée par les émissions)
Marquage environnemental	
	NON CONCERNE
Evaluation des risques sanitaires	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zone impactée par les émissions (sous les vents et conforme aux prévisions des modélisateurs) au niveau des habitations et des lieux sensibles (écoles, hôpitaux, habitations...) ➤ Zone témoin (non impactée par les émissions)

Quelles substances analyser ?

Toutes substances chimiques susceptibles d'être relarguées par les matériaux incendiés :

- Fraction gazeuse : composés organiques volatils (dont BTEX), soufrés, acides minéraux, gaz, ...
- Fraction particulaire : composés persistants tels que métaux, HAP, PCDD/F, ...

Des analyses de type screening organiques et inorganiques peuvent être envisagées (voir Annexe 5).

Se référer au rapport « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », juillet 2022, Ineris-203887 - 2079442 - v3, juillet 2022.

Programme analytique identique entre les zones potentiellement impactées et les zones témoins, en lien avec les familles de substances ou substances identifiées au plus proche de la source (signature chimique).

Quand prélever ?

Pour quels objectifs ?	Etapas des prélèvements ?
Signature chimique	➤ Au plus tôt pendant l'émission de gaz et de fumées
Marquage environnemental	➤ NON CONCERNE
Evaluation des risques sanitaires	➤ Tant que les émissions atmosphériques sont actives

Recommandations pour le prélèvement

- Documentation des emplacements de prélèvements à l'aide d'instruments à lecture directe tels que des détecteurs, des analyseurs ou bien des tubes colorimétriques avec géoréférencement des emplacements pour ainsi délimiter des zones les plus impactées hors site et orientation de la stratégie de prélèvement (fraction gazeuse/particulaire).

Les prélèvements d'air au sein des panaches avec échantillonnage à la fois des gaz et des particules pourront être réalisés en phase de feu intense mais également en phase de feu couvant (fumerolles). Dans le cas d'un incendie, la caractérisation

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice AIR

de la fraction particulaire apparaît prioritaire car celle-ci constitue un support physique pour les composés persistants, à l'origine d'effets différés dans le temps.

Les prélèvements de substances spécifiques présentes dans la fraction gazeuse ou particulaire pourront être effectués de manière intégrative sur des supports de prélèvement (tubes, filtres, ...), mais ceci implique de connaître au préalable la nature des émissions. En effet, ces supports de prélèvements sont souvent spécifiques aux substances recherchées. Des prélèvements actifs non spécifiques pourront être réalisés à l'aide d'instruments à lecture directe, de sacs d'échantillonnage de type sacs Tedlar®, de canisters ou bien de supports de prélèvement adaptés aux substances recherchées.

Pour les feux couvants qui durent sur plusieurs jours, pour caractériser les dépôts, il pourra également être envisagé de positionner des **jauges** de collecte des retombées à des distances croissantes sous les vents, y compris sur des zones témoin (en amont éolien). Ces dispositifs sont à installer sur le terrain le plus tôt possible, jusqu'à l'extinction complète du foyer (fumerolles comprises).

Le géoréférencement des emplacements avec une photographie est nécessaire pour assurer la traçabilité des prélèvements, et l'installation d'une **station météorologique est indispensable** pour s'assurer de la réalisation des prélèvements d'air dans des zones impactées ou non par le sinistre.

Guides et normes (hors analyses)

Les guides et normes à respecter sont ceux issus des contextes usuels touchant les ICPE ou le domaine des SSP (liste non exhaustive), dont :

Guide Surveillance dans l'air autour des installations classées, retombées des émissions atmosphériques, deuxième édition, Ineris-201065-2172207-v1, décembre 2021, et son document complémentaire (novembre 2016, actualisation en cours).

Air ambiant (phase gazeuse et particulaire) :

- NF EN 12341 Air ambiant – Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la concentration massique PM10 ou PM2,5 de la matière particulaire en suspension.
- NF EN 14902 Qualité de l'air ambiant – Méthode normalisée de mesure du plomb, du cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction PM10 de matière particulaire en suspension.
- NF EN 15549 Qualité de l'air – Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration de benzo[a]pyrène dans l'air ambiant.

Dépôts atmosphériques :

- NF X 43-014 Qualité de l'air — Air ambiant — Détermination des retombées atmosphériques totales — Échantillonnage — Préparation des échantillons avant analyses.
- NF EN 15841 Qualité de l'air ambiant – Méthode normalisée pour la détermination des dépôts d'arsenic, de cadmium, de nickel et de plomb.
- NF EN 15980 Qualité de l'air – Détermination du benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, benzo(j)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, dibenz(a,h)anthracène et indeno(1,2,3-cd)pyrène dans les dépôts atmosphériques

Qui prélève ?

Intervenants RIPA, SDIS¹⁸ (prélèvement dans le panache), exploitants, autre structure d'intervention sur le terrain publique ou privée

Interprétation

Signature chimique : Les mesures ou prélèvements engagés dans cet objectif visent à déterminer les substances émises par l'incendie. Aussi la présence d'un composé/congénère dans le panache conduira à quantifier la famille chimique associée (HAP, PCDD/F, PCB-dl, ...) dans les matrices de transfert et d'exposition (sol, eau, végétaux...). Le recoupement des familles chimiques communes au sein des prélèvements conservatoires immédiats (sues, eaux extinction, sols souillés) permet de consolider la signature chimique de l'incendie et de tenir compte des distorsions matricielles. Toute comparaison à des valeurs de référence extraites d'autres contextes ne sera pas pertinente.

Evaluation des risques sanitaires : Au-delà d'une première comparaison avec quelques valeurs réglementaires disponibles pour l'air ambiant (fixées pour des périodes d'exposition variables), l'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées versus les zones témoins afin de mettre en évidence une éventuelle dégradation de la qualité de l'air. Une évaluation quantitative des risques sanitaires est déroulée selon les modalités définies dans le cadre de la démarche IEM. Concernant l'inhalation, le choix des valeurs toxicologiques de référence dépend des durées d'exposition constatées (VTR aiguë, VTR subchronique, ...).

¹⁸ Prélèvement à l'initiative des SDIS en fonction des moyens techniques et des conditions d'interventions

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice SOL

Source de contamination du milieu SOL ?

Incendies	En lien avec les matériaux, les produits et bâtiments pris dans le feu, via les dépôts secs et humides et via les infiltrations des eaux d'extinction dans les sols
Autres accidents	Rejet de substances chimiques suite à déversement, rupture canalisation

Où prélever ?

Pour quels objectifs ?	Emplacements des prélèvements ?
Signature chimique (prélèvement conservatoire immédiat)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sols superficiels souillés au plus proche de la source (sur le site si possible) au niveau du foyer, ou bien sur une zone imprégnée par les eaux d'extinction. <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Identification de substances émises lors de l'incendie, ⇒ Orientation du programme analytique sur les autres matrices environnementales de transfert ou d'exposition
Marquage environnemental (Figure 9 du guide, chapitre 3.3.1)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zones potentiellement impactées selon les conditions de dispersion du panache. En cas de vent faible, selon des cercles concentriques. En présence de vents dominants, selon un transect en s'éloignant du sinistre et sous les vents ➤ Zones témoins. En cas de vent faible, cercle le plus éloigné du site. En présence de vents dominants, en amont éolien.
Evaluation des risques sanitaires	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zones potentiellement impactées par les émissions (sous les vents) au niveau des usages constatés : zone agricole, zone de loisirs, zone résidentielle, jardins potagers,... ➤ Zones témoins (non impactée par les émissions atmosphériques ou aqueuses)

Quelles substances analyser ?

En cas de dépôts atmosphériques pour évaluer les risques sanitaires : Composés persistants tels que métaux, HAP, PCDD/F ... à adapter en fonction des matériaux incendiés.

En cas d'infiltration des eaux d'extinction, en vue d'établir la signature chimique à partir de la caractérisation des sols souillés : toutes substances chimiques susceptibles d'être relarguées par les matériaux incendiés (COHV inclus). Des analyses de type screening organiques et inorganiques peuvent être envisagés.

Se référer au rapport « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », juillet 2022, Ineris-203887 - 2079442 - v3, juillet 2022.

Programme analytique identique entre les zones potentiellement impactées et les zones témoins.

Quand prélever ?

Pour quels objectifs ?	Etapes des prélèvements ?
Signature chimique	➤ Au plus tôt pendant les phases d'urgence ou de suivi immédiat
Marquage environnemental	➤ Au plus tôt dès lors qu'un marquage environnemental est attendu
Evaluation des risques sanitaires	➤ A l'arrêt des émissions atmosphériques si ce dernier est circonscrit en quelques jours.

La matrice SOL est sujette aux conditions météorologiques même si elle y est moins sensible que d'autres matrices (végétaux, suies). Des phénomènes de lessivage, ruissellement et dégradation peuvent se manifester et modifier les niveaux de concentrations des polluants.

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice SOL

Recommandations pour le prélèvement

- Quantité : 500 g à 1 kg (flacons en verre idéalement), complété, pour la signature chimique, par un flacon de 20 mL rempli à moitié destiné à l'analyse des COV (en espace de tête).
- Horizon 0-5 cm sur tous les sols superficiels. Pour les jardins potagers, deux horizons peuvent être prélevés : 0-5 cm et 0-30 cm.
- Privilégier les sols nus (peu ou absence de végétation) et non remanié : parcs publics, aires de jeux...
- Possibilité de réaliser un échantillon composite de sol à partir d'échantillons unitaires prélevés sur une superficie représentative.
- Faire des prélèvements à l'intérieur du périmètre du site, et poursuivre hors site selon des transects à différentes distances en vue de mettre en évidence un éventuel gradient des concentrations des polluants entre le site et le hors site.
- Nature des sols à prélever dans les zones témoin (en amont éolien) : privilégier des sols de nature géologique identique, d'usage similaire (non exogène), et prélever à la même profondeur.
- Matrice SOL à prélever systématiquement si des prélèvements de végétaux comestibles par l'homme (jardin potager) ou des denrées destinées aux animaux d'élevage (pâture, champ de grande culture) sont effectués.
- Géoréférencement des emplacements avec une photographie pour assurer la traçabilité des prélèvements.

Guides et normes (hors analyses)

Série de normes ISO 18400 - Qualité du sol – Échantillonnage :

NF X31-620, Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués - Partie 1 : Exigences générales. Annexe C (normative) Normes analytiques de référence et performances minimales exigées pour la gestion des sites et sols pollués - C.1 Normes analytiques relatives au milieu sol.

NF X31-620, Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués - Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle. Prestation A200 - Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols.

NF ISO 15800, Qualité du sol - Caractérisation des sols en lien avec l'évaluation de l'exposition des personnes, mars 2020.

Norme ISO 22155 : « Qualité du sol – Dosage des hydrocarbures aromatiques et halogénés volatils et de certains éthers par chromatographie en phase gazeuse - Méthode par espace de tête statique »

Qui prélève ?

Intervenants RIPA, exploitants, autre structure d'intervention sur le terrain publique ou privée

Interprétation

Signature chimique (sols souillés) : L'interprétation reste « qualitative » (présence/absence de certaines substances ou familles chimiques, comparaison relative entre plusieurs emplacements). Les analyses chimiques engagées dans cet objectif visent à déterminer les substances émises par l'incendie à partir de la caractérisation des sols souillés. Aussi la présence d'un composé/congénère dans les sols conduira à quantifier la famille chimique associée (HAP, PCDD/F, PCB-dl) dans les matrices de transfert et d'exposition (sol, eau, végétaux...). Le recoupement des familles chimiques communes au sein des prélèvements conservatoires (suies, eaux extinction, sols souillés) permet de consolider la signature chimique de l'incendie et de tenir compte des distorsions matricielles.

Marquage environnemental : L'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées aux zones témoin (comparaison relative des zones entre elles) et l'identification éventuelle d'un gradient de concentrations des polluants avec des concentrations maximales attendues au plus près du foyer. Il est inapproprié de recourir aux équivalents toxiques pour les substances en disposant (PCDD/F, PCB-dl...) pour effectuer cette comparaison dès lors que la répartition des congénères n'est pas identique d'une station de prélèvement à l'autre.

Evaluation des expositions : L'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées versus les zones témoins afin de mettre en évidence une éventuelle dégradation de la qualité du sol. Une évaluation quantitative des risques sanitaires est déroulée selon les modalités définies dans le cadre de la démarche IEM.

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice EAU EXTINCTION

Source de contamination du milieu EAU EXTINCTION ?

Incendies	En lien avec les matériaux, les produits et bâtiments pris dans le feu et arrosés (emploi d'additifs dans les eaux d'extinction).
Autres accidents	NON CONCERNE

Où prélever ?

Pour quels objectifs ?	Emplacements des prélèvements ?
Signature chimique (prélèvement conservatoire immédiat)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eaux d'extinction au plus proche de la source (sur le site si possible) au niveau du foyer, au niveau de la rétention ou du point bas. ⇒ Identification de substances émises lors de l'incendie, ⇒ Orientation du programme analytique sur les autres matrices environnementales de transfert ou d'exposition
Marquage environnemental	
	➤ NON CONCERNE
Evaluation des risques sanitaires	
	➤ NON CONCERNE

Quelles substances analyser ?

Eaux d'extinction en vue d'établir la signature chimique : toutes substances chimiques susceptibles d'être relarguées par les matériaux incendiés (COV inclus), y compris les produits type émulseurs utilisés dans la lutte contre l'incendie. Des analyses de type screening organiques et inorganiques peuvent être envisagées (voir Annexe 5).

Se référer au rapport « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », juillet 2022, Ineris-203887 - 2079442 - v3, juillet 2022.

Mesures in-situ (paramètres physico-chimiques tels que pH, température, potentiel rédox, turbidité, conductivité, oxygène).

Quand prélever ?

Pour quels objectifs ?	Etapas des prélèvements ?
Signature chimique	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Au plus tôt pendant les phases d'urgence ou de suivi immédiat. Avant évacuation des eaux d'extinction ou infiltration complète dans le sol en l'absence de rétention. Si prélèvement tardif, l'associer au prélèvement de boues décantées au fond de la rétention des eaux d'extinction.
Marquage environnemental	➤ NON CONCERNE
Evaluation des risques sanitaires	➤ NON CONCERNE

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice EAU EXTINCTION

Recommandations pour le prélèvement

- Prélèvement à réaliser au plus près des zones incendiées, dans la rétention ou tout point bas, à mi-profondeur (idéalement à plus de 30 cm de la surface et à 50 cm au-dessus du fond). En cas de stratification des eaux d'extinction dans la rétention, il est recommandé de constituer un échantillon composite représentatif de la colonne d'eau.
- Utilisation d'une canne de prélèvement pour les zones difficiles d'accès ou de grande superficie. Dans ce dernier cas, procéder au prélèvement de plusieurs échantillons élémentaires pour constituer un échantillon représentatif composite.
- Quantité à prélever : plusieurs litres dans des flacons en verre et en plastique. Propositions de contenants :
 - 3 x 1L flacon en verre (analyse des composés organiques, environ 5 familles chimiques)
 - 2 x 1L flacon en plastique type PEHD ou PE (analyse des composés inorganiques et autres paramètres)
 - 1L flacon verre ambré (analyse des composés organiques sensibles à la lumière tels que les HAP)
 - 20 mL flacon en verre de petit volume à remplir à moitié pour déterminer les COV en espace de tête.
- Une stabilisation des métaux par acidification est possible sur le terrain, elle n'est pas indispensable ici afin de permettre un prélèvement rapide et en sécurité sans manipulation d'acides mais à prévoir idéalement avant envoi au laboratoire (vigilance au degré de pureté des acides utilisés. Il est préférable de procéder à l'échantillonnage muni du flacon fourni par le laboratoire et contenant au préalable l'agent de conservation.
- Procéder à une analyse totale des eaux d'extinction SANS FILTRATION (phase dissoute et phase particulaire).
- Mesures des paramètres physico-chimiques (pH, potentiel rédox, conductivité, température, coloration, turbidité, oxygène).
- Prélèvement pouvant être associé à un prélèvement de boues au fond de la rétention des eaux ou du fossé dans le cas d'une décantation importante de particules.
- Prévoir un prélèvement d'eaux d'extinction par rétention dès lors que le prélèvement est représentatif des substances émises dans le panache, des matériaux incendiés et arrosés sur la période du sinistre.
- Géoréférencement des emplacements avec une photographie pour assurer la traçabilité des prélèvements.

Guides et normes (hors analyses)

NF ISO 26367-3, Lignes directrices pour déterminer l'impact environnemental des effluents du feu – Partie 3 : échantillonnage et analyse, juillet 2022

FD T 90-523-1 Qualité de l'eau – Guide d'échantillonnage pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement – Partie 1 : Echantillonnage d'eau de rivières et canaux (2019)

FD T 90-523-2 Qualité de l'eau – Guide d'échantillonnage pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement – Partie 2 : Echantillonnage d'eaux résiduaires (2019)

FD T90-524 - Contrôle qualité - Contrôle qualité pour l'échantillonnage et la conservation des eaux

NF EN ISO 5667-3 - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau

Qui prélève ?

Intervenants RIPA, SDIS¹⁹, exploitants, autre structure d'intervention sur le terrain publique ou privée.

Interprétation

Signature chimique : L'interprétation reste « qualitative » (présence/absence de certaines substances ou familles chimiques). Les analyses chimiques engagées dans cet objectif visent à déterminer les substances émises par l'incendie à partir de la caractérisation des eaux d'extinction. Aussi la présence d'un composé/congénère dans les eaux d'extinction conduira à quantifier la famille chimique associée (HAP, PCDD/F, PCB-dl,...) dans les matrices de transfert et d'exposition (sols, eaux, végétaux...). Le recoupement des familles chimiques communes au sein des prélèvements conservatoires (suies, eaux extinction, sols souillés) permet de consolider la signature chimique de l'incendie et de tenir compte des distorsions matricielles (substances hydrophiles versus substances hydrophobes par exemple).

Les analyses entreprises en contexte post-accidentel ne visent pas à déterminer la filière de prise en charge et d'élimination des eaux d'extinction, même si la caractérisation chimique réalisée y contribue.

¹⁹ Prélèvement à l'initiative des SDIS en fonction des moyens techniques et des conditions d'interventions

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice EAU SOUTERRAINE

Source de contamination du milieu EAU ?

Incendies	En lien avec les matériaux, les produits et bâtiments pris dans le feu, via les dépôts secs et humides et via les infiltrations des eaux d'extinction dans le sous-sol
Autres accidents	Rejet de substances chimiques suite à déversement, rupture canalisation

Où prélever ?

Pour quels objectifs ?	Emplacements des prélèvements ?
Valeur de comparaison (prélèvement conservatoire immédiat)	
	➤ Au droit des usages sensibles (captage d'eau potable, puits privés, etc.). En l'absence de concentrations issues de l'état initial voire de l'autosurveillance, pour les substances recherchées
Marquage environnemental (Figure 9 du guide, chapitre 3.3.1)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zones potentiellement impactées, selon les conditions de dispersion du panache et du sens d'écoulement des eaux. ➤ Zones témoins, en amont hydraulique et éolien du sinistre.
Evaluation des risques sanitaires	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zones potentiellement impactées par les émissions (sous les vents et/ou en aval hydraulique du site) au niveau des usages constatés : eau de boisson (captage d'eau potable, puits privés), arrosage jardins potagers, baignade, pêche, irrigation/abreuvement (activités agricoles). ➤ Zones témoins (non impactée par les émissions)

Quelles substances analyser ?

Les substances chimiques susceptibles d'être relarguées par les matériaux incendiés (COV inclus), y compris les métabolites et également les produits type émulseurs utilisés dans la lutte contre l'incendie.

Se référer au rapport « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », juillet 2022, Ineris-203887 - 2079442 - v3, juillet 2022.

Programme analytique identique entre les zones potentiellement impactées et les zones témoins, tenant compte de la signature chimique éventuellement identifiée

Mesures in-situ (paramètres physico-chimiques tels que pH, température, potentiel rédox, turbidité, conductivité, oxygène).

Quand prélever ?

Pour quels objectifs ?	Etapes des prélèvements ?
Valeur de comparaison	➤ Au plus tôt, avant transfert des polluants dans les eaux souterraines
Marquage environnemental	➤ Dès que la nappe est impactée suite au transfert des polluants
Evaluation des risques sanitaires	➤ Prévoir un plan de surveillance de la qualité des eaux souterraines tenant compte du transfert des polluants vers la nappe et des usages constatés

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice EAU SOUTERRAINE

Recommandations pour le prélèvement

- Au droit des ouvrages existants ou à créer : nombre minimum de 3 à 5 piézomètres selon les enjeux identifiés dont systématiquement 1 ouvrage en amont hydraulique, quelle que soit la saison/campagne.
- Protocole de prélèvement tenant compte du contexte de l'incendie : privilégier la partie supérieure de la nappe (sinistre récent), employer des dispositifs adaptés tels que préleveur à usage unique permettant d'échantillonner le premier mètre d'eau ou encore une pompe immergée.
- Mesures de la piézométrie (profondeur de la nappe) et de paramètres physico-chimiques (dont éventuellement la turbidité).
- La filtration de l'échantillon, en particulier pour la recherche de métaux et métalloïdes, est réalisée sur site.
- Quantité à prélever : plusieurs litres dans des flacons en verre et en plastique, en concertation avec le laboratoire d'analyse sur la base du programme analytique retenu. Par exemple :
 - 3 x 1L flacon en verre (analyse des composés organiques, environ 5 familles chimiques dont PCDD/F)
 - 2 x 1L flacon en plastique type PEHD ou PE (analyse des composés inorganiques et autres paramètres)
 - 1L flacon verre ambré (analyse des composés organiques sensibles à la lumière tels que les HAP)
 - 20 mL flacon en verre à remplir à moitié pour déterminer les COV en espace de tête.
- Géoréférencement des emplacements avec une photographie pour assurer la traçabilité des prélèvements.

Guides et normes (hors analyses)

Les guides et normes à respecter sont ceux issus des contextes usuels touchant les ICPE ou le domaine des SSP :

NF X31-614, Qualité du sol - Méthodes de détection et de caractérisation des pollutions - Réalisation d'un forage de contrôle ou de suivi de la qualité de l'eau souterraine au droit et autour d'un site potentiellement pollué.

NF X31-615, Qualité des sols - Méthodes de détection, de caractérisation et de surveillance des pollutions en nappe dans le cadre des sites pollués ou potentiellement pollués - Prélèvement et échantillonnage des eaux souterraines dans des forages de surveillance pour la détermination de la qualité des eaux souterraines.

NF X31-620-2, Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués - Partie 2 : exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle. Prestation A210 prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraine.

Surveillance de la qualité des eaux souterraines appliquée aux ICPE et sites pollués, Guide Ministère en charge de l'environnement, juin 2019.

Réalisation de piézomètres dans le domaine des ICPE et/ou des sites pollués : état des lieux et recommandations », Rapport INERIS mai 2016 & vidéo « Piézomètre : les bonnes pratiques à mettre en œuvre dans le domaine des ICPE, sites pollués. », fév.2018.

FD T90-524 - Contrôle qualité - Contrôle qualité pour l'échantillonnage et la conservation des eaux

NF EN ISO 5667-3 - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau

Qui prélève ?

Prélèvement hors Eau Destinée à la Consommation Humaine (EDCH) : intervenants RIPA, exploitants, OFB (Office Français de la Biodiversité) et autre structure d'intervention sur le terrain publique ou privée.

Prélèvement EDCH: ARS.

Interprétation

Marquage environnemental : L'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées aux zones témoin situées en amont hydraulique de l'incendie (comparaison relative des zones entre elles). Plusieurs campagnes d'investigation peuvent être nécessaires pour mettre en évidence un éventuel impact du fait de l'influence de la saisonnalité (basses et hautes eaux) et du délai de transfert des polluants vers la nappe souterraine. Toute interprétation devra également intégrer les résultats obtenus au cours des campagnes antérieures réalisées sur le réseau de piézomètres sur site (si existant) et/ou en champ proche. De même que pour les autres matrices, il est inapproprié de recourir aux équivalents toxiques pour les substances en disposant (PCDD/F, PCB-dl...) pour effectuer cette comparaison dès lors que la répartition des congénères n'est pas identique d'une station de prélèvement à l'autre.

Evaluation des expositions : Au-delà d'une première comparaison avec quelques valeurs réglementaires disponibles, l'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées versus les zones témoins afin de mettre en évidence une éventuelle dégradation de la qualité. Une évaluation quantitative des risques sanitaires est déroulée selon les modalités définies dans le cadre de la démarche IEM.

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice EAU SUPERFICIELLE

Source de contamination du milieu EAU ?

Incendies	En lien avec les matériaux, les produits et bâtiments pris dans le feu, via les dépôts secs et humides et via le ruissellement des eaux d'extinction dans le milieu naturel
Autres accidents	Rejet de substances chimiques suite à déversement, rupture canalisation

Où prélever ?

Pour quels objectifs ?	Emplacements des prélèvements ?
Signature chimique (prélèvement conservatoire immédiat)	➤ NON CONCERNE
Marquage environnemental (Figure 9 du guide, chapitre 3.3.1)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zones potentiellement impactées, selon les conditions de dispersion du panache et du sens d'écoulement des eaux. ➤ Zones témoins, en amont hydraulique et éolien du sinistre.
Evaluation des risques sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zones potentiellement impactées par les émissions (sous les vents et/ou en aval hydraulique du site) au niveau des usages constatés : captage d'eau potable, eau de boisson, puits privés, arrosage jardins potagers, baignade, pêche, irrigation/abreuvement (activités agricoles). ➤ Zones témoins (non impactée par les émissions)

Quelles substances analyser ?

Les substances chimiques susceptibles d'être relarguées par les matériaux incendiés (COV inclus), y compris les métabolites et également les produits type émulseurs utilisés dans la lutte contre l'incendie. Se référer au rapport « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », juillet 2022, Ineris-203887 - 2079442 - v3, juillet 2022.

Programme analytique identique entre les zones potentiellement impactées et les zones témoins, tenant compte de la signature chimique éventuellement identifiée.

Mesures in-situ (paramètres physico-chimiques tels que pH, température, potentiel rédox, turbidité, conductivité, oxygène).

Quand prélever ?

Pour quels objectifs ?	Etapes des prélèvements ?
Signature chimique	➤ NON CONCERNE
Marquage environnemental	➤ Au plus tôt, dès que le transfert des polluants est soupçonné
Evaluation des risques sanitaires	➤ Au plus tôt, prévoir un plan de surveillance de la qualité des eaux superficielles tenant compte du transfert des polluants vers les cours/plans d'eau

Recommandations pour le prélèvement

- Amont et aval du déversement accidentel :
- Sur les cours d'eau : Prélèvement à réaliser à mi-profondeur face au courant (idéalement à plus de 30 cm de la surface et à 50 cm au-dessus du fond). Si cours d'eau large et présence de plusieurs veines d'eau, réaliser un échantillonnage composite ou 3 prélèvements répartis sur le transect.
- Sur les lacs et plans d'eau : prélèvements ponctuels à différentes profondeurs selon la profondeur du lac.
- Au droit du déversement : prélèvement à réaliser dans la zone polluée (prélèvement de surface si pollution visible, à mi-hauteur si non visible).

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice EAU SUPERFICIELLE

- Quantité à prélever : plusieurs litres dans des flacons en verre et en plastique, en concertation avec le laboratoire d'analyse sur la base du programme analytique retenu, par exemple :
- 3 x 1L flacon en verre (analyse des composés organiques, environ 5 familles chimiques dont PCDD/F)
- 2 x 1L flacon en plastique type PEHD ou PE (analyse des composés inorganiques et autres paramètres)
- 1L flacon verre ambré (analyse des composés organiques sensibles à la lumière tels que les HAP)
- 20 mL flacon en verre à remplir à moitié pour déterminer les COV en espace de tête.
- Mesures de paramètres physico-chimiques (température, pH, oxygène, conductivité, turbidité, ...).
- Prélèvement à associer à un prélèvement de sédiment en cas de recherche de composés persistants (inorganiques et organiques), ayant la capacité à s'adsorber sur les phases solides.
- Géoréférencement des emplacements avec une photographie pour assurer la traçabilité des prélèvements.

Guides et normes (hors analyses)

Les guides et normes à respecter sont ceux issus des contextes usuels touchant les ICPE ou le domaine des SSP :

FD T90-523-1 - Qualité de l'eau - Guide d'échantillonnage pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement - Partie 1 : Échantillonnage d'eau en rivières et canaux

FD T 90-523-4 - Qualité de l'eau - Guide d'échantillonnage pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement - Partie 4 : échantillonnage d'eau de lac

FD T90-524 - Contrôle qualité - Contrôle qualité pour l'échantillonnage et la conservation des eaux

NF EN ISO 5667-3 - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau

ISO 5667-4 - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 4 : lignes directrices pour l'échantillonnage des eaux des lacs naturels et des lacs artificiels

NF EN ISO 5667-6 - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 6 : lignes directrices pour l'échantillonnage des rivières et des cours d'eau

NF EN ISO 5667-14 - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 14 : lignes directrices sur l'assurance qualité et le contrôle qualité pour l'échantillonnage et la manutention des eaux environnementales

NF X31-620-2 - Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués - Partie 2 : exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle. Prestation A220 : prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments.

Guide pratique pour la caractérisation des eaux superficielles et des sédiments dans le domaine des sites et sols pollués, BRGM/Ineris (réf. Ineris-207010-2737920), 2022.

Qui prélève ?

Prélèvement hors Eau Destinée à la Consommation Humaine (EDCH) : intervenants RIPAs, exploitants, OFB et autre structure d'intervention sur le terrain publique ou privée.

Prélèvement EDCH, eau de baignade : ARS.

Interprétation

Marquage environnemental : L'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées aux zones témoin généralement situées en amont hydraulique de l'incident (comparaison relative des zones entre elles). Plusieurs campagnes d'investigation peuvent être nécessaires pour mettre en évidence un éventuel impact du fait de l'influence de la saisonnalité (basses et hautes eaux). Toute interprétation devra également intégrer les résultats obtenus au cours des campagnes antérieures ou auprès de stations de mesures fixes (Agence de bassin).

De même que pour les autres matrices, il est inapproprié de recourir aux équivalents toxiques pour les substances en disposant (PCDD/F, PCB-dl...) pour effectuer cette comparaison dès lors que la répartition des congénères n'est pas identique d'une station de prélèvement à l'autre.

Evaluation des expositions : Au-delà d'une première comparaison avec les valeurs réglementaires disponibles pour quelques substances, l'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées versus les zones témoins afin de mettre en évidence une éventuelle dégradation de la qualité de l'eau. Une évaluation quantitative des risques sanitaires est déroulée selon les modalités définies dans le cadre de la démarche IEM.

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice SEDIMENT

Source de contamination ?

Incendies	En lien avec les matériaux, les produits et bâtiments pris dans le feu, entraînés dans les cours d'eau et plans d'eau par ruissellement ou par dépôts
Autres accidents	Rejet de substances chimiques suite à déversement, rupture canalisation dans cours ou plans d'eau

Où prélever ?

Pour quels objectifs ?	Emplacements des prélèvements ?
Signature chimique (prélèvement conservatoire immédiat)	➤ NON CONCERNE
Marquage environnemental (Figure 9 du guide, chapitre 3.3.1)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zones potentiellement impactées, selon les conditions de dispersion du panache et du sens d'écoulement des eaux, en lien avec la caractérisation du cours d'eau ou plan d'eau. ➤ Zones témoins, en amont hydraulique et éolien du sinistre.
Evaluation des risques sanitaires	➤ NON CONCERNE

Quelles substances analyser ?

Les substances chimiques susceptibles d'être relarguées par les matériaux incendiés affichant la capacité de s'adsorber sur la phase solide des sédiments et également les produits type émulseurs utilisés dans la lutte contre l'incendie. Les composés volatils sont rarement recherchés au profit des substances organiques persistantes ayant une forte affinité pour les sédiments.

Se référer au rapport « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », juillet 2022, Ineris-203887 - 2079442 - v3, juillet 2022.

Programme analytique identique entre les zones potentiellement impactées et les zones témoins.

Quand prélever ?

Pour quels objectifs ?	Etapas des prélèvements ?
Signature chimique	➤ NON CONCERNE
Marquage environnemental	➤ Dès que le cours/plan d'eau est impacté suite au transfert des polluants
Evaluation des risques sanitaires	➤ NON CONCERNE

La matrice SEDIMENTS est sensible aux conditions météorologiques avec des phénomènes de dilution/transfert en cas de précipitation.

Recommandations pour le prélèvement

- Quantité : 1kg flacon verre de préférence ou plastique
- Réalisation d'un prélèvement composite sur zone impactée (3 prélèvements unitaires composé d'un prélèvement central et de 2 prélèvements au niveau des berges).
- Zone témoin en amont hydraulique (composite de 3 prélèvements unitaires).
- Lavage des outils de prélèvement entre chaque zone de prélèvement
- Prélèvement de sédiment en surface : 0-3 premiers cm

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES Matrice SEDIMENT

- Point de prélèvement à réaliser au niveau du prélèvement amont des eaux superficielles et de l'eau d'extinction en cas d'infiltration en vue de relier l'impact au sinistre.
- Plusieurs campagnes peuvent être envisagées si la contamination des sédiments n'est pas immédiate et est fonction du régime hydrogéologique du cours d'eau et de la sensibilité du milieu naturel (délai de transfert des polluants vers les cours d'eau, plan d'eau).
- Géoréférencement des emplacements avec une photographie pour assurer la traçabilité des prélèvements.

Guides et normes (hors analyses)

Les guides et normes à respecter sont ceux issus des contextes usuels touchant les ICPE ou le domaine des SSP :

NF X31-620-2 - Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués - Partie 2 : exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle. Prestation A220 : prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments.

NF EN ISO 5667-15 - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 15 : lignes directrices pour la conservation et le traitement des échantillons de boues et de sédiments.

ISO 5667-12 - Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 12 : Recommandations concernant l'échantillonnage des sédiments dans les rivières, les lacs et les estuaires.

Guide Diagnostics des sites et sols pollués, Ministère en charge de l'environnement, en cours.

Guide pratique pour la caractérisation des eaux superficielles et des sédiments dans le domaine des sites et sols pollués, BRGM/ Ineris (réf. Ineris-207010-2737920), 2022.

AQUAREF- Opérations d'échantillonnage de sédiment en milieu continental (cours d'eau et plan d'eau) dans le cadre des programmes de surveillance DCE- Recommandations techniques – Edition 2017.

Qui prélève ?

Intervenants RIPA, exploitants, OFB et autre structure d'intervention sur le terrain publique ou privée.

Interprétation

Marquage environnemental : L'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées aux zones témoin généralement situées en amont hydraulique de l'incendie (comparaison relative des zones entre elles). Plusieurs campagnes d'investigation peuvent être nécessaires pour mettre en évidence un éventuel impact du fait de l'influence de la saisonnalité (basses et hautes eaux). Toute interprétation devra également intégrer les résultats obtenus au cours des campagnes antérieures ou auprès de stations de mesures fixes (Agence de bassin).

De même que pour les autres matrices, il est inapproprié de recourir aux équivalents toxiques pour les substances en disposant (PCDD/F, PCB-dl...) pour effectuer cette comparaison dès lors que la répartition des congénères n'est pas identique d'une station de prélèvement à l'autre.

...

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES

Matrice DENREES ALIMENTAIRES VEGETALES ET ANIMALES CONSOMMEES PAR L'HOMME

Source de contamination ?

Incendies	En lien avec les matériaux, les produits et bâtiments pris dans le feu via 1/ les dépôts atmosphériques secs et humides se déposant sur les denrées alimentaires végétales et animales ; 2/ pour les productions végétales cultivées ou sauvages via le transfert racinaire à partir d'un sol ou d'une eau d'arrosage contaminés.
Autres accidents	Rejet de substances chimiques suite à déversement, rupture canalisation par contact direct ou par transfert racinaire sol-plante

Où prélever ?

Pour quels objectifs ?	Emplacements des prélèvements ?
Signature chimique*	➤ NON CONCERNE
Valeur de comparaison*	➤ Denrées végétales : légumes-racines et tubercules au niveau de la zone impactée ➤ Denrées animales : œufs, lait au niveau de la zone impactée
Marquage environnemental (Figure 9 du guide, chapitre 3.3.1) → pâtures/fourrage	
	➤ Zone impactée par les émissions (sous les vents, en aval hydraulique de la zone d'infiltration ou de ruissellement des eaux d'extinction) ➤ Zones témoins (non impactées par les émissions)
Evaluation des risques sanitaires → végétaux potagers, vergers, cueillette	
	➤ Zone impactée par les émissions (sous les vents) au niveau des zones de production agricole ou auto-production/cueillette ➤ Zones témoins non impactées par les émissions.

* prélèvement conservatoire immédiat

Quelles substances analyser ?

Les substances chimiques susceptibles d'être relarguées par les matériaux incendiés. Se référer au rapport « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », juillet 2022, Ineris-203887 - 2079442 - v3, juillet 2022.

Programme analytique identique entre les zones potentiellement impactées et les zones témoins.

Quand prélever ?

Pour quels objectifs ?	Etapes des prélèvements ?
Signature chimique	➤ NON CONCERNE
Valeur de comparaison	➤ Au plus tôt, pour les légumes-racines et tubercules uniquement
Marquage environnemental	➤ Au plus tôt, à l'arrêt des émissions atmosphériques si l'incendie est rapidement maîtrisé
Evaluation des risques sanitaires	➤ Au plus tôt, à l'arrêt des émissions atmosphériques si l'incendie est rapidement maîtrisé, sur des denrées à maturité

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES

Matrice DENREES ALIMENTAIRES VEGETALES ET ANIMALES CONSOMMEES PAR L'HOMME

Recommandations pour le prélèvement

- Quantité minimale : 500 g de matière fraîche, en concertation avec le laboratoire d'analyses
- Contenant à adapter en fonction des analyses chimiques recherchées (sachet plastique, flacon en verre, barquette aluminium...).
- Les espèces végétales prélevées en zones témoins sont similaires à celles prélevées en zones potentiellement impactées afin de comparer des salades à des salades.
- Chaque catégorie de légumes/fruits est analysée séparément (pas de regroupement de navet et de carotte, par exemple pour la catégorie légume-racine). Les produits préparés type ratatouille, confiture ne sont pas retenus.
- A associer systématiquement à un prélèvement de sol (0-30 cm, et éventuellement 0-5 cm en contexte de marquage environnemental).
- A associer à des prélèvements d'eau d'arrosage si celle-ci contaminée par les retombées ou les eaux d'extinction.
- Géoréférencement des emplacements avec une photographie pour assurer la traçabilité des prélèvements.

Prélèvement pour le marquage environnemental

- le prélèvement concerne les parties aériennes des végétaux exposés aux retombées atmosphériques. Sont à privilégier : 1/ les pâtures/fourrages (graminées destinées à l'alimentation sur place ou hors champs des animaux d'élevage), 2/ les légumes-feuilles qui présentent une surface d'interception avec l'atmosphère, et dans une moindre mesure les légumes-fruits.
- les parties aériennes sont analysées sans être lavées, ni épluchées.

Prélèvement pour l'évaluation des risques sanitaires

- les végétaux à prélever sont ceux consommés par les usagers, au stade maturité autant que possible. Les fruits et légumes sont préparés tels que consommés (lavage, épluchage si besoin).

Guides et normes (hors analyses)

Les guides et normes à respecter sont ceux issus des contextes usuels touchant les ICPE ou le domaine des SSP :

Consignes de préparation et analyses chimiques : Guide pratique pour la préparation et l'analyse des végétaux consommés par l'Homme dans le contexte des sites et sols pollués, Ineris – 201081 – 2373869 – v1, mai 2022.

NF X31-620 - Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués - Partie 2 : exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle. Prestation A250 « prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires y compris l'eau du robinet ».

Guide d'échantillonnage des plantes potagères dans le cadre des diagnostics environnementaux, seconde édition, Ademe-Ineris, 2014.

Guide Diagnostics des sites et sols pollués, Ministère des chargés de l'environnement, en cours.

Qui prélève ?

Jardins privés, familiaux : RIPA, BE, exploitants, autre structure d'intervention sur le terrain publique ou privée.

Exploitations agricoles dont maraichage et autres produits (miel, lait, œuf...) : à collecter sur les exploitations concernées en concertation avec les services de l'état en charge des produits agricoles animales (DDPP) et végétales (DRAAF à l'aide du SRAL).

Faune aquatique : OFB

Interprétation

Valeurs de comparaison : Seuls les légumes-racines et les tubercules sont concernés. L'interprétation des données repose sur la comparaison des concentrations obtenues au début du sinistre (état initial) et celles après (au moment de la récolte par exemple), en vue de mettre en évidence une dégradation de la qualité des végétaux potagers du fait du transfert sol-plante des polluants.

Evaluation des expositions : Au-delà d'une première comparaison avec quelques valeurs réglementaires disponibles pour les denrées alimentaires et fixées dans le cadre d'une commercialisation au sein du marché européen, l'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées versus les zones témoins afin de mettre en évidence une éventuelle dégradation de la qualité des végétaux et des denrées consommées. Une évaluation quantitative des risques sanitaires est déroulée selon les modalités définies dans le cadre de la démarche IEM.

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES

Matrice ALIMENTS DESTINES AUX ANIMAUX D'ELEVAGE

Source de contamination ?

Incendies	En lien avec les matériaux, les produits et bâtiments pris dans le feu via les dépôts atmosphériques secs et humides impactant directement les fourrages et les grandes cultures ; ou impactant indirectement les végétaux cultivés via le sol superficiel contaminé ou le ruissellement d'eaux d'extinction.
Autres accidents	Rejet de substances chimiques suite à déversement, rupture canalisation par contact direct ou par transfert dans chaîne alimentaire

Où prélever ?

Pour quels objectifs ?	Emplacements des prélèvements ?
Signature chimique*	➤ NON CONCERNE
Valeur de comparaison*	➤ Fourrage à l'abri des dépôts atmosphériques, ensilage (protégé par film ou bâche plastique)
Marquage environnemental (Figure 9 du guide, chapitre 3.3.1) → pâtures/fourrage	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zone impactée par les émissions (sous les vents, en aval hydraulique de la zone d'infiltration ou de ruissellement des eaux d'extinction) ➤ Zones témoins (non impactées par les émissions)
Evaluation des risques sanitaires	➤ NON CONCERNE

* prélèvement conservatoire immédiat

Quelles substances analyser ?

Les substances chimiques susceptibles d'être relarguées par les matériaux incendiés. Se référer au rapport « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », juillet 2022, Ineris-203887 - 2079442 - v3, juillet 2022.

Programme analytique identique entre les zones potentiellement impactées et les zones témoins.

Quand prélever ?

Pour quels objectifs ?	Etapas des prélèvements ?
Signature chimique	➤ NON CONCERNE
Valeur de comparaison	➤ Au plus tôt.
Marquage environnemental	➤ Au plus tôt, à l'arrêt des émissions atmosphériques si l'incendie est rapidement maîtrisé
Evaluation des risques sanitaires	➤ NON CONCERNE

GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES

Matrice ALIMENTS DESTINES AUX ANIMAUX D'ELEVAGE

Recommandations pour le prélèvement

- Quantité minimale : 500 g à 1 kg de matière fraîche, en concertation avec le laboratoire d'analyses
- Contenant à adapter en fonction des analyses chimiques recherchées (sachet plastique, flacon en verre, barquette aluminium...).
- Les types de fourrages et de grandes cultures prélevées en zones témoins sont similaires à celles prélevées en zones potentiellement impactées.
- A associer systématiquement à un prélèvement de sol (0-5 cm en contexte de marquage environnemental).
- A associer à des prélèvements d'eau si celle-ci est potentiellement contaminée par les retombées ou les eaux d'extinction.
- Les prélèvements concernent les parties aériennes des végétaux (marquage environnemental) et les organes consommés par les animaux et exposés aux retombées atmosphériques. Sont à privilégier les feuilles supérieures qui présentent une surface d'interception avec l'atmosphère et les retombées (maïs...).
- Les parties aériennes et les organes sont analysés sans être lavés.
- Géoréférencement des emplacements avec une photographie pour assurer la traçabilité des prélèvements.

Guides et normes (hors analyses)

Absence de guides et normes issus des contextes usuels touchant les ICPE ou le domaine des SSP (adaptation possible des Consignes de préparation et analyses chimiques : Guide pratique pour la préparation et l'analyse des végétaux consommés par l'Homme dans le contexte des sites et sols pollués, Ineris – 201081 – 2373869 – v1, mai 2022).

Qui prélève ?

Pâtures hors site dans le cadre du marquage environnemental : intervenants RIPA, exploitants, autre structure d'intervention sur le terrain publique ou privée .

Grandes cultures, fourrage (cultures sur pied) : services de l'état tels que DRAAF, à l'aide du SRAL.

Interprétation

Marquage environnemental : L'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées aux zones témoin (comparaison relative des zones entre elles) et l'identification éventuelle d'un gradient de concentrations des polluants avec des concentrations maximales attendues au plus près du foyer. Il est inapproprié de recourir aux équivalents toxiques pour les substances en disposant (PCDD/F, PCB-dl...) pour effectuer cette comparaison dès lors que la répartition des congénères n'est pas identique d'une station de prélèvement à l'autre.

Evaluation des expositions des animaux d'élevage : Les concentrations dans les fourrages et autres aliments sont généralement exprimées pour une biomasse à 12% d'humidité, permettant une comparaison aux valeurs réglementaires en vigueur disponibles pour certaines substances.

SITUATION POST-ACCIDENTELLE

Matrice LICHENS/BRYOPHYTES

Lichens : organisme symbiotique associant un champignon et une algue ou une cyanobactérie dans la minorité des cas
Bryophytes terrestres (mousses) : embranchement du règne des végétaux, caractérisés par l'absence de système vasculaire

Source de contamination ?

Incendies	En lien avec les matériaux, les produits et bâtiments pris dans le feu via les dépôts atmosphériques secs et humides
Autres accidents	Emanation de gaz ou composés volatils suite à déversement, rupture canalisation, dysfonctionnement d'une unité de traitement des effluents gazeux/liquides

Où prélever ?

Pour quels objectifs ?	Emplacements des prélèvements ?
Signature chimique (prélèvement conservatoire immédiat)	➤ NON CONCERNE
Marquage environnemental (Figure 9 du guide, chapitre 3.3.1)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zone impactée par les émissions (sous les vents) ➤ Zones témoins (non impactées par les émissions)
Evaluation des risques sanitaires	➤ NON CONCERNE

Quelles substances analyser ?

Les substances chimiques susceptibles d'être relarguées par les matériaux incendiés et véhiculés par l'air. Se référer au rapport « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie », juillet 2022, Ineris-203887 - 2079442 - v3, juillet 2022. Les analyses sont en priorité orientées sur les composés persistants tels que les métaux, HAP, PCDD/F. Les gaz et les acides ne sont pas recherchés.

Programme analytique identique entre les zones potentiellement impactées et les zones témoins.

Quand prélever ?

Pour quels objectifs ?	Etapas des prélèvements ?
Signature chimique	➤ NON CONCERNE
Valeur de comparaison	➤ NON CONCERNE
Marquage environnemental	➤ Au plus tôt, à l'arrêt des émissions atmosphériques si l'incendie est rapidement maîtrisé
Evaluation des risques sanitaires	➤ NON CONCERNE

Les matrices biologiques comme les lichens et les bryophytes sont sujettes aux conditions météorologiques et aux autres sources de retombées atmosphériques. Des phénomènes de lessivage (précipitations) et dégradation peuvent se manifester et modifier la signature chimique et/ou les niveaux de concentrations des polluants.

SITUATION POST-ACCIDENTELLE

Matrice LICHENS/BRYOPHYTES

Recommandations pour le prélèvement

- Quantité minimale et contenant à déterminer en concertation avec le laboratoire de prélèvement et d'analyses
- A mettre en œuvre dès lors que des plans de surveillance existent ou que la zone d'étude est propice aux prélèvements : sélection totale ou partielle des stations du réseau existant, complétée si besoin par de nouvelles stations en fonction des modalités de dispersion du panache.
- La comparaison entre les zones nécessite :
 - support identique dans tous les sites d'échantillonnage (par exemple, roche, souche, béton, tronc d'arbre).
 - les mêmes espèces de lichens/bryophytes sur l'ensemble des sites.
- Géoréférencement des emplacements avec une photographie pour assurer la traçabilité des prélèvements.

Prélèvement des bryophytes - généralités :

- les mousses sont échantillonnées dans des zones ouvertes ; aucun obstacle ne doit intercepter ou modifier les apports atmosphériques directs sur elles.
- les mousses sont échantillonnées sur des substrats aussi plans que possible (< 30°) afin d'éviter un enrichissement des dépôts sous l'effet de la pente.

Prélèvement des lichens - généralités :

- pour une même zone de prélèvement, les lichens sont prélevés sur plusieurs arbres (surface représentative de l'exposition).

Guides et normes

NF X43-904 (2013) : Biosurveillance de l'air – Biosurveillance passive de la qualité de l'air à l'aide de lichens autochtones : de la récolte à la préparation des échantillons

NF EN 16-414 (2014) : Air ambiant - Biosurveillance à l'aide de mousses - Accumulation des contaminants atmosphériques dans les mousses prélevées in situ : de la récolte à la préparation des échantillons

Qui prélève ?

Intervenants RIPA (organismes spécialisés) et autre structure d'intervention sur le terrain publique ou privée.

Interprétation

Marquage environnemental : L'interprétation repose sur la comparaison des zones potentiellement exposées aux zones témoin (comparaison relative des zones entre elles) et l'identification éventuelle d'un gradient de concentrations des polluants avec des concentrations maximales attendues au plus près du foyer. Il est inapproprié de recourir aux équivalents toxiques pour les substances en disposant (PCDD/F, PCB-dl...) pour effectuer cette comparaison dès lors que la répartition des congénères n'est pas identique d'une station de prélèvement à l'autre.

Concernant les bryophytes, un programme de biosurveillance relève les valeurs de fond en métaux au niveau des mousses forestières pour le contexte rural sur le territoire métropolitain et d'autres mousses pour le contexte urbain sur 3 agglomérations françaises (projet BRAMM²⁰, piloté par le Musée Naturel d'Histoire Naturel pour le compte de l'Ademe-Ministère en charge de l'environnement).

²⁰ BRAMM : Biosurveillance des Retombées Atmosphériques Métalliques par les Mousses

ANNEXE 4

Screening analytique en situation post-accidentelle – intérêts et limites

Screening analytique en situation post-accidentelle - intérêts et limites

1. Qu'est-ce qu'une analyse chimique de type screening ?

Une analyse chimique de type screening correspond à une analyse qualitative ou semi-quantitative (analyse non ciblée) de composés inorganiques ou organiques dans des matrices solides, gazeuses et liquides. Le screening analytique a pour objet d'identifier dans l'échantillon une large gamme de substances, sans liste préétablie.

Concernant le screening, l'identification des composés chimiques organiques s'effectue par comparaison du spectre de masse des composés de l'échantillon à des bibliothèques de spectres. Cette analyse qualitative peut être complétée par une analyse semi-quantitative en comparant l'intensité du signal obtenu à celle d'une ou plusieurs substances étalons prises comme référence (exemple : toluène pour les BTEX). Le choix de ces substances étalons et leur nombre (idéalement une par grande famille de substances) impactent fortement le niveau de justesse de l'analyse semi-quantitative.

Pour les analyses de métaux, l'analyse semi-quantitative est obtenue par comparaison de l'intensité du signal à celle obtenue par une solution multi-élémentaire préparée à une concentration connue : l'incertitude associée à cette concentration est supérieure à celle obtenue avec des analyses quantitatives.

Cette analyse est distincte de l'analyse chimique quantitative qui consiste à quantifier dans des matrices solides, gazeuses et liquides des composés ciblés d'après une liste préétablie (par exemple BTEX, 16 HAP...) en s'appuyant sur des étalons spécifiques.

2. Dans quel contexte est-il utile de réaliser un screening analytique ?

En situation post-accidentelle, le recours au screening analytique vise à identifier l'absence ou la présence de composés et familles chimiques susceptibles d'avoir été émis lors de l'évènement et potentiellement présents dans les matrices solides, gazeuses et liquides prélevées à des fins de détermination de la « signature chimique » de l'incendie. Ces analyses sont recommandées dès lors que le terme source est inconnu (absence de connaissance sur les matériaux et produits pris dans le feu ou terme source complexe).

Dans l'air, le screening analytique pour les composés organiques permet de caractériser les composés émis et susceptibles d'avoir été inhalés. Il permet également de déterminer les composés susceptibles de se déposer sur les milieux environnementaux (sol, végétaux, eaux...) via les retombées atmosphériques.

Il en est de même pour les composés inorganiques ; toutefois, en phase gazeuse, des modalités spécifiques de prélèvements sont requises pour doser les métaux (voir paragraphe 6).

Les résultats du screening orientent ainsi le programme analytique à dérouler sur les matrices (sol superficiel, eau, végétaux comestibles...), au travers d'analyses quantitatives ciblées.

3. Quelles sont les matrices concernées par le screening analytique ?

Les matrices concernées sont celles prélevées pour déterminer la signature chimique de l'incendie et correspondent aux échantillons souillés ou émis par l'évènement : sol superficiel proche du foyer, suies collectées par prélèvement surfacique sur les supports exposés aux fumées, eaux d'extinction, résidus brûlés, et air (gaz et particules) dès lors que des émissions atmosphériques perdurent.

4. Protocoles analytiques, points d'attention et limites du screening analytique

Pour les composés organiques, le screening repose sur l'extraction par un solvant des composés présents dans la matrice solide ou liquide puis sur son injection en chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS). Le choix du solvant par le laboratoire est essentiel pour capter les composés polaires et apolaires. Il est conseillé de procéder à 2 extractions avec des solvants de polarité différente pour extraire un spectre plus large de composés. Les solvants usuellement employés sont le dichlorométhane et l'hexane.

Screening analytique en situation post-accidentelle - intérêts et limites

Au vu des techniques analytiques déployées (1 ou 2 solvants puis analyse sur GC-MS), le screening vise uniquement la détection des composés organiques volatils (COV) ou semi-volatils (COSV) tels que les hydrocarbures aliphatiques (alcane, alcène), les hydrocarbures aromatiques (BTEX, HAP) les composés organiques halogénés volatils, les PCB, les PBDE... Cette technique ne permet pas d'identifier les acides organiques, les aldéhydes et cétones (réponse faible), ni d'atteindre des limites de quantification suffisamment basses pour les dioxines/furanes, qui nécessitent des étapes de préparation et d'analyse spécifiques (analyse quantitative ciblée requise).

L'objectif de couvrir la gamme la plus large de composés à analyser nécessite un compromis sur le choix des paramètres d'analyses, ce qui impacte les performances analytiques du screening et notamment les limites de quantification.

Il est également possible en sus du screening de commander au laboratoire une analyse des COV par espace de tête. Cela implique de chauffer une fraction de l'échantillon liquide ou solide et d'analyser les substances « dégazées » dans l'air confiné de l'espace de tête du flacon.

Pour les composés inorganiques, le screening est réalisé après minéralisation de la matrice organique par attaque acide de la matrice solide ou liquide puis son injection pour analyse par spectrométrie de masse ou émission atomique avec plasma à couplage inductif (ICP-MS ou ICP-OES). Généralement, au moins 50 éléments chimiques sont recherchés. Le screening analytique ne permet pas d'atteindre les mêmes limites de quantification, ni les mêmes incertitudes que lors d'une analyse quantitative.

→ La commande aux laboratoires d'analyse s'effectue en demandant un screening organique et/ou inorganique (analyse qualitative ou semi-quantitative).

5. Analyse screening et limites de quantification

Pour les composés organiques et inorganiques, les limites de quantifications sont généralement réhaussées (valeurs plus élevées d'un ordre de grandeur environ) par rapport à des analyses chimiques ciblées obtenues à partir d'une analyse quantitative. Il n'est pas recommandé d'utiliser cette technique lorsque des faibles concentrations sont recherchées.

Le type de composé identifié par un screening organique dépend également de la configuration de l'appareil lors de l'analyse (préparation de l'échantillon, colonne chromatographique, programme de températures...).

6. Recommandations pour le prélèvement d'échantillons d'air

Pour l'échantillonnage dans le panache de fumées ou les fumerolles (feux couvants), il convient de réaliser le prélèvement sur un support adapté pour ce type d'analyse :

- canister, sac Tedlar®, filtre quartz, tubes adsorbants (Tenax, Carbotrap ...) pour l'analyse des composés organiques. Les sacs Tedlar® doivent être rapidement envoyés et analysés au laboratoire (<24h-48h). Une mesure de composés soufrés (tels que SO₂ et H₂S) est possible avec un prélèvement en canister ou sac multicouches. Les jauges en verre permettent la collecte des dépôts atmosphériques pour l'analyse des composés organiques ;
- filtre en ester de cellulose ou quartz (pompage actif), jauges en PEHD (collecteur des dépôts) pour l'analyse des composés inorganiques. Une mesure de métaux est possible sur les sacs Tedlar® « grand volume » uniquement, car il est nécessaire au retour au laboratoire de piéger les métaux dans une solution d'absorption (type barboteur) avant l'analyse.

Des prélèvements surfaciques (lingettes) peuvent également être réalisés pour les retombées atmosphériques. Prévoir *a minima* 1 lingette pour un screening inorganique et 1 lingette pour un screening organique, en complément des blancs de lingette et des blancs de surface (surface non marquée).

Screening analytique en situation post-accidentelle - intérêts et limites

7. Recommandations pour le prélèvement d'échantillons d'eaux d'extinction

Pour un échantillon d'eau d'extinction dans une rétention ou dans le milieu naturel, il est recommandé de :

- prélever 4-5 L dans des flacons propres, en verre et en plastique inerte ;
- prélever un échantillon représentatif, non décanté. Dans le cas où les eaux d'extinction sont décantées, une analyse des boues déposées au fond de la rétention ou du talweg est recommandée.

Il est recommandé de commander un screening sur la « totalité » de l'échantillon d'eau (phase particulaire et phase dissoute).

8. Interprétation des résultats et recouplement des données

Il est rappelé que les analyses de type screening sur les matrices solides et liquides, prélevées à des fins de détermination de signature chimique, visent à identifier les composés et familles chimiques émises pendant l'évènement et à orienter le programme analytique des prélèvements environnementaux. Il n'est pas pertinent de vouloir exploiter les concentrations obtenues à des fins de comparaison.

L'intérêt est de recouper les informations collectées sur ces prélèvements pour caractériser au mieux le panache de l'incendie ; la nature de la matrice (sol, eau extinction, déchet) générant une distorsion dans la signature chimique par rapport aux composés identifiés en raison de ses propriétés physico-chimiques et de celles des substances recherchées (coefficient d'adsorption des composés chimiques sur la matière organique, hydrophilie/hydrophobie...).

ANNEXE 5

Protocole harmonisé de prélèvement des suies visibles sur les surfaces suite à un incendie technologique

PROTOCOLE HARMONISE DE PRELEVEMENT DES SUIES VISIBLES SUR LES SURFACES SUITE A UN INCENDIE TECHNOLOGIQUE

Les prélèvements de suies visibles sont réalisés à l'aide de lingettes professionnelles destinées à des prélèvements surfaciques, ensachées, individuelles et humidifiées à l'eau déionisée ayant préalablement fait l'objet de tests pour démontrer des performances adaptées en termes de blancs et de taux de recouvrement pour les métaux, HAP, dioxines... (tests similaires à ceux réalisés dans le cadre des travaux du réseau RIPa en 2021). L'essuyage est réalisé selon la méthode **ASTM D6966** relative aux prélèvements surfaciques par essuyage pour les métaux, sur une surface de 100 cm² à l'aide – idéalement - d'un **gabarit cartonné de 10 cm x 10 cm** de préférence sur une surface plane et lisse (Figure A). Dans le cas contraire, un essuyage des suies visibles peut tout de même être réalisé, même sur une surface ne permettant pas l'utilisation d'un gabarit.



Figure A : Matériel nécessaire pour le prélèvement de suies

L'essuyage, sur une surface idéalement verticale, se fait selon des passages en **motifs de « S »** sur toute la surface, suivi par un pliage et un passage perpendiculaire au premier. La lingette est alors de nouveau pliée sur elle-même pour enfin réaliser un essuyage sur les contours du gabarit (Figure B).

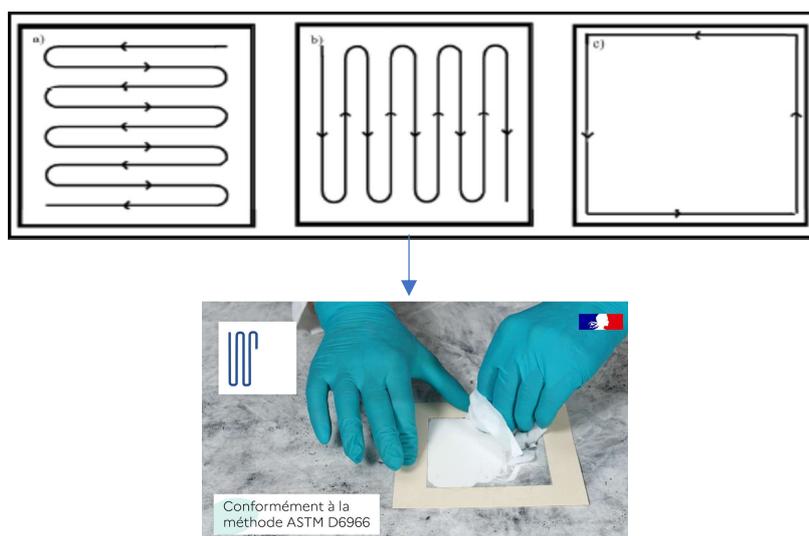


Figure B : Méthodologie de prélèvement de la surface à investiguer (**ASTM D6966**)

L'historique de dépôt de poussières et la nature de la surface étudiée a son importance pour l'interprétation des résultats. En effet, la composition intrinsèque de la surface peut contenir des éléments recherchés, notamment des métaux sur des surfaces peintes/traitées (ex : poteau galvanisé) ou des dioxines sur certaines surfaces.

PROTOCOLE HARMONISE DE PRELEVEMENT DES SUIES VISIBLES SUR LES SURFACES SUITE A UN INCENDIE TECHNOLOGIQUE

Tout d'abord, la surface à investiguer doit présenter des suies **visibles**. Il est important de documenter les emplacements de prélèvements par les informations suivantes :

- lieu, date et heure du prélèvement,
- nature et type de surface, tout en privilégiant une surface en verre,
- type de prélèvement (échantillons de suies visibles, blanc de surface, blanc de lingette),
- distance à la source,
- surface horizontale ou verticale,
- photographie de l'emplacement (éventuellement de la lingette) et de l'environnement avoisinant le prélèvement (champ large),
- géoréférencement de l'emplacement,
- numéro de lot et son emplacement sur le sachet de la lingette (des différences blancs de lingettes ont pu être constatées sur des lots avec le même numéro mais pas inscrit exactement au même endroit sur le sachet),
- conditions météorologiques sur toute la durée de l'incendie et notamment le jour du prélèvement (précipitations, température, ensoleillement, vent...).

A chaque campagne de prélèvement de suies (Figures C et D), il est important de réaliser :

- à chaque emplacement et par famille de substances, un prélèvement de suie visible en extérieur sur une surface exposée aux retombées (**lingette échantillon**),
- à chaque emplacement et par famille de substances, un prélèvement sur une même surface de nature identique mais non contaminée par la source sans suie visible à l'œil (**blanc de surface**). Cela permet de tenir compte des substances relarguées par les surfaces essuyées, voire de l'historique des poussières déposées sur les surfaces,
- un blanc par campagne de prélèvement, à savoir une lingette non utilisée, sortie directement du sachet individuel et placé dans un flacon ou sachet zip plastique (**blanc de lingette**). Cela permet de tenir compte des substances contenues dans la lingette elle-même et de retrancher les valeurs du blanc aux concentrations mesurées sur les autres zones exposées ou non. Le blanc doit être issu du même lot de lingettes que celles utilisées pour les autres prélèvements,



Figure C : Nature des 3 lingettes issues d'une campagne de prélèvement

Le nombre de lingettes à déployer par zone est proportionnel aux nombres de familles chimiques à analyser : par exemple, 3 lingettes par zone de prélèvement et par famille chimique recherchée (soit 9 lingettes pour l'analyse de 3 familles de substances telles que – par exemple - les métaux, les HAP et les PCDD/F si besoin de les investiguer).

Pour chaque prélèvement, il est nécessaire de prendre des précautions afin de ne pas contaminer l'échantillon. Pour cela, des gants doivent être utilisés par l'opérateur, et changés à chaque prélèvement. Les échantillons doivent être placés dans un flacon (ou sachet zip d'une taille adaptée à la lingette) de nature adaptée aux polluants recherchés (flacon de préférence à col large ou sachet pas trop grand pour éviter les pertes dans celui-ci) et stockés à l'abri de la lumière idéalement dans une enceinte réfrigérée.

PROTOCOLE HARMONISE DE PRELEVEMENT DES SUIES VISIBLES SUR LES SURFACES SUITE A UN INCENDIE TECHNOLOGIQUE

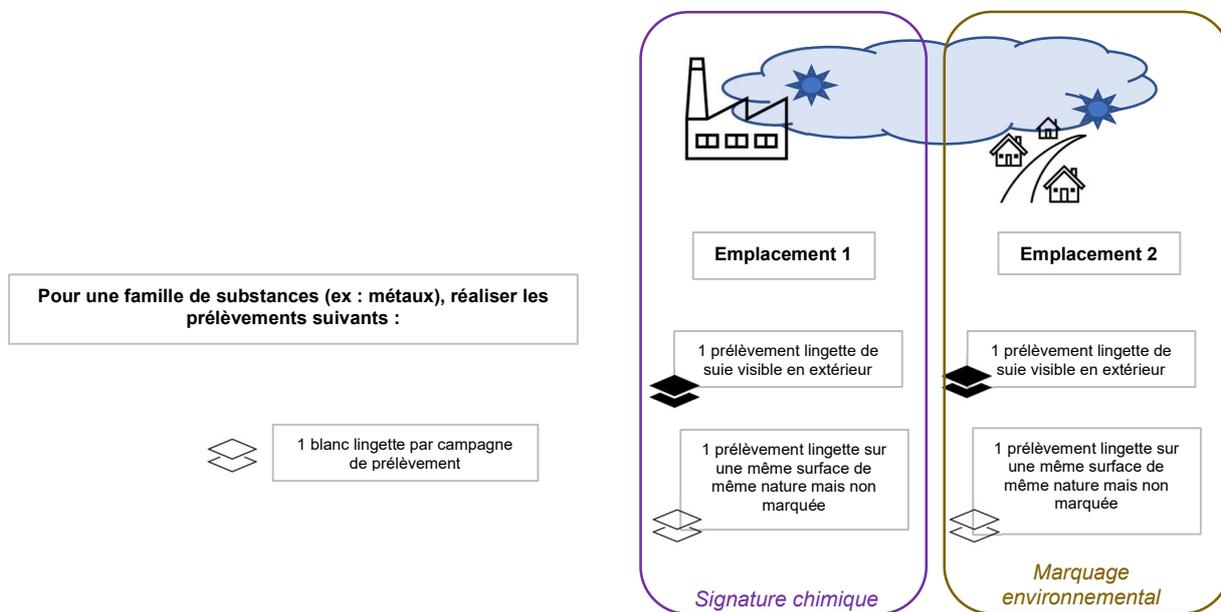


Figure D : Stratégie de prélèvement des suies (signature chimique et marquage environnemental)

→ un tutoriel **vidéo** détaillant le protocole est disponible.

ANNEXE 6

Surveillance des eaux de surface et souterraines en situation post-accidentelle

SURVEILLANCE DES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINE SUITE A UN INCENDIE TECHNOLOGIQUE

A – Généralités sur les émulseurs et additifs, susceptibles d'être présents dans les eaux d'extinction

La défense contre l'incendie nécessite l'emploi d'additif chimique, mélangé à l'eau pour en augmenter l'efficacité, en permettant d'obtenir soit un produit mouillant soit un produit moussant. Le choix repose notamment sur les classes de feux à combattre, par exemple : feu de classe A – feu mettant en jeu des combustibles solides, dont la combustion génère des braises / feu de classe B – feu mettant en jeu des liquides ou des solides liquéfiés.

Anciennement protéinique (à base de cornes de bœuf par exemple), les émulseurs actuellement employés sont des émulseurs synthétiques (fluorés notamment). Toutefois, au regard des évolutions réglementaires et en particulier du règlement REACH, les produits fluorés (PFOA²¹, sels et ses composés apparentés) seront à proscrire entre 2023 (encore utilisables si les eaux peuvent être confinées sur le site) et 2025 (achat et stockage proscrits). Des produits de substitution vont donc d'ici peu remplacer ceux aujourd'hui utilisés.



Emulseur (ou mousse) : création d'une solution moussante par mélange avec l'eau puis formation d'une mousse en mélange avec air. Recommandé notamment pour les feux de surface, les feux de classe B, et de véhicules transportant des matières dangereuses. Plusieurs types d'émulseurs existent dont les :

- émulseurs fluoroprotéiniques (FP) : émulseurs protéiniques auxquels ont été ajoutés des agents tensio-actifs fluorés ;
- émulseurs filmogènes (AFFF : Aqueous Film-Forming Foam concentrates) : mélanges d'agents tensio-actifs hydrocarbonés et fluorés qui ont la propriété de former une pellicule aqueuse à la surface de certains hydrocarbures ;
- Les émulseurs filmogènes fluoroprotéiniques (FFFP : Film Forming FluoroProtein foam concentrates) : émulseurs fluoroprotéiniques formant un film aqueux à la surface de certains hydrocarbures.

Autres additifs (produits mouillants et mouillants moussants) : création d'une solution mouillante par mélange avec l'eau, pour une action combinée de prévention et d'extinction en surface et en profondeur. Recommandés pour les feux de classe A (feux de végétation, habitations, entrepôts, certains feux de solides liquéfiés).

Source : Guide d'aide à l'achat relatif aux émulseurs, Direction de la sécurité civile/ Section des matériels et équipements de sécurité civile, 2010.

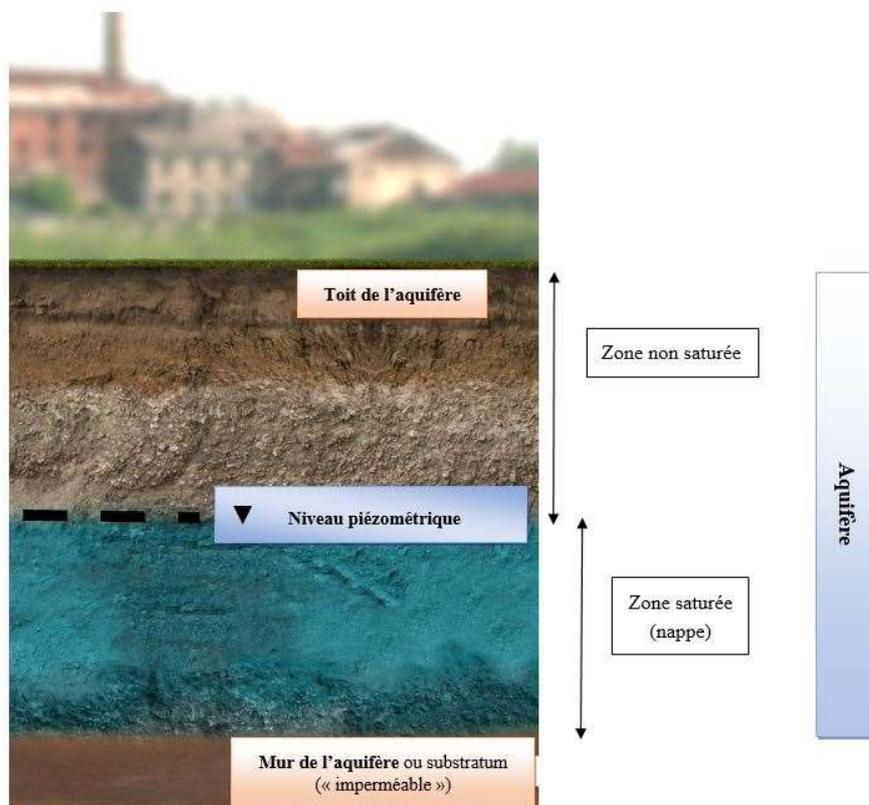
B - Surveillance des eaux souterraines en situation post-accidentelle

La migration des polluants depuis la surface dans les sols et les eaux souterraines est spécifique au cas étudié et aux substances, la surveillance environnementale découlant de ce transfert est assujettie aux notions de :

- contexte : est-ce que la nappe est très superficielle, vulnérable et sensible ?
- source : est-ce en lien avec une infiltration éventuelle des eaux d'extinction, d'eaux de process ou de rupture de canalisation (dysfonctionnement majeur), qui ne seraient pas confinées sur le site ? quelles substances chimiques concernées (et quels comportements attendus) ?
- enjeux sensibles : y a-t-il un usage d'alimentation en eau potable en aval du site ?

²¹ Acide perfluorooctanoïque (APFO ou PFOA en anglais), émulseur généralement appelé C8 et appartenant à la famille des PFAS (per- et polyfluoralkyles).

En premier lieu, le temps d'atteinte de la nappe (zone saturée ou nappe) dépendra de l'épaisseur et la nature de la zone non saturée et des substances concernées (solubilité, viscosité, etc).



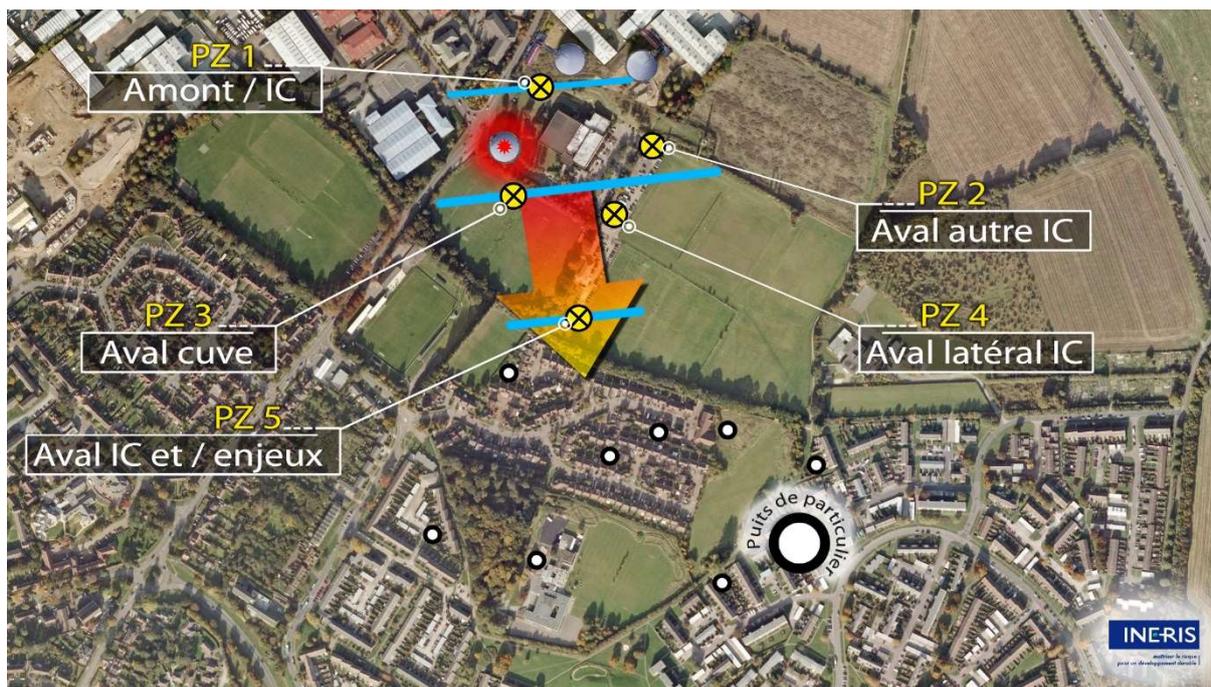
Exemple de nappe alluviale (et distinction avec l'aquifère)

Notons également qu'un puisard, une tranchée, un ouvrage de surveillance mal équipé et des surfaces nues constituent une voie de transfert directe depuis la surface vers la nappe. Dans ces situations, les eaux souterraines doivent faire l'objet de prélèvements car l'infiltration d'eaux d'extinction ne peut être écarté.

Pour les situations post-accidentelles, les principes relatifs à la surveillance des eaux souterraines sont identiques à ceux appliqués dans les contextes ICPE et SSP (guides [16],[13] et normes associées) quelques adaptations sont toutefois nécessaires comme indiquées ci-après.

Site disposant d'un réseau de surveillance des eaux souterraines (cas 1) :

En lien avec la réglementation, certaines installations industrielles disposent d'un réseau de surveillance constitué de plusieurs piézomètres. Dans ce cas, le prélèvement s'effectue dans la mesure du possible suivant le protocole existant (matériel, profondeur), le plus adapté au contexte et notamment des caractéristiques physico-chimiques des polluants spécifiquement émis par le sinistre (solubilité dans l'eau, densité...). Cette surveillance s'effectue à partir de tout ou partie des ouvrages disponibles. En première approche, en situation post accidentelle, la profondeur de prélèvement la plus pertinente est en partie supérieure de la nappe car la pollution n'aura pas eu le temps de migrer en profondeur (même si des produits plus denses que l'eau sont concernés). Des données acquises antérieurement à l'incendie dans le cadre d'un plan de surveillance constituent un témoin de la qualité des eaux souterraines avant accident. L'interprétation sera complétée par les données acquises en amont hydraulique, après l'accident.



Exemple de réseau de surveillance ICPE

(5 ouvrages ou piézomètres répartis d'amont en aval hydraulique)

Site ne disposant pas de réseau de surveillance des eaux souterraines (cas 2) :

En l'absence de piézomètres ou puits, la question d'installer plusieurs piézomètres se pose, en lien avec la vulnérabilité de la nappe, les enjeux (usages de l'eau) avérés ou supposés.

Modalités à respecter pour la surveillance des eaux souterraines (cas 1 et 2) :

3 à 5 piézomètres sont à considérer *a minima* avec un des ouvrages situé en amont hydraulique (hors zone d'influence) pour chaque campagne, à chaque période de l'année,

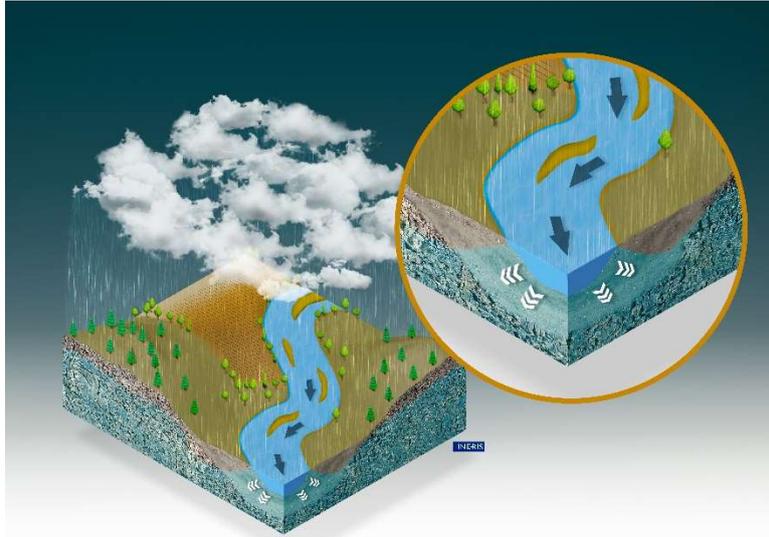
En fonction du temps de transfert présumé entre la surface et la nappe, lié au contexte naturel et aux substances émises (cf. vulnérabilité), plusieurs campagnes d'investigation peuvent être nécessaires afin de conclure sur un impact sur les eaux souterraine considérant, d'une part, le temps de transfert, d'autre part, l'effet de chasse d'une forte pluie se produisant au cours d'une autre saison dans l'année.

Ainsi des prélèvements peuvent être recommandés pendant plusieurs jours voire semaines après le sinistre, sur une durée totale de l'ordre du mois.

C - Surveillance des eaux superficielles en situation post-accidentelle

La migration des polluants depuis les eaux d'extinction vers les eaux superficielles peut être le résultat de ruissellement voire d'une interaction avec les eaux souterraines. Ce transfert est lié aux notions de :

- contexte : est-ce que le cours d'eau/plan d'eau est proche, vulnérable et sensible ?
- source : est-ce en lien avec un ruissellement éventuel des eaux d'extinction, d'eaux de process ou de rupture de canalisation (dysfonctionnement majeur), qui ne seraient pas confinées sur le site ? quelles substances concernées (et quels comportements attendus) ?
- enjeux sensibles : y a-t-il un usage AEP en aval du site ? autres sages sensibles (captage privé, pêche, baignade...) ?



Exemple de relation dite « nappe/rivière » (ici la nappe est alimentée par la rivière)

Pour les situations post-accidentelles, les principes relatifs à la surveillance des eaux superficielles sont identiques à ceux appliqués dans les contextes ICPE et SSP (guides [16], [15] et normes associées).

En premier lieu, tout rejet d'eaux d'extinction dans le milieu naturel conduit à caractériser les impacts potentiels et à délimiter la zone d'impact.

Plusieurs campagnes d'investigation peuvent être nécessaires afin de conclure sur un impact des eaux superficielles considérant, d'une part, le temps de transfert, et d'autre part, l'effet de chasse d'une forte pluie se produisant au cours d'une autre saison dans l'année.

La surveillance des eaux superficielles s'accompagne d'une caractérisation synchrone des sédiments.

L'interprétation des données peut s'appuyer sur les stations de mesure existantes, surveillées par les Agences de bassin, dès lors que leur emplacement et le programme analytique associé sont pertinents.

