

# NOTE DE SYNTHÈSE DU PROJET COP HERL

(Conséquences Potentielles pour l'Homme et  
l'Environnement, perception et Résilience)

De la caractérisation du risque physico-chimique,  
environnemental et sanitaire à la perception sociétale suite  
à l'incendie de Lubrizol et Normandie logistique : vers une  
résilience du territoire ?



# CONTEXTE DU PROJET

Suite à l'incendie des usines Lubrizol et Normandie Logistique le 26 septembre 2019, un panache de fumée a disséminé des produits sur une large zone géographique. La période de gestion de crise centrée sur la protection immédiate des populations a traité des risques aigus. La plupart des très nombreuses analyses réalisées durant l'incendie et les périodes de gestion de crise et de suivi renforcé ont été effectuées dans le but d'identifier des molécules ciblées, pour la plupart réglementées, présentant un risque accru plus ou moins important pour l'Homme et l'environnement afin de décider d'une mise en protection adéquate des populations. Au-delà, de l'urgence, des questions sur une temporalité plus longue restaient à traiter pour caractériser cet accident et en faire un retour d'expérience bénéfique.

Ainsi la communauté scientifique rouennaise s'est structurée en un groupe de travail interdisciplinaire pour proposer le projet COP HERL aux acteurs politiques et aux instances évaluatrices. Celui-ci a été validé par l'Agence Nationale de la Recherche et a bénéficié d'un budget de 1,426 million d'euros (1041k€ de la Région Normandie sur fonds propres et FEDER, 199k€ de l'ANR, 100k€ de l'Université de Rouen Normandie hors salaires des permanents, 86k€ de la Métropole Rouen Normandie).

Le projet scientifique COP HERL a été initié pour explorer des questionnements de recherche dont les réponses peuvent améliorer la compréhension des conséquences de l'incendie sur l'environnement et les populations et fournir un retour d'expérience dans la gestion des futurs accidents industriels. Il s'inscrit comme un projet de territoire dont l'enjeu est d'apporter des réponses scientifiques à l'ensemble des acteurs locaux sur l'incendie lui-même, ses conséquences potentielles sur l'environnement et l'Homme et sur la perception des risques, la gestion de crise et la résilience du territoire.

Son caractère innovant réside à la fois dans les méthodologies analytiques développées dans le cadre du projet puis dans l'ampleur de l'interdisciplinarité avec une quinzaine de laboratoires et une centaine de personnels physiciens, chimistes, environnementalistes, toxicologues, médecins, biologistes, géographes, économistes, sociologues et psychologues. De par son expertise, son indépendance et son emprise locale, le projet COP HERL suscite une attente sociétale importante pour répondre aux questions orphelines que les périodes de gestion de crise et de suivi renforcé n'ont pas apportées puisque hors champ de l'urgence.

# STRUCTURATION ET OBJECTIFS

En complément de la période de gestion de crise et de suivi renforcé, le projet COP HERL vise à traiter les objectifs scientifiques suivant :

- Comment se sont réalisés la dispersion du panache et le rabattement des suies ?
- Quels sont les produits qui ont été émis lors de l'incendie et peut-on dégager des marqueurs spécifiques ?
- Quelle a été la contamination de l'environnement par ces marqueurs ?
- La contamination de l'incendie peut-elle être différenciée du "bruit de fond urbain" ?
- Quelle a été l'exposition de la population aux marqueurs et quel est leur devenir ?
- Quels sont ceux qui peuvent présenter une toxicité ? et laquelle ?
- Quels ont été la perception et les comportements des populations face à cet accident ?
- Quelles sont les retombées socio-économiques pour la Métropole ?
- Quelles peuvent être les stratégies d'adaptation et de résilience des acteurs ?

La communauté scientifique s'est structurée en 4 groupes de travail sur i) la caractérisation de l'incendie, ii) la contamination de l'environnement, iii) l'évaluation de la toxicité et iv) la perception du risque et ses conséquences dans la population. Les attendus escomptés des financeurs ont été les suivants :

- Liste des produits spécifiques identifiés lors de l'incendie et comparaison avec la liste des produits analysés
- Cartographie atmosphérique de l'emprise spatiale du panache puis terrestre des retombées de suies
- Bruit de fond des contaminants avant l'incendie, exposition environnementale aux contaminants spécifiques, flux hydrosédimentaires annuels et dynamique des marqueurs dans l'environnement
- Evaluation de la toxicité respiratoire des fumées d'incendie par une approche in vitro, évaluation de la virulence bactérienne après exposition expérimentale à des fumées d'incendie
- Mesure des métaux, HAP dans les cheveux de résidants
- Base de données en open-data sur la population générale et les comportements face à cet accident et à la gestion de crise
- Stratégies d'adaptation et de résilience des acteurs = retour d'expérience sur les comportements des populations en situation de crise, diagnostic de la communication de crise, guide de plan de communication de crise adapté à la gestion des accidents industriels régionaux.

# SYNTHESE DES RESULTATS

**La simulation du panache a-t-elle amélioré les connaissances sur la trajectoire du nuage ?**

La simulation du panache de fumée a permis de corroborer les observations des pompiers avec une stabilisation du nuage autour de 475m d'altitude et d'expliquer les caractéristiques des retombés de suies à l'approche et sur le plateau nord-est de l'agglomération.

**à l'approche et sur le plateau nord-est de l'agglomération.**

**Les cheveux des habitants ont-ils enregistré une surexposition aux contaminants ?**

L'étude concernant l'imprégnation par les HAP et les métaux des cheveux d'habitantes de la métropole ne montre pas d'exposition significativement plus importante après l'incendie qu'avant celui-ci et ne présente pas de concentrations supérieures à celles observées dans une étude menée dans la région du Havre.

**Des pollutions ont-elles été mises en évidence ?**

Concernant le suivi des molécules réglementées, **aucune pollution aux métaux, dioxines, furanes, HAP et PCB n'a été mise en évidence dans les sols et les eaux**, même si des augmentations de niveaux de contamination ont pu être attribuées à l'incendie par rapport au bruit de fond urbain. Toutefois, le zinc, même s'il n'est pas réglementé dans les eaux, reste à surveiller.

En revanche, dans les sédiments de la darse aux bois ayant reçu les effluents de l'incendie, **les concentrations de cadmium, cuivre, plomb, zinc, HAP et PCB dépassent très largement les seuils S1 de la réglementation GEODE du 9 août 2006**. Elles sont également très largement supérieures pour les PFAS aux valeurs habituellement observées dans les sédiments en France. **Les niveaux de contamination en PFAS dépassent par deux fois (au moment de l'incendie puis fin 2022-début 2023) les valeurs maximales observées dans les sédiments en aval de Lyon (aucune norme existe pour définir une pollution)**.

Ces sédiments doivent donc être considérés comme toxiques pour l'environnement et soumis à une réglementation stricte avec mise en décharge spécifique en cas de curage futur de la darse.

**Des marqueurs attribuables uniquement à l'incendie ont-ils pu être déterminés ?**

Une base de données a été constituée à partir de formules moléculaires caractérisées dans les échantillons primaires : des échantillons prélevés durant ou peu après l'incendie sur les matrices air, eau, sol, suies, sédiments, des molécules recensées dans la liste des produits Lubrizol présents sur site, des molécules caractérisées dans les huiles additivées et non-additivées utilisées pour simuler un feu en enceinte confinée, un échantillon provenant d'un effluent de ruissellement sortant de l'usine lors de l'incendie.

Cette base de données a compilé **10.630 références de formules moléculaires, témoignant de la diversité et de la complexité des produits à caractériser**. La recherche de molécules dans les échantillons secondaires (prélevés dans l'environnement après l'incendie : eaux superficielles et souterraines, matières en suspension, sédiments, sols) a montré **jusqu'à plus de 6.000 analytes par échantillon, constituant une deuxième base de données**.

Le suivi environnemental post-incendie a duré 30 mois (début 2021-fin 2023) sur 5 hydrosystèmes situés sous le panache de fumée (2 sources d'eau souterraine et l'aval du Cailly, de l'Andelle et du Robec-Aubette). L'intercomparaison des 2 bases de données a été effectuée en supprimant les molécules ubiquistes de l'environnement et celles présentes dans le bruit de fond urbain de la métropole, afin de faire ressortir les molécules spécifiques de l'incendie.

Ainsi, **30 molécules organiques, plus le zinc (de par les concentrations atteintes), sont clairement identifiées comme des marqueurs de l'incendie avec des niveaux de confiance allant de 1 (certitude) à 4 (fortement probable)**.

## Quel est l'état des connaissances sur la toxicité de ces marqueurs ?

La plupart de ces molécules marqueur de l'incendie sont classées irritantes cutanées et/ou oculaires, voire respiratoires ; ce qui est en accord avec les signes cliniques observés sur la population (toux, gêne respiratoire, irritation, mal de gorge, nausées, vomissements). Parmi elles, certaines molécules possèdent par ailleurs des effets narcotiques pouvant entraîner somnolence et vertiges ; signes également retrouvés dans la population en phase aiguë. **8 molécules présentent un risque plus élevé et sont classées cancérigènes ou mutagènes, perturbateurs endocriniens et/ou reprotoxiques, ou toxiques pour les organismes aquatiques.**

## Quel est l'état des connaissances sur la toxicité de ces marqueurs ?

Le suivi environnemental de ces 30 molécules a mis en évidence **la présence de 12 de ces marqueurs à l'état dissous dans l'eau et 8 à l'état fixé sur les matières en suspension, dont 6 parmi celles présentant un risque plus élevé.**

On observe 4 dynamiques spatio-temporelles : i) il existe un gradient d'exposition avec des eaux souterraines mieux protégées contre les contaminations et l'Andelle moins impactée de par son plus fort éloignement ; Cailly et Robec-Aubette ont été les plus exposées et sont les plus impactées, ii) certains marqueurs ont disparu au cours du suivi, iii) certains montrent des variations de présence en lien avec le contexte météorologique et sont restitués au moment des pluies et donc présents dans les sols, iv) certains ont constamment été présents durant le suivi. **7 et 8 marqueurs ont été retrouvés respectivement dans les sols et sédiments, dont 5 parmi ceux présentant un risque plus élevé.**

## Quelle est la toxicité cellulaire des aérosols et suies générés par des incendies de ce type ?

Un protocole expérimental spécifique a été développé afin d'étudier la toxicité cellulaire d'aérosols et de suies générés par un feu dans une enceinte confinée. En absence de produit Lubrizol, il a été utilisé des huiles minérales pour voiture avec ou sans additifs, relativement représentatifs des formulations produites sur le site Lubrizol.

**Certaines molécules qualifiées de marqueurs ont pu être retrouvées lors de ces essais mais sans tous les marqueurs et la complexité moléculaire des produits issus de l'incendie.** L'analyse microphysique des aérosols a permis de mettre en évidence des particules de suie de très petites tailles, de l'ordre de quelques dizaines de nanomètres, permettant leur pénétration jusque dans les voies respiratoires distales. Les paramètres biologiques mesurés après exposition de cellules épithéliales bronchiques ont mis en évidence une réponse inflammatoire, une légère augmentation de la réponse antioxydante ainsi qu'une expression marquée de gènes impliqués dans le métabolisme de biotransformation des hydrocarbures.

L'étude réalisée sur des cellules bronchiques humaines a permis de mettre en évidence **l'absence de cytotoxicité des suies mais des propriétés génotoxiques et mutagènes, potentiellement liée aux HAPs et de leurs dérivés nitrés**, questionnant sur l'impact éventuel à long terme de l'inhalation de ces particules.

## Quel est l'effet de ces suies et aérosols sur la croissance et la virulence bactériennes ?

L'étude de l'impact de ces suies sur la croissance de **2 types de bactéries n'a montré aucune incidence** claire et évidente sur la physiologie et la virulence.

## Quel a été le comportement des populations lors de l'incendie ?

Les enquêtes ont montré **une méconnaissance des consignes de sécurité** en cas d'alerte et une **absence de réflexes normés** tels que prescrits par les autorités alors que, dans les exercices de crise, le scénario le plus souvent joué est celui de populations qui se comportent selon les procédures transmises lors des campagnes d'information. Ainsi à l'inverse de ce qui est attendu, une variété de comportements a été constatée mettant en évidence qu'au-delà de la simple connaissance des consignes, leur mise en pratique reste un défi.

L'incertitude et la temporalité des consignes officielles ont créé un espace d'inquiétude et d'abandon auquel des professions en situation de gestion de crise ont dû faire face. **Cette situation d'absence de savoir officiel diffusée de façon homogène dans la profession médicale a engendré un report sur l'expérience personnelle, et conduit alors à des postures différenciées.** L'absence de système d'alerte interne à l'Education nationale a été regrettée et a généré un sentiment d'abandon.

## La métropole est-elle préparée à un nouvel incident de ce type ?

Si le conseil donné à la population de rester à l'abri a globalement été respecté lors de l'incendie (débuté la nuit), un événement de cette nature commençant en plein jour pourrait entraîner des départs massifs d'autant plus que la consigne de mise à l'abri dans le bâtiment le plus proche n'est pas réaliste en milieu urbain non équipé en abri refuge.

Dans ce contexte, **l'accueil dans les ERP (publics et privés) est un enjeu qui n'est aujourd'hui pas identifié. De nombreux comportements contraires aux consignes de mise à l'abri (voire de confinement) ont été recensés qui, si le même incident avait eu lieu de jour** (rentrer chez soi, chercher les enfants, prévenir la famille, ...) auraient abouti à l'engorgement probable des réseaux (routiers et téléphoniques).

## Bien après l'incendie, quels sont les sentiments qui prédominent parmi la population ?

Les études psycho-sociales ont montré **un traumatisme généralisé caractérisé par une hypermnésie et une sidération mêlées d'un sentiment d'abandon et de défiance.** L'analyse des réseaux sociaux montre que **c'est moins la perception de l'incendie que la communication institutionnelle jugée tardive, lacunaire ou incohérente qui a présidé à la survenue de ces ressentis.**

À ce titre, **le décalage entre les institutions, communiquant sur les faits** quantitatifs du risque, **et la population, vivant une perception sensorielle** (vision, odeur, gêne respiratoire, maux de tête, nausées), est particulièrement illustratif du travail qui reste à produire pour améliorer la culture du risque au sein de la métropole.

## L'incendie a-t-il modifié la perception et le comportement des habitants ?

Cet incendie a provoqué une élévation soudaine de la perception du risque environnemental, sanitaire et social dans la population **percevant leur environnement comme dégradé.** 4 années après l'incendie, la population perçoit toujours ce **risque comme accru et persistant** avec des inquiétudes sur la qualité de l'air, des eaux et des sols. Bien que les habitants aient majoritairement appris à surmonter en partie le traumatisme, **des changements de comportement socio-économiques sont notables** (modification des déplacements, des pratiques sportives, de la consommation de biens alimentaires et de parapharmacie, protection de l'habitat) **et des craintes s'expriment quant à l'impact négatif de l'incendie sur l'attractivité du territoire** (1/3 des enquêtés voulait déménager après l'incendie, 30% d'entre eux l'ont effectivement fait).

## L'incendie peut-il faire dévier la trajectoire socio-économique de la métropole ?

L'incendie n'a **ni induit de rupture fondamentale, ni été un événement anodin.** Il se présente plutôt comme un accélérateur de transformations inscrites dans une chaîne d'événements ayant conduit les élus locaux à s'engager avec une vigueur accrue en faveur des politiques urbaines de transition sociale et écologique. L'incendie a donné lieu à une **transformation sociale à moyen terme (adaptation des comportements socio-économiques aux risques, développement d'une culture du risque, volonté de renaturation de la ville)** et a fait ressortir le **besoin d'action publique autour de la prévention, la sanction-désincitation des usines contrevenantes et la préparation face à un nouvel accident.**

# RECOMMANDATIONS DE LA COMMUNAUTE SCIENTIFIQUE

Les résultats issus du projet COP HERL amènent la communauté scientifique à émettre 3 recommandations aux acteurs décisionnels et gestionnaires locaux et nationaux sur :

## La caractérisation du risque lors d'un accident :

La gestion de crise suite à un accident industriel répond à une procédure très calibrée soumise à la réception des informations quantitatives et qualitatives sur la caractérisation du risque dans le but de répondre aux besoins immédiats de protection des populations. Le temps de la crise n'est pas le temps de la science. Néanmoins, et le projet COP HERL en est une illustration, au-delà de ce temps de crise qui ne vise qu'à évaluer le risque aiguë et immédiat, **il existe un grand nombre de questions et de risques qui ne sont pas traités dans le temps de la crise mais qui font sens pour les populations, les gestionnaires et les décideurs sur un temps plus long.**

Dans ce cadre, l'expertise des scientifiques, leurs capacités analytiques et leurs démarches méthodologiques peuvent apporter des réponses aux questionnements sociétaux. La caractérisation spectrale des molécules et leur banarisation

## Le plan de communication de crise :

L'acquisition des informations permettant la caractérisation du risque nécessite du temps et des moyens techniques incompressibles de sorte qu'il y aura toujours un délai entre la diffusion des consignes et les besoins de celles-ci, temps désormais utilisé par les réseaux sociaux et l'information continue.

Plusieurs recommandations ont été faites dans la partie IV.A.2 afin d'établir un cadre normatif pour rédiger des messages d'alerte clairs, précis, efficaces en soulignant l'importance de plusieurs invariants et de leur hiérarchisation dans le déploiement de l'alerte. Mais au-delà de la réduction des délais, des objectifs de transparence et de la nécessaire cohérence

## La continuité du suivi des marqueurs et leur quantification dans les matrices environnementales :

**30 marqueurs de l'incendie ont été identifiés plus le zinc** au sein des échantillons primaires et secondaires environnementaux. Certains ont été retrouvés dans les sols, dans les sédiments, et dans les eaux à l'état dissous ou fixé sur des particules en suspension.

Si les 2/3 de ces marqueurs présentent des risques mineurs voire nuls, **1/3 de ceux-ci présentent des risques plus ou moins importants pour l'Homme et l'environnement (8 marqueurs + morpholides et morpholines)**. Certains étaient constamment retrouvés et d'autres l'étaient à la faveur des épisodes de pluie. Le suivi environnemental s'est achevé fin 2023 et la communauté scientifique pose la question de la continuité de ce suivi pour ces molécules marqueurs.

internationale permet d'identifier une grande diversité de produits au sein des échantillons de manière ciblée et non-ciblée. **Il est dommageable que la communauté scientifique n'ait pas eu accès à des échantillons natifs de l'incendie pour mener ses investigations car elle a été privée d'informations essentielles.** Ce n'est que par l'indépendance des chercheurs, qui ont prélevé eux-mêmes des échantillons dans l'environnement plus ou moins immédiat et dispersé au sein de la métropole, que ces informations ont pu permettre de caractériser les 30 marqueurs de l'incendie. **Aussi la communauté scientifique recommande que des échantillons conservatoires puissent être prélevés lors d'accidents industriels majeurs afin de permettre ultérieurement des caractérisations complètes en dehors du cadre de l'urgence et répondre aux questionnements sociétaux éventuels sur un temps plus long.**

des consignes, **il conviendrait de rapprocher la communication de crise faite par les institutions, basée sur le registre factuel, du ressenti de la population, basé sur le registre sensoriel et émotionnel.**

En effet, il a été montré qu'un discours quantitatif pouvait entrer en opposition avec les sensations et les inquiétudes de la population nourrissant ainsi des sentiments d'incompréhension, de suspicion voire de défiance. **La communication de crise gagnerait peut-être à intégrer un registre sensoriel en plus du factuel pour faire corps avec la population.**

**Aussi, nous recommandons que ces molécules marqueurs soient quantifiées et intégrées aux plans de surveillance (DREAL, AESN, ARS) des eaux superficielles, souterraines et brutes destinées à la consommation humaine menés sur les bassins versants du Cailly et du Robec-Aubette.**

Nous recommandons également que les concentrations en cadmium, cuivre, plomb, zinc, HAP, PFAS et PCB soient mesurées dans les eaux de la darse aux bois pour vérifier que les sédiments ne relarguent pas dans l'eau des doses toxiques pour l'environnement. **Les sédiments devront être mis en décharge selon une procédure spécifique.**