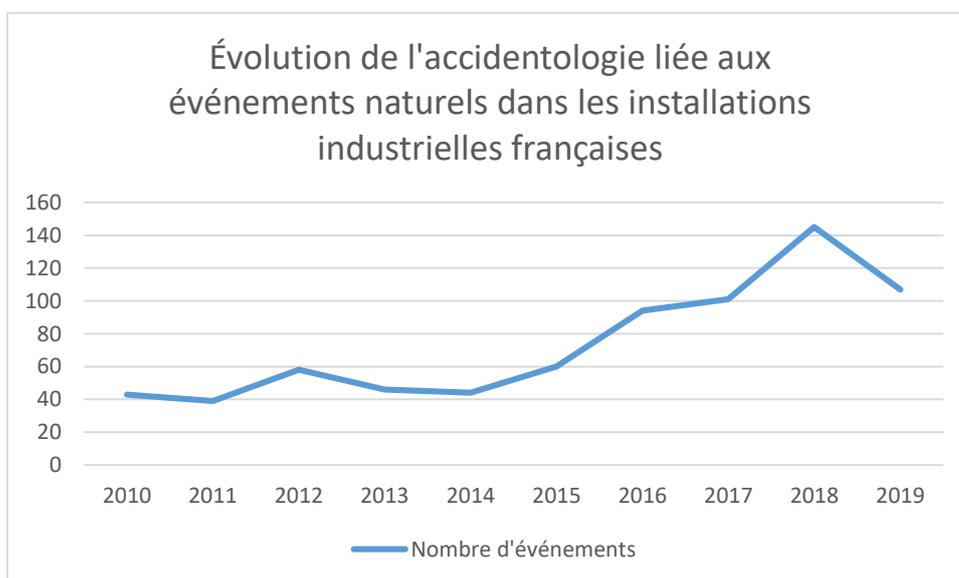


L'impact des événements climatiques sur les installations industrielles françaises entre 2010 et 2019

Depuis 1992, un bureau du ministère en charge de l'environnement du gouvernement français, le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI) rassemble et diffuse des données et des enseignements tirés de l'analyse l'accidentologie industrielle. À cette fin sont réalisés le recueil, l'analyse et la mise en forme des données ainsi que leur enregistrement dans la base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents). À ce jour, la base ARIA recense près de 55 000 événements survenus en France ou à l'étranger, et s'enrichit de 1 500 à 2 000 événements par an.

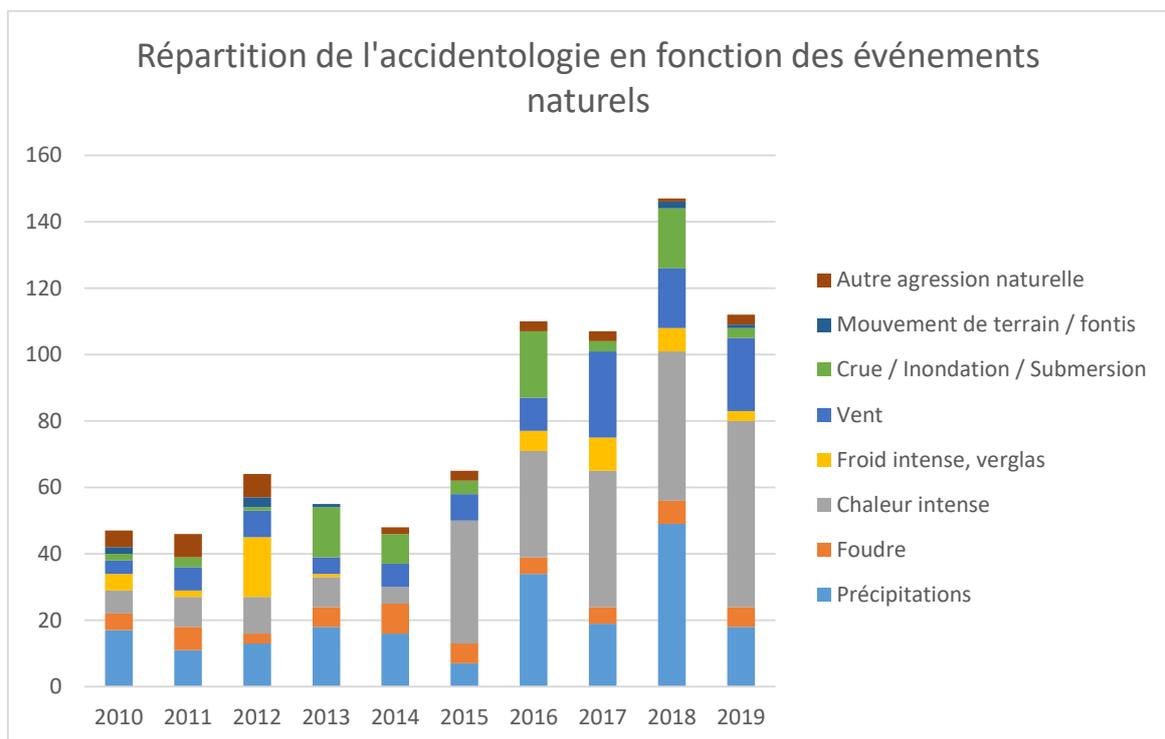
La base de données ARIA recense des événements aux causes premières diverses comme des défauts matériels, des pertes de contrôle de procédé mais aussi des agressions externes. Parmi celles-ci, une nette augmentation des événements provoqués ou aggravés par des phénomènes naturels intenses, tels que les pluies-inondations, les fortes chaleurs ou le vent peut être constatée entre 2010 et 2019 dans les installations industrielles françaises. Le nombre d'événements enregistrés a plus que doublé durant cette décennie comme en témoigne le graphique suivant :



Si depuis 2010, la tendance de ce type de perturbation est à la hausse, l'année 2019 marque un léger repli, avec près de 30 % d'événements en moins enregistrés dans la base ARIA par rapport à 2018. La raison principale est la baisse du nombre d'événements liés aux pluies ou aux inondations. Il a en effet été divisé par 3 entre 2018 et 2019. Le nombre d'événements générés par des fortes chaleurs a, quant à lui, augmenté de plus de 20 % lors de la même période.

Ces données sont concordantes avec celles publiées par Météo France qui place 2019 au 3^e rang des années les plus chaudes en France depuis le début du XX^e siècle. La pluviométrie a, quant à elle, été déficitaire les 9 premiers mois de l'année et des précipitations abondantes ont été observées dans certaines régions sur le dernier trimestre. Sur ce même trimestre, plus de 60 % des événements de l'année liés aux pluies-inondations ont été répertoriés dans ARIA.

Près de 90 % des événements naturels ayant un impact sur les installations industrielles sont des phénomènes météorologiques. Les fortes chaleurs et les précipitations et/ou les inondations sont les phénomènes météorologiques ayant généré le plus d'événements industriels sur la dernière décennie.



Les fortes chaleurs

Les événements provoqués ou aggravés par une forte chaleur ont significativement augmenté entre 2010 et 2019. La base ARIA recense 7 événements en France dans les installations industrielles en 2010 et 56 en 2019.

Sur la décennie, plus de la moitié de ces événements concerne le secteur du traitement des déchets et des eaux usées. Aucun événement n'a été mortel mais des blessés ont été recensés dans un événement sur dix.

Des conséquences économiques sont enregistrées dans ARIA pour une grande majorité des événements avec principalement des dommages matériels internes. Ces derniers vont de quelques centaines d'euros à plusieurs millions d'euros. Les conséquences économiques peuvent être importantes sur un événement (ex : les dommages matériels internes s'élèvent à 15 millions d'euros pour l'événement [ARIA 54016](#)).

Incendie dans un centre de tri

ARIA 54016 - 11/07/2019 - SEINE-ET-MARNE

Vers 8h40, une alarme incendie se déclenche au niveau d'un convoyeur dans un centre de tri/transit des collectes sélectives de 6 000 m². La levée de doute confirme la présence de fumées s'échappant d'un stockeur. Le personnel est évacué. Face à l'ampleur de l'incendie aucune action d'extinction n'est tentée par le personnel. Un important dispositif de pompiers (plus de 80) intervient. Les 2/3 du bâtiment sont embrasés et l'incendie se propage à sa toiture végétalisée. Un périmètre de 300 m est établi. Le site est mis sur rétention. Un dispositif hydraulique est mis en place avec un débit de 7 000 l par minute alimenté par la MARNE. La partie administrative est ventilée. Les pompiers font face à des difficultés d'accès au hall process : l'exploitant fait démolir une des façades avec 2 pelles mécaniques et démanteler les éléments de process afin de maîtriser totalement l'incendie. Des matériels sensibles sont évacués du bâtiment. Des reconnaissances aériennes sont menées au moyen d'un drone afin d'évaluer la dispersion des fumées. Une société spécialisée pompe le déshuileur pour éviter le débordement de la rétention. Des engins de travaux publics sont mandatés pour déblayer le site. Les eaux d'extinction peuvent être rejetées dans la station d'épuration de la commune. Les pompiers se retirent 5 jours après le début de l'incendie.

Un pompier est victime d'un coup de chaud. Les fumées intoxiquent 2 employés. Les 470 m³ d'eaux d'extinction générées et les 370 t de déchets humides sont évacués vers un centre d'enfouissement. Les dommages matériels s'élèvent à 15 M€. Des mesures provisoires sont nécessaires au maintien du service public de tri des déchets : création d'un centre de transfert provisoire et d'un centre de tri.

Selon l'exploitant, la présence d'un élément déclencheur de combustion dans la matière du stockeur, associée à la forte chaleur des jours précédant l'incendie seraient à l'origine du départ de feu.

L'exploitant identifie les principaux vecteurs qui ont permis la propagation de l'incendie dans la structure (gainés de ventilation, convoyeurs, bardages...) et examine les modifications à envisager dans le cadre de la reconstruction des installations.

Sur cette même période, dans trois quarts des cas, des incendies sont rencontrés. Sans surprise, les événements se produisent dans 85 % des cas durant les mois les plus chauds de l'année : juin, juillet et août.

L'extinction des incendies nécessite ponctuellement d'importants moyens en eau qui peuvent s'avérer difficiles à mobiliser en période de fortes chaleurs. Le volume d'eaux d'extinction peut être considérable et doit être confiné pour éviter la pollution de cours d'eaux ou de nappe phréatique notamment en période de sécheresse.

Il est à noter que pour certains incendies, des matériaux inertes sont employés pour éteindre ou contribuer à l'extinction du feu. C'est fréquemment le cas lors d'incendies dans les casiers d'installations de stockage de déchets non dangereux où les matériaux utilisés pour le recouvrement journalier servent à étouffer le feu (ex : [ARIA 51510](#)).

Incendie dans une installation de stockage de déchets

ARIA 51510 - 08/05/2018 - SOMME

Un jour férié, vers 13h50, un feu se déclare dans une alvéole en cours d'exploitation dans une installation de stockage de déchets. Un important panache de fumée noire se dégage, lié à la combustion d'une partie de la barrière active en PEHD. Les déchets sont excavés, étalés et arrosés. Une ligne d'alimentation en eau de 110 m est mise en place par les pompiers. Les employés utilisent des engins de manutention pour recouvrir les déchets de terre. Suite à l'extinction, l'exploitant met en place une surveillance pendant la nuit. Vers 22 h, un nouveau départ de feu est signalé et rapidement maîtrisé par les secours.

La surface impactée par l'incendie est de 1 500 m², soit la moitié de l'alvéole concernée. L'incendie concerne les déchets sur une hauteur de 10 cm. Les eaux d'extinction, infiltrées dans le massif de déchets, sont traitées avec les lixiviats. Le géotextile et la géomembrane sont impactés au niveau de l'un des flancs de l'alvéole. Des

travaux de reprise doivent avoir lieu. Le puits de collecte de lixiviats de l'alvéole est endommagé électriquement (rupture de l'alimentation électrique). Un arrêté préfectoral est pris pour encadrer les différents travaux de réparation et la remise en service.

Les employés avaient quitté le site 2 heures avant le départ de feu. L'exploitant fait l'hypothèse d'un départ de feu lié à un effet loupe sur un fragment de verre. De fortes chaleurs régnaient ce jour-là.

Dans le domaine des déchets, des incendies sont notamment recensés sur des installations de stockage de déchets non dangereux, sur des déchets non autorisés dans des centres de tri, transit, regroupement de déchets ou lors du broyage de déchets.

Des auto-échauffements des déchets stockés (ex : [ARIA 54714](#)), des effets « loupe » (concentration des rayons du soleil lors de leur passage à travers un morceau de verre) ou des emballements de réaction en compostage sont également des scénarios fréquents.

En dehors du secteur des déchets, des incendies sont également observés sur d'autres types d'installations et sur des matières avec notamment des fermentations de matières ou produits (tels que tournesol, luzerne, maïs, galets de chlore pour piscine, copeaux de bois, charbon, poussières), des surchauffes électriques ou de matériel, des montées en température ou en pression ou des feux de broussailles.

Auto-échauffement de chiffons imbibés de graisse dans une géobox

ARIA 54714 - 25/07/2019 - HAUTE-GARONNE

À 1h22, un feu se déclare dans une géobox située contre le mur extérieur de l'atelier d'une entreprise de matériel électronique. [...]

L'incendie est dû à un phénomène d'auto-échauffement initié par les températures exceptionnelles et les conditions de stockage des chiffons souillés : géobox noire, fermée et au soleil, sous des températures caniculaires. Après investigations réalisées par l'INERIS, il apparaît qu'une dizaine de chiffons imbibés de "MILASOLV BIO" et 5 imbibés de graisse "M4 siccativ" ont été déposés dans la géobox. La graisse et le MILASOLV se trouvent sur un matériau poreux (les chiffons). Ces chiffons ont été le carburant de la combustion. L'air présent dans la géobox a été le comburant. La source de chaleur provient d'une réaction d'oxydation ajoutée aux conditions extérieures et amorcée par celles-ci (39 °C à l'ombre). Cette oxydation des tissus imprégnés de graisse a conduit à un auto-échauffement générant, en quelques heures, l'incendie. Si la chaleur dégagée ne peut pas être dissipée aussi rapidement qu'elle est produite (cas de la géobox fermée), la température augmente à l'endroit où la chaleur est produite. Il s'agit d'une situation d'emballement thermique. Arrivée à la température d'auto-ignition du solvant (170 °C), les chiffons commencent à brûler sous la forme d'un feu couvant.

A la suite de l'événement, la mise en place d'une nouvelle gestion des géobox, chiffons souillés et déchets chimiques est à l'étude :

- éloigner les géobox extérieures par rapport aux bâtiments ;
- mettre en place de nouvelles géobox, d'un volume moindre, ventilées et de couleur claire ;
- reconsidérer la périodicité de la collecte des géobox des ateliers par le prestataire.

En attendant la mise en place de cette nouvelle gestion, l'exploitant décide provisoirement d'éloigner les géobox extérieures des bâtiments afin d'éviter une éventuelle transmission d'incendie. Il entrouvre également les géobox pour permettre un équilibre des températures en période de fortes chaleurs.

Même si l'agression externe par les fortes chaleurs est la cause première de ces événements, des causes plus profondes sont à l'origine de ces événements comme :

- l'organisation des contrôles. L'absence de contrôle ou l'insuffisance des contrôles opérés sont fréquemment rencontrés ;
- le choix des équipements et des procédés inadaptés. Des stockages (de par les conditions, le contenant ou le positionnement), du matériel ou des procédés comme le compactage ou le recouvrement insuffisants en installation de stockage de déchets non dangereux et aussi des moyens de lutte contre l'incendie mal dimensionnés ont été recensés.
- l'identification des risques. Des analyses de risques non réalisées, ne prenant pas en compte tous les phénomènes, les risques liés aux fortes chaleurs, les mélanges acide/base, la formation de zone ATEX, la stabilité thermique et chimique des produits, sous-estimant certains risques ou des analyses de risques non mises à jour lors modifications sur site sont recensées.

Les précipitations et/ou inondations

Une moyenne de vingt événements par an sur les installations industrielles françaises liée aux précipitations et/ou inondations est enregistrée dans la base de données ARIA entre 2010 et 2019, sauf en 2016 et 2018 où deux pics sont observés avec respectivement 38 et 67 événements enregistrés, correspondant aux inondations dans la région Ile de France et au passage des tempêtes Carmen et Eleanor.

Les inondations recensées sur cette période peuvent être dues soit à un débordement d'un cours d'eau de son lit naturel, soit au ruissellement pluvial lié à l'imperméabilisation des sols ou au refoulement du réseau d'assainissement ou des eaux pluviales, soit à la rupture d'une canalisation.

L'ensemble des secteurs d'activité est concerné par cette problématique. Cette dernière n'a généré aucun accident mortel et des blessés sont recensés seulement dans un événement sur cinquante.

Des conséquences économiques sont enregistrées dans ARIA dans la majorité des événements avec principalement des dommages matériels internes mais aussi des pertes d'exploitation internes. Ces derniers vont de quelques milliers d'euros à des centaines de millions d'euros (ex : [ARIA 48825](#)).

Inondation d'un entrepôt logistique

ARIA 48825 - 30/05/2016 - LOIRET

Un entrepôt logistique soumis à autorisation est inondé. Après 4 jours de pluies intenses, le bassin de rétention du site ainsi qu'un autre de la communauté de commune accumulent des eaux de pluie puis débordent. L'écoulement des eaux de la route départementale proche accentue le phénomène de submersion en raison de l'absence de caniveaux de drainage le long de la route. Les quais de déchargement forment un

point bas sur toute la périphérie, jouent également un rôle de rétention, protégeant cependant le voisinage d'une inondation.

Pertes des réseaux d'utilités

Durant l'inondation, les réseaux électriques ne fonctionnent pas du 30/05 22h45 au 31/05 19 h. Le poste électrique du site est situé en limite de propriété du site, en point bas par rapport à la route. A la suite de son inondation, les pompes de relèvement se sont mises en défaut. Pour alimenter en électricité le site, 3 groupes électrogènes sont mis en place durant 25 jours. Ces derniers permettent en autres de pomper les eaux stagnantes. Une tentative de pompage avec des moyens agricoles (2 cuves de 18 m³) avait préalablement été essayée mais elle s'est avérée infructueuse. Les pompiers ont ainsi été appelés pour trouver une meilleure solution.

Par ailleurs, le site ne subit pas de coupure téléphonique (l'autocommutateur IPBX étant protégé en salle informatique par un onduleur). Les lignes servant aux téléalarmes utilisent quant à elles des liaisons analogiques directes (RTC).

Conséquences

Une perte d'exploitation de 36 h est à déplorer. Les camions en attente d'accès au site sont garés en accord avec la municipalité dans 3 rues fermées à la circulation

D'importants dégâts matériels sont recensés : dégradation de la clôture, affaissement de structure et mouvements des sols. Les estimations des pertes d'exploitation et des dommages matériels sont de plus de 100 millions d'euros.

Enseignements tirés

La capacité d'absorption des eaux pluviales par les réseaux de la commune s'avère insuffisante lors de l'événement. La position du bassin de rétention communale située en point haut par rapport à l'entrepôt, ainsi que la capacité d'évacuation des eaux dans le LAY sont étudiées. Les travaux suivants sont réalisés :

- remplacement et surélévation du poste de distribution d'électricité de 2 m au-dessus du niveau du terrain naturel ;
- remplacement du câble d'alimentation électrique du poste de garde ;
- réparation de la clôture.

L'exploitant s'interroge par ailleurs sur la valeur du débit de rejet prévue pour son bassin de rétention car même avec les pompes en fonctionnement, le bassin aurait débordé compte tenu de l'intensité des précipitations.



Sur la période d'étude, le rejet de matières dangereuses ou polluantes est le phénomène principalement rencontré avec l'inondation de bâtiments ou de structure.

Des difficultés d'intervention peuvent être rencontrées notamment pour l'accès au site (voie immergée, hauteur d'eau...) avec des capacités de pompage importantes à mobiliser et des secours orientés en priorité pour l'assistance à la population. Les interventions de nuit avec des conditions météorologiques difficiles rendent par ailleurs le recours à des moyens de secours aérien difficile.

Là encore, même si l'agression externe est la cause première des événements, des causes plus profondes sont à leur genèse au niveau :

- de l'organisation des contrôles avec une absence ou une insuffisance des contrôles effectués ;
- du choix des équipements et des procédés inadaptés. Des dimensionnements du réseau d'eaux pluviales ou des bassins, des défauts de conception ou du matériel inadapté (telles que des pompes) sont recensés dans la base ARIA.
- de l'identification des risques. Des méconnaissances des réseaux d'eau, des sous-estimations des risques dus à la présence d'eau, des analyses de risque ne prenant pas en compte ou de manière insuffisante le risque inondation ou les fortes pluies, une absence de vidange de la rétention du site suite à un premier épisode pluvieux, une implantation du site inadaptée face au risque inondation sont autant d'éléments répertoriés dans la base de données ARIA.

Conclusion

Le retour d'expérience des événements naturels et technologiques (NaTech) sur les installations industrielles françaises entre 2010 et 2019 montre une augmentation sensible du nombre d'événements recensés. Les causes profondes identifiées lors de l'analyse des événements recensés permettent de formuler les recommandations suivantes.

Tout d'abord, l'exploitant doit identifier pour son site les événements naturels qui peuvent porter atteinte à ses installations et doit retenir un ou plusieurs événements de référence. Par exemple, pour un scénario d'inondation, la hauteur d'eau susceptible d'être atteinte doit être évaluée.

Il doit par ailleurs élaborer différents scénarios pour les événements retenus et anticiper les difficultés pouvant être rencontrées. Pour un scénario d'incendie en cas de fortes chaleurs, la disponibilité des produits d'extinction doit être prévue.

En outre, les mesures de mitigation à adopter pour diminuer les effets d'un événement naturel sont bien entendu à adapter en fonction de la vulnérabilité des installations et doivent prendre en compte la durée de l'événement mais également la phase de retour à une activité dite « normale ».

Enfin, la prise en compte de l'ensemble des risques identifiés par agression naturelle doit être effectuée dans toutes les procédures d'exploitation du site avec la mise en place d'un suivi des alertes météorologiques. Ces dernières, diffusées par Météo France, appellent au déploiement d'une plus grande vigilance concernant l'exploitation des installations ou la mise en place de mesures de prévention sur l'arrivée de phénomènes naturels dangereux dans les 24 h à venir. Les cas observés montrent qu'une vigilance particulière s'impose quant au dimensionnement des mesures de défense pour prendre en compte l'intensité croissante de ces phénomènes observée ces dernières années.