



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ARIA
DGPR SRT BARPI

BARP
DGPR SRT
Médiathèque interactive de référence
en accidentologie industrielle

Synthèse

| Avril 2022 |

Accidentologie liée au vent



Crédits photos :

Laurent Mignaux/TERRA

DREAL Nouvelle-Aquitaine

Sommaire

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION..... | 4 |
| 1. QUELQUES ÉLÉMENTS SUR LE VENT..... | 5 |
| 2. GÉNÉRALITÉS SUR L'ACCIDENTOLOGIE LIÉE AU VENT..... | 7 |
| Répartition par année..... | 7 |
| Répartition par mois de survenance..... | 8 |
| Répartition par région..... | 9 |
| Régime des installations concernées..... | 9 |
| Code NAF des établissements concernés..... | 10 |
| Récurrence..... | 10 |
| Phénomènes observés..... | 11 |
| Conséquences enregistrées..... | 12 |
| 3. DES SCÉNARIOS BIEN PARTICULIERS..... | 14 |
| Le vent associé à un autre phénomène d'origine naturelle..... | 14 |
| Impacts du vent sur la toiture d'un bâtiment, sur une cheminée ou sur des bâches de couverture | 16 |
| Impacts du vent sur une éolienne..... | 19 |
| Envois de déchets, poussières, produits, transfert de flammes, particules, dissémination d'odeurs, débordement..... | 20 |
| Vent générant des problèmes électriques..... | 22 |
| Chute d'objets ou endommagements..... | 22 |
| Mise en défaut des mesures de protection (arrosage, coupe-vent)..... | 23 |
| Impact sur la diffusion des fumées ou de l'air chaud..... | 23 |
| Autres événements | 23 |
| 4. LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS..... | 25 |

INTRODUCTION

4

La base de données ARIA¹ recense des événements aux causes premières diverses comme des défauts matériels, des pertes de contrôle de procédé mais aussi des agressions externes. Celles-ci comprennent les phénomènes naturels intenses et une nette augmentation de l'accidentologie² provoquée ou aggravée par ces phénomènes a été constatée cette dernière décennie dans les installations industrielles françaises. Parmi ces phénomènes naturels, la France est particulièrement concernée par les pluies et les inondations, et de plus en plus par les fortes chaleurs. Toutefois, le vent a aussi un impact. Ce dernier est souvent un facteur aggravant, notamment dans les événements où un incendie est impliqué. Mais le vent peut également être source d'événements. C'est l'objet de cette synthèse.

Au 01/02/2022³, la base de données ARIA recense 129 événements survenus en France dans des installations industrielles dont le vent est une ou la cause première. Ceux-ci sont survenus entre 1977 et 2021. Cet échantillon n'est pas exhaustif de l'ensemble des événements survenus en France ayant pour cause première ou perturbation le vent pendant la période mentionnée, mais représente une tendance de l'accidentologie. Il est notamment basé sur les remontées d'informations des inspecteurs de l'environnement, des services de secours, des exploitants et de la presse.

Ce document synthétise l'accidentologie causée par cette perturbation d'origine naturelle et met en exergue les différents enseignements que l'on peut en tirer. Il est illustré d'exemples issus de la base de données ARIA dont les résumés sont cités en tout ou partie⁴.

¹ ARIA : Analyse, Recherche et Information sur les Accidents : base de données disponible gratuitement sur : <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>

² Accidentologie : dans l'ensemble du document, ce terme désigne l'étude des accidents et incidents industriels

³ Extraction de la base de données ARIA des événements survenus jusqu'au 31/12/2021.

⁴ L'intégralité des résumés des événements est disponible sur : <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>

QUELQUES ÉLÉMENTS SUR LE VENT

En météorologie, le vent désigne le mouvement horizontal de l'air. Il s'agit du mouvement des masses d'air confrontées aux différences de pression atmosphérique.

Il est caractérisé par deux éléments, sa direction et sa vitesse. Ces éléments sont toujours une moyenne sur une période donnée.

Une échelle de caractérisation, l'échelle Beaufort, permet de classer et de désigner la force du vent par degrés successifs. Initialement utilisée en météorologie marine, elle est également applicable sur la terre ferme.

| Degré Beaufort | Terme descriptif | Vitesse moyenne en km/h | Observations sur terre |
|----------------|-------------------|-------------------------|---|
| 0 | Calme | < 1 | On ne sent pas de vent ; la fumée s'élève verticalement. |
| 1 | Très légère brise | de 1 à 5 | On sent très peu le vent ; sa direction est révélée par la fumée qu'il entraîne, mais non par les girouettes. |
| 2 | Légère brise | de 6 à 11 | Le vent est perçu au visage ; les feuilles frémissent, les girouettes tournent. |
| 3 | Petite brise | de 12 à 19 | Les drapeaux légers se déploient ; les feuilles et les rameaux sont sans cesse agités. |
| 4 | Jolie brise | de 20 à 28 | Le vent soulève la poussière, les feuilles et les morceaux de papier, il agite les petites branches ; les cheveux sont dérangés, les vêtements claquent. |
| 5 | Bonne brise | de 29 à 38 | Les yeux sont gênés par les matières dans l'air ; les arbustes en feuilles commencent à se balancer ; des vaguelettes se forment sur les plans d'eau. |
| 6 | Vent frais | de 39 à 49 | Les manches sont gonflées par les côtés, l'utilisation des parapluies devient difficile ; les grandes branches sont agitées, les fils des lignes électriques font entendre un sifflement. |
| 7 | Grand frais | de 50 à 61 | La marche contre le vent devient pénible ; les arbres sont agités en entier. |
| 8 | Coup de vent | de 62 à 74 | La marche contre le vent est très difficile ; le vent casse des rameaux. |
| 9 | Fort coup de vent | de 75 à 88 | Les enfants sont renversés ; le vent arrache les tuyaux de cheminées et endommage les toitures. |
| 10 | Tempête | de 89 à 102 | (Rarement observé à terre) Les adultes sont renversés ; les arbres sont déracinés, les habitations subissent d'importants dommages. |
| 11 | Violente tempête | de 103 à 117 | (Très rarement observé à terre) Ravages étendus |
| 12 | Ouragan | 118 et plus | (En principe, degré non utilisé) Ravages désastreux : violence et destruction. |

En météorologie, la notion de vent violent s'applique pour des vents de force 10 à 12 sur l'échelle de Beaufort. Le terme de tempête n'est rigoureusement défini qu'en météorologie marine et tropicale. Toutefois, les rafales de vent approchant les 100 km/h dans l'intérieur des terres et 120 km/h (voire 130 km/h) sur les côtes sont qualifiées de tempête. Les tempêtes qualifiées de « majeures » au niveau national affectent plus de 10 % du territoire.

6

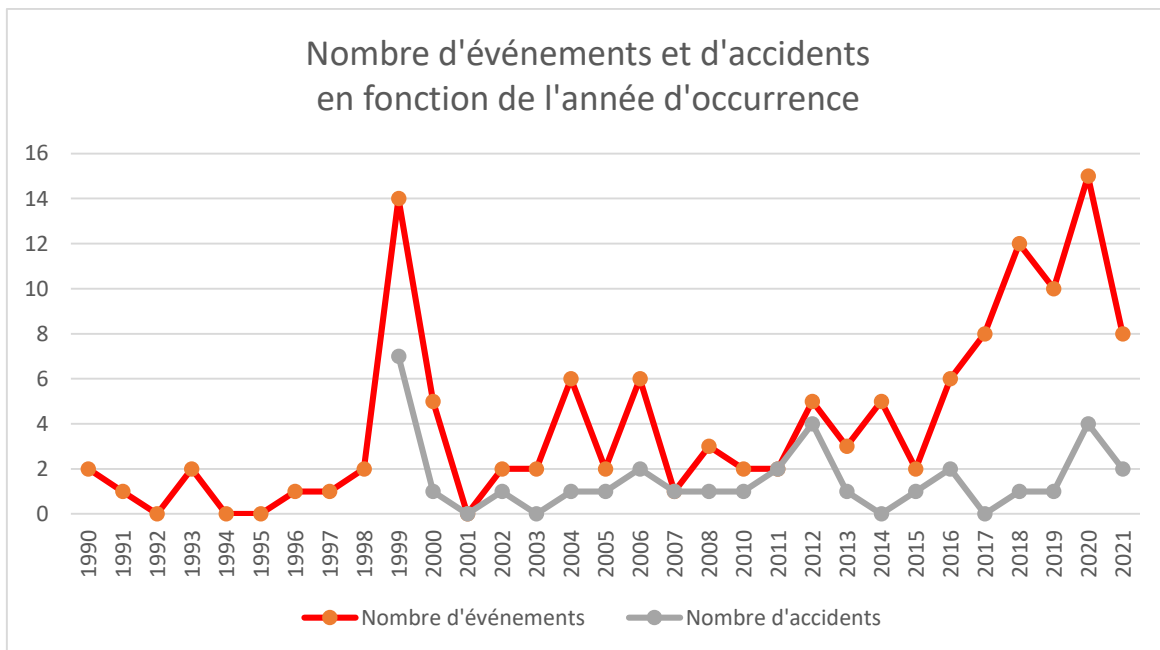


GÉNÉRALITÉS SUR L'ACCIDENTOLOGIE LIÉE AU VENT

RÉPARTITION PAR ANNÉE

129 événements survenus, en raison du vent, en France dans les installations industrielles ont été recensés dans la base de données ARIA entre 1977 et 2021.⁵ Parmi ces événements, 34 sont classés comme « accident⁶ », soit un peu plus d'un quart. Aucun n'accident n'est classé « majeur » au sens de la directive Seveso.

Le graphique suivant illustre la répartition des événements entre 1990 et 2021. Un seul événement est comptabilisé entre 1977 et 1989 et n'est pas représenté.



Ce graphique met en exergue un pic d'événements en 1999. Sur les 14 événements recensés cette année-là, 12 se sont produits sur deux journées consécutives et sont liés aux violentes tempêtes, Lothar qui a traversé le nord de la France le dimanche 26 décembre 1999 et Martin qui a dévasté la moitié Sud du pays, le 27 et 28 décembre 1999, avec des rafales de vent de plus 150 km/h⁷. Ces deux tempêtes sont considérées comme majeures selon Météo France.

⁵ À la date du 1^{er} février 2022

⁶ Un accident est un événement ayant porté atteinte aux intérêts protégés par l'article L.511-1 du code de l'environnement, à savoir la commodité du voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publiques, l'agriculture, la protection de la nature, l'environnement et les paysages, l'utilisation économe des sols naturels, agricoles ou forestiers, l'utilisation rationnelle de l'énergie, la conservation des sites et des monuments ainsi que les éléments du patrimoine archéologique.

⁷ Source Météo France : <http://tempetes.meteo.fr/spip.php?article89> et <http://tempetes.meteo.fr/spip.php?article150>

Hormis ce pic en 1999, la tendance de l'accidentologie est à l'augmentation, notamment sur les cinq dernières années, que ce soit au niveau des événements (ensemble des accidents et des incidents) qu'au niveau des accidents.

Pour le pic d'événements de l'année 2020 (15), année la plus accidentogène de l'étude, un seul événement ([ARIA 55055](#)) est la résultante d'une des deux tempêtes majeures recensées par Météo France cette année-là. Il s'agit de l'événement qui s'est produit lors de la tempête Ciara, d'une durée exceptionnelle de 53 heures et qui a balayé particulièrement le Nord de la France et la Corse, avec

8

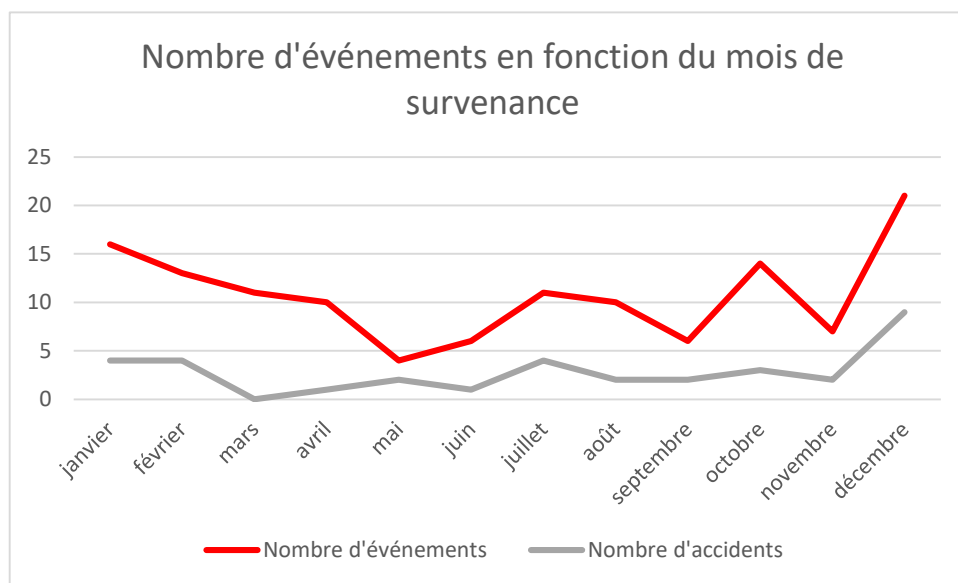
Rupture d'une pale d'éolienne lors du passage d'une tempête
ARIA 55055 – 09/02/2020 - Beaurevoir (02)

Dans la nuit, une pale d'une éolienne située dans un parc composé de 5 machines se brise lors du passage de la tempête Ciara.

D'après l'exploitant, les conditions météorologiques durant le week-end sont à l'origine de la rupture de la pale.

près d'un quart de la surface du pays soumis à des vents de plus de 100 km/h⁸.

RÉPARTITION PAR MOIS DE SURVENANCE

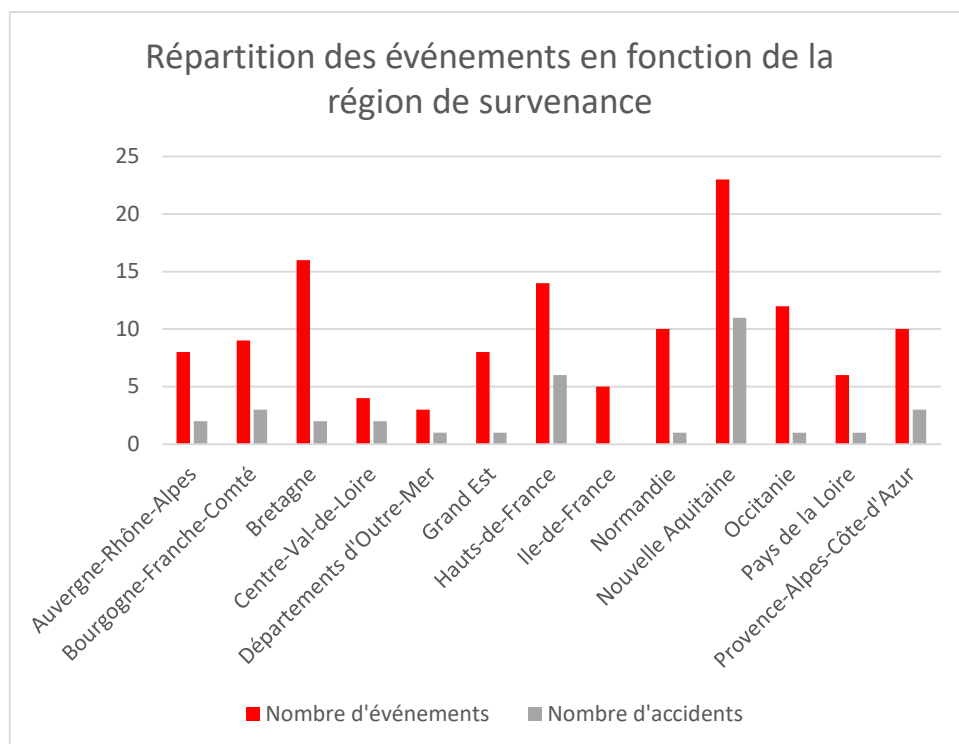


L'analyse de ce graphique montre que près de deux tiers des événements se produisent sur la période automne-hiver (c'est-à-dire d'octobre à mars). Un pourcentage similaire est également observé pour les accidents.

Le mois de décembre est le mois où le plus d'événements sont enregistrés dans la base de données ARIA.

⁸ Source Météo France: <http://tempetes.meteo.fr/spip.php?article273>

RÉPARTITION PAR RÉGION



L'analyse de ce graphique montre que les régions les plus impactées par le vent sont les régions du nord de la France et celles de la façade atlantique. Cela pourrait être lié aux tempêtes associées à des dépressions situées sur le proche Atlantique, qui sont bien plus fréquentes que les tempêtes d'origine méditerranéenne.

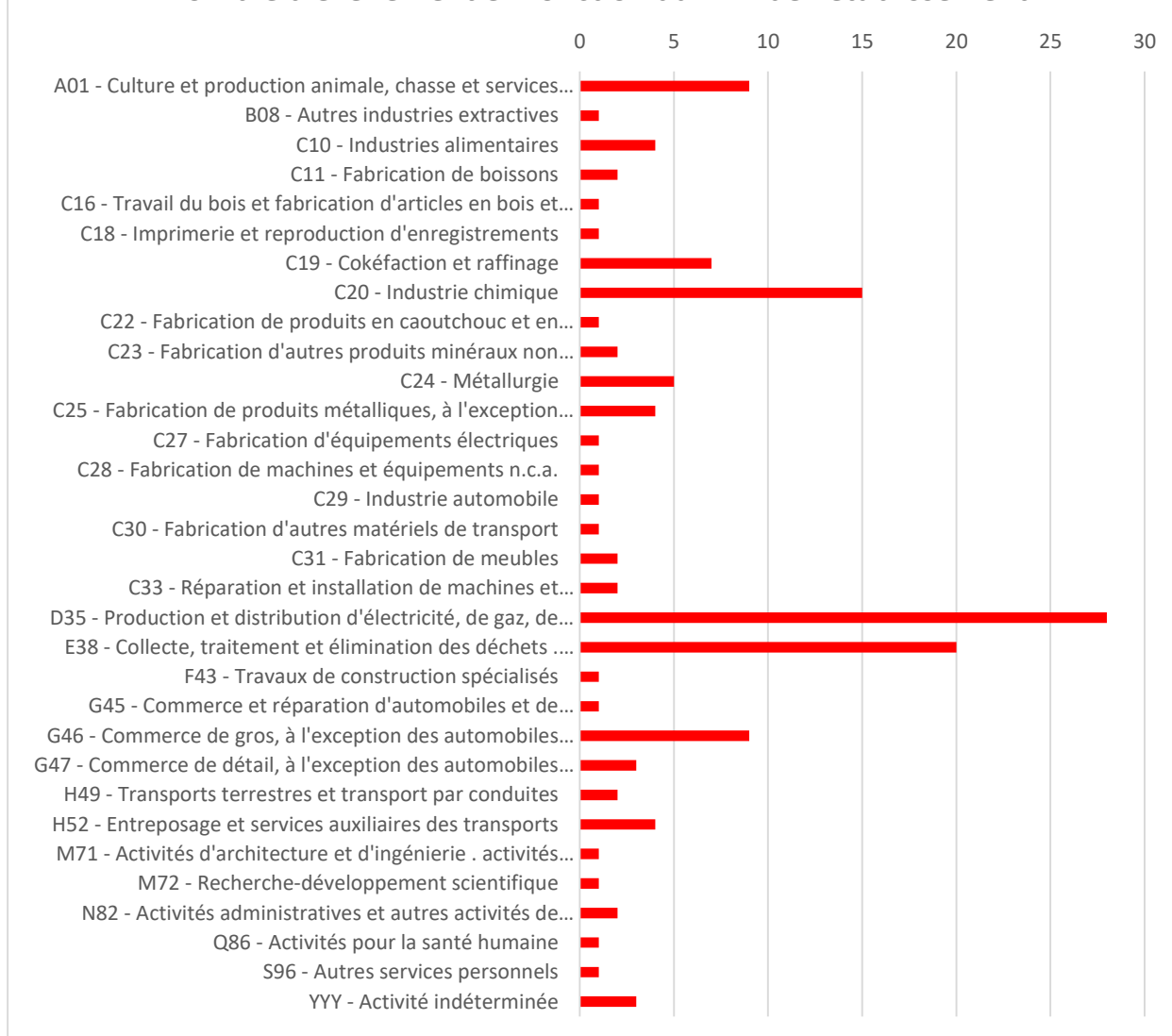
RÉGIME DES INSTALLATIONS CONCERNÉES

| Régime de l'installation | Seveso Seuil Haut | Autorisation | Enregistrement | Déclaration | En dessous des seuils de la nomenclature ICPE | Régime non connu |
|--------------------------|-------------------|--------------|----------------|-------------|---|------------------|
| Nombre d'événements | 23 | 61 | 1 | 20 | 2 | 22 |
| Nombre d'accidents | 5 | 17 | 0 | 8 | 1 | 3 |

Ce tableau montre qu'une part importante des événements (près de deux tiers) se déroule dans des établissements soumis au régime de l'autorisation ou à celui des Seveso seuil haut. Toutefois, ces chiffres restent à nuancer car le recensement de l'accidentologie sur ces régimes d'installation est plus exhaustif dans la base de données ARIA que celui concernant les installations relevant des autres régimes.

CODE NAF⁹ DES ÉTABLISSEMENTS CONCERNÉS

Nombre d'événement en fonction du NAF de l'établissement



10

Une grande partie des secteurs d'activité est concernée par l'accidentologie liée au vent mais certains ressortent de manière prépondérante. Des scénarios bien particuliers d'événements se détachent et sont détaillés dans la troisième partie de la présente étude.

RÉCURRENCE

Il est à noter, que sur les 129 événements, cinq installations ont enregistré deux événements et une installation est concernée par trois événements :

- [ARIA 28642](#) et [29079](#) concernent une installation de stockage de déchets non dangereux ;
- [ARIA 33287](#) et [45160](#) concernent une raffinerie ;
- [ARIA 42887](#) et [42889](#) concernent une éolienne ;
- [ARIA 53295](#) et [53299](#) concernent une installation de compostage ;

⁹ Le code NAF est le code de nomenclature française. Ce code est relatif à l'activité principale d'une entreprise et est délivré lors de son immatriculation.

- [ARIA 53986](#) et [57335](#) concernent une aciérie ;
- [ARIA 55332](#), [56078](#), [56356](#) concernent un méthaniseur.

PHÉNOMÈNES OBSERVÉS

Sur les 129 événements étudiés, les phénomènes¹⁰ observés sont les suivants :

| | Nombre d'événements | Pourcentage des événements recensés |
|--|---------------------|-------------------------------------|
| Incendie | 44 | 34,1 |
| Rejet de matières dangereuses ou polluantes | 34 | 26,4 |
| Explosion | 2 | 1,6 |
| Autres phénomènes | 64 | 49,6 |
| Atteinte à l'intégrité physique d'un équipement (hors capacité ¹¹) | 24 | 18,6 |
| Atteinte à l'intégrité d'une capacité sans rejet | 8 | 6,2 |

11

Près de la moitié des événements sont concernés par des phénomènes autres que ceux rencontrés habituellement dans l'accidentologie industrielle, à savoir un incendie, une explosion ou un rejet de matières dangereuses ou polluantes. Il s'agit notamment de l'atteinte à des équipements (toiture, cheminée...).

Envol d'une partie de toiture d'un bâtiment d'entreposage d'engrais

ARIA 56293 – 09/08/2020 - Auxe (45)

Dans la nuit, une partie du toit d'un bâtiment de stockage d'engrais et de produits phytopharmaceutiques s'envole dans une entreprise de commerce de produits chimiques. Le bâtiment est situé à 20 m des 2 cuves de GPL de 31 t chacune. L'alerte est donnée par la société de télésurveillance à la suite du déclenchement de l'alarme intrusion et après leur déplacement sur site. Le lendemain, la toiture endommagée du bâtiment étant constituée de tôles en fibrociment amiantées, une société spécialisée sécurise la zone sinistrée dans la gestion des structures amiantées.



© DREAL Centre-Val-de-Loire

¹⁰ Un événement peut être composé de un ou plusieurs phénomènes.

¹¹ Une capacité représente tout type de contenant (fût, canalisation...)

CONSÉQUENCES ENREGISTRÉES

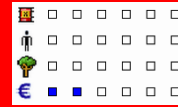
L'analyse des 129 événements sélectionnés dans la base d'étude montre que des conséquences ont été enregistrées pour la majorité des événements (120). Elles sont réparties de la manière suivante :

| | Nombre d'événements | Pourcentage des événements du périmètre d'étude |
|---------------------------------------|---------------------|---|
| Conséquences humaines | 5 | 3,9 |
| Morts | / | / |
| Blessés graves | / | / |
| Blessés légers | 5 | 3,9 |
| Blessés totaux | 5 | 3,9 |
| Conséquences économiques | 101 | 78,3 |
| Dommages matériels internes | 98 | 76 |
| Dommages matériels externes | 8 | 6,2 |
| Pertes d'exploitation internes | 34 | 26,4 |
| Pertes d'exploitation externes | 1 | 4,7 |
| Conséquences sociales | 30 | 23,3 |
| Chômage technique | 6 | 4,7 |
| Tiers sans abris | / | / |
| Privations d'usage (eau, gaz ...) | 4 | 3,1 |
| Nuisances sonores | 3 | 2,3 |
| Population évacuée | 2 | 1,6 |
| Population confinée | 1 | 0,8 |
| Périmètre de sécurité | 15 | 11,6 |
| Interruption de circulation | 7 | 5,4 |
| Conséquences environnementales | 39 | 30,2 |
| Atteinte aux milieux (air, eau, sol) | 35 | 27,1 |
| Atteinte à la faune sauvage | 1 | 0,8 |
| Atteinte à la flore sauvage | / | / |
| Atteinte aux espèces cultivées | 2 | 1,6 |
| Atteinte aux animaux d'élevage | 4 | 3,1 |
| Autres conséquences | 7 | 5,4 |

Les conséquences liées au vent sont majoritairement économiques et la faible part des conséquences humaines est à relever (aucun accident mortel recensé).

Bris d'une pale d'éolienne par une tempête

ARIA 41578 – 04/01/2012 - Widehem (62)



Vers 20h50, alors que le vent souffle en rafales à plus de 100 km/h, les 6 éoliennes d'un parc se mettent en arrêt de sécurité. Sur l'une d'elles, une pale se disloque, percute le mât puis une seconde pale. Des débris sont projetés à 160° jusqu'à 380 m sur 4,3 ha. Des usagers de l'A16 voisine signalent l'accident à l'aube.

Les pertes matérielles sont estimées à 800 kEuros. Le manque à gagner se chiffre à 20 kEuros par semaine d'arrêt.



© DREAL Hauts-de-France

DES SCÉNARIOS BIEN PARTICULIERS

L'analyse des 129 événements du périmètre d'études montre, comme précisé dans la deuxième partie de la présente synthèse, qu'un certain nombre de secteurs d'activité est concerné. L'examen de ces événements permet également d'identifier et de répertorier des scénarios spécifiques associés à l'accidentologie liée au vent.

| Scénario d'événements | Nombre d'événements concernés ¹² |
|--|---|
| Vent associé à un autre phénomène d'origine naturelle (pluies, chaleur, froid) | 37 |
| Impacts du vent sur la toiture d'un bâtiment, sur une cheminée ou sur des bâches de couverture | 29 |
| Impacts du vent sur une éolienne | 20 |
| Envois de déchets, poussières, produits, transfert de flammes, particules, dissémination d'odeurs, débordement | 17 |
| Vent générant des problèmes électriques | 13 |
| Chutes d'objets ou endommagement | 8 |
| Mise en défaut des mesures de protection (arrosage, coupe-vent) | 3 |
| Impact sur la diffusion des fumées ou de l'air chaud | 2 |
| Autres événements | 7 |

Ces scénarios d'événements vont être détaillés ci-après (dans l'ordre décroissant du nombre d'événements concernés).

LE VENT ASSOCIÉ À UN AUTRE PHÉNOMÈNE D'ORIGINE NATURELLE

37 événements du périmètre d'études ont pour perturbation ou cause première le vent associé à un autre phénomène naturel :

- des pluies (notamment dans le cadre de l'orage¹³) : [ARIA 10169](#), [14277](#), [17316](#), [17317](#), [17318](#), [17319](#), [17320](#), [17321](#), [17322](#), [17323](#), [17324](#), [26579](#), [31993](#), [34815](#), [38762](#), [40757](#), [50066](#), [51444](#) et de la neige : [ARIA 31511](#) ;
- de la chaleur : [ARIA 7504](#), [42873](#), [45868](#), [46873](#), [47358](#), [50321](#), [50935](#), [51818](#), [52936](#), [53055](#), [53295](#), [53299](#), [54376](#), [55004](#), [56092](#), [56360](#), [58442](#) ;
- du froid : [ARIA 56802](#).

Les pluies

Les événements où le vent est associé aux pluies sont souvent des événements où des orages sont impliqués. Ainsi, des coupures de courant ([ARIA 26579](#)), des incendies liés à la foudre, des inondations ([ARIA 17316](#)) ou des infiltrations d'eau ([ARIA 38762](#)) pouvant le cas échéant entraîner des courts-circuits électriques ([ARIA 49757](#)), des phénomènes électrostatiques ([ARIA 31993](#)) mais également des endommagements de toiture ([ARIA 51444](#)) sont observés.

¹² Certains événements peuvent être comptabilisés dans deux catégories.

¹³ Un orage est une perturbation atmosphérique violente, caractérisée par des phénomènes électriques (éclairs, tonnerre), souvent accompagnée de pluie et de vent.

Dégradation d'une société de transport à la suite d'un orage

ARIA 51444 – 29/04/2018 – Vendrevre-sur-Barse (10)

Lors d'un épisode orageux très violent, les installations d'une société de transports de déchets spéciaux industriels, notamment nucléaires, sont endommagées. Un pignon d'entrée s'effondre. La toiture s'envole sur une partie du bâtiment. Ses charpentes métalliques sont vrillées. Toutes les portes sont soufflées. Le matériel routier subi également d'importants dégâts.

Une partie du site abritant les matières ionisantes n'est plus intègre (toit arraché et mur endommagé) mais inaccessible à toute personne. L'intégrité du local à déchets radioactifs est maintenue. Un périmètre de sécurité est mis en place.

Il est à noter que la moitié de ces événements sont des accidents et qu'un tiers de ces événements se sont produits dans des établissements soumis Seveso seuil haut.

Les causes profondes de ces événements sont connues pour douze d'entre eux, selon la répartition ci-après. Les facteurs organisationnels sont impliqués et notamment la gestion des risques.

| Causes avérées ou supposées | Nombre d'événements concernés ¹⁴ |
|---|---|
| Facteurs organisationnels | 12 |
| <i>Conditions de travail des opérateurs</i> | 5 |
| Procédures et consignes | 4 |
| Ergonomie | 1 |
| <i>Gestion des risques</i> | 12 |
| Identification des risques | 1 |
| Choix des équipements et procédés | 1 |
| Organisation des contrôles | 2 |

La chaleur

Les événements où le vent est associé aux fortes chaleurs sont souvent des événements où des phénomènes d'auto-inflammation sont impliqués, que ce soit pour des produits ([ARIA 7504](#)) ou des déchets. De nombreux événements sont constatés dans des sites de stockages de déchets verts ou des sites de compostage ([ARIA 42873](#), [45868](#), [47358](#), [50321](#), [50935](#), [52936](#), [53295](#), [53299](#), [55004](#), [56360](#)). Des événements sont également recensés dans des centres de tri, transit, regroupement de déchets ([ARIA 46873](#), [54376](#)), dans des installations de stockage de déchets non dangereux ([ARIA 51818](#), [58442](#)) ou dans des zones de stockage de combustibles solides de récupération ([ARIA 53055](#)). Enfin, un événement s'est produit à la suite du marquage à chaud de palettes ([ARIA 56092](#)).

Incendie dans une installation de fabrication de terreau

ARIA 53299 – 16/03/2019 – Saint Escobille (91)

Un samedi, un feu se déclare sur un andain de fumier de cheval de 300 m³ dans une installation de fabrication de terreau par compostage.

L'andain de fumier était en fin de compostage. Le vent fort soufflant depuis plusieurs jours a favorisé le départ de feu par effet cheminée sur l'andain chaud à cœur. L'absence de personnel le week-end n'a pas permis d'identifier le début d'échauffement et l'apparition des flammes.

¹⁴ Chaque événement peut être concerné par une ou plusieurs causes.

Les causes profondes de ces événements sont connues pour neuf d'entre eux, selon la répartition ci-après. Les facteurs organisationnels sont impliqués et notamment la gestion des risques.

| Causes avérées ou supposées | Nombre d'événements concernés ¹⁵ |
|--|---|
| Facteurs organisationnels | 9 |
| <i>Conditions de travail des opérateurs</i> | 3 |
| Formation et qualification du personnel | 1 |
| Organisation du travail et encadrement | 1 |
| Procédures et consignes | 2 |
| <i>Gestion des risques</i> | 8 |
| Identification des risques | 2 |
| Choix des équipements et procédés | 2 |
| Prise en compte du REX | 1 |
| Organisation des contrôles | 2 |

16

Le froid

Un seul événement est recensé dans la base de données ARIA associant le froid et le vent comme élément amplificateur ([ARIA 56802](#)). Celui-ci a eu pour conséquences le gel d'une partie aérienne d'une tuyauterie contenant du lisier. L'exploitant n'avait pas identifié les risques liés au gel. Le calorifugeage des tuyauteries a été effectué à la suite de l'événement.

IMPACTS DU VENT SUR LA TOITURE D'UN BÂTIMENT, SUR UNE CHEMINÉE OU SUR DES BÂCHES DE COUVERTURE

29 événements du périmètre d'études ont pour perturbation ou cause première le vent avec des impacts :

- sur la toiture d'un bâtiment : [ARIA 15179](#), [16983](#), [25919](#), [29548](#), [31511](#), [31612](#), [34816](#), [43230](#), [44170](#), [45825](#), [47578](#), [47738](#), [50852](#), [51444](#), [56132](#), [56293](#), [56937](#) ou générant des fragilisations : [ARIA 51963](#) ;
- sur une cheminée : [ARIA 1677](#), [25509](#), [45160](#), [55327](#), [55544](#) ;
- sur des bâches de couvertures : [ARIA 17229](#), [47764](#), [55332](#), [55333](#), [56078](#), [56356](#).

Impacts sur la toiture d'un bâtiment

L'analyse du retour d'expérience montre que le vent peut avoir un impact sur les toitures de bâtiment, que ce soit par la fragilisation d'éléments de charpente, l'envol de parties constituant la toiture, y compris de panneaux photovoltaïques, de torsion de charpente métallique ou d'effondrement total de la toiture.

Les causes profondes ne sont enregistrées que pour deux événements et ne permettent pas d'être représentatives.

¹⁵ Chaque événement peut être concerné par une ou plusieurs causes.

Panneaux photovoltaïques arrachés lors d'une tornade

ARIA 47578 – 09/01/2016 – La Chapelle-des-Fougeretz (35)

Une mini-tornade arrache la moitié des 4 000 m² de panneaux photovoltaïques installés sur le toit d'une exploitation agricole. Une maison voisine est endommagée par les débris.

Impacts sur une cheminée

La base de données ARIA recense cinq événements où des chutes de cheminée ont été observées à la suite de vent. Dans deux de ces événements, des problèmes de corrosion étaient observés sur la cheminée ou son embase ([ARIA 45160](#), [55544](#)), et dans un des cas, le positionnement de la cheminée était instable en raison de travaux préalablement réalisés ([ARIA 55327](#)).

17

Chute d'une cheminée dans une usine chimique

ARIA 55327 – 12/12/2019 – Dôle (39)

À la suite de vents violents pendant la nuit, l'exploitant constate, lors d'un contrôle le lendemain matin avec les secours, la disparition d'une des 2 cheminées servant à l'extraction préventive des outils de production et filtration d'une usine chimique. Les intempéries ont sectionné la cheminée en 2 morceaux, qui sont tombés. Aucun dégât matériel supplémentaire n'est à déplorer. L'exploitant met à l'arrêt la production. Il fait appel à une société extérieure pour les réparations. Elles sont estimées à 990 € mais, 2 mois après l'incident, elles ne sont toujours pas effectuées en raison des conditions météorologiques et la production est toujours à l'arrêt.

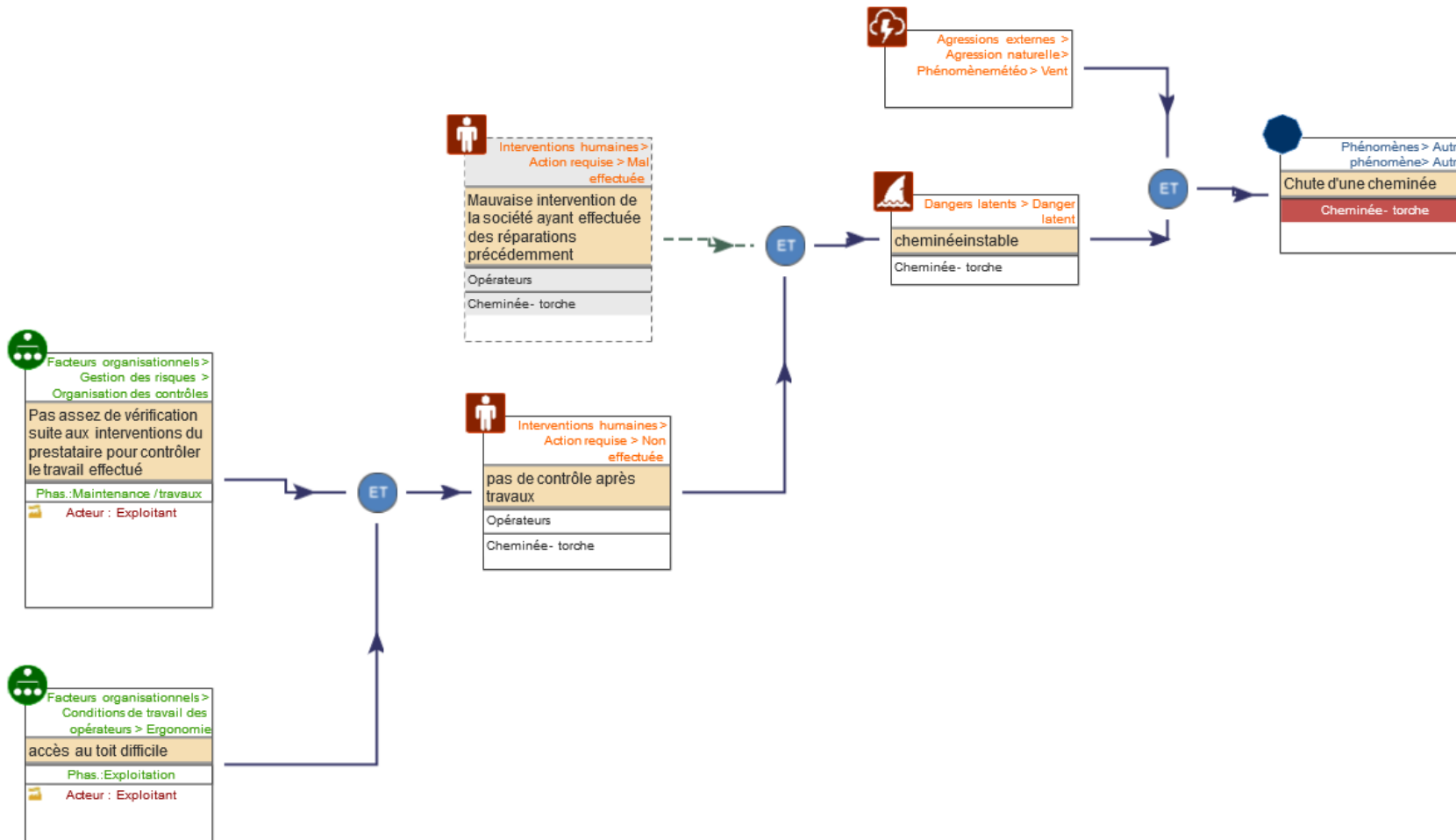
Avant l'été 2019, l'entreprise spécialisée est intervenue pour consolider les cheminées, instables sous l'effet du vent. La cheminée cassée a fait l'objet d'une intervention supplémentaire 2 mois avant l'incident. L'installation initiale empêchait l'ouverture d'une trappe de désenfumage. Ainsi, les câbles de maintien de la cheminée ont été déplacés. L'exploitant suspecte une mauvaise intervention du prestataire. L'accès sur le toit étant compliqué, il n'a pas vérifié le travail effectué.

L'exploitant réfléchit à la mise en place d'une échelle avec garde-corps. Il prévoit un contrôle plus fréquent de l'état des cheminées extérieures. Les échanges avec le prestataire étant difficiles, il envisage de mettre fin à cette collaboration et d'en trouver un autre.



© DR Exploitant

ARIA 55327 - Chute d'une cheminée dans une usine chimique



-- Bloc ou lien supposé

- Phénomènes**
- Phénomènes
- Causes premières**
- Agressions externes
 - Dangers latents
 - Interventions humaines
- Causes profondes**
- Facteurs organisationnels

Impacts sur une bâche de couverture

Six événements sont recensés dans la base de données ARIA avec un impact sur des bâches de couverture souples. Un événement concerne la bâche de couverture d'un silo gonflable ([ARIA 17229](#)) tandis que les cinq autres concernent des méthaniseurs.

Les causes profondes sont enregistrées pour quatre de ces événements. Il s'agit pour tous de la gestion des risques, notamment dans le choix des équipements pour l'arrimage des bâches.



© DREAL Bretagne

[ARIA 56356](#) – 29/03/2020 – Quimper (29)

IMPACTS DU VENT SUR UNE ÉOLIENNE

Vingt événements sont enregistrés dans ARIA avec le vent comme perturbation ou cause première : [ARIA 29388](#), [38999](#), [41578](#), [42887](#), [42889](#), [42895](#), [44870](#), [47680](#), [49104](#), [49151](#), [49359](#), [50905](#), [50913](#), [54898](#), [55055](#), [55331](#), [55641](#), [55650](#), [56358](#), [58114](#).

Le phénomène principal rencontré est la chute de pale ou de morceaux de pale qui est rencontré dans près de trois quarts des événements (15). Vient ensuite la chute de l'éolienne rencontrée dans trois événements ([ARIA 29288](#), [42895](#), [50913](#)). Deux autres événements isolés sont également enregistrés : le dysfonctionnement du système de freinage ayant entraîné un incendie ([ARIA 38999](#)) mais aussi une perte de contrôle lors de la mise en service d'une éolienne ([ARIA 54898](#)).

Feu d'éoliennes

ARIA 38999 – 19/09/2010- Rochefort-en-Valdaine (26)

Un feu se déclare simultanément sur 2 éoliennes hautes de 45 m et distantes de 3 km. L'une se disloque et projette des débris entraînant 2 incendies de végétation sur 3 500 et 1 500 m².

Selon les secours qui ont constaté de forts coups de vent ce jour-là, le dysfonctionnement des freins hydrauliques automatiques sur 2 éoliennes aurait conduit à leur emballement et à l'incendie. Ce dispositif de sécurité a fonctionné correctement sur les 23 autres appareils du parc.



© SDIS 26

Les causes profondes de ces événements sont connues pour onze d'entre eux, selon la répartition ci-après. Les facteurs organisationnels sont impliqués dans tous les événements où les causes sont connues, notamment la gestion des risques, avec une prépondérance de l'organisation des contrôles. Un événement a également pour origine un facteur humain ([ARIA 54898](#)).

20

| Causes avérées ou supposées | Nombre d'événements concernés ¹⁶ |
|--|---|
| Facteurs organisationnels | 11 |
| <i>Conditions de travail des opérateurs</i> | 4 |
| Formation et qualification du personnel | 3 |
| Organisation du travail et encadrement | 2 |
| Procédures et consignes | 2 |
| <i>Gestion des risques</i> | 11 |
| Identification des risques | 2 |
| Choix des équipements et procédés | 6 |
| Prise en compte du REX | 1 |
| Organisation des contrôles | 7 |
| Facteurs humains | 1 |

Perte de contrôle d'une éolienne lors d'une mise en service

ARIA 54898 – 06/12/2019- Avelanges (21)

Vers 15 h, alors qu'une équipe d'installation réalise un travail d'étiquetage sur une éolienne, cette dernière commence à tourner malgré l'absence de raccordement électrique. L'équipe évacue en urgence par l'échelle. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité de 800 m autour de l'équipement. Les gendarmes stoppent la circulation sur la route voisine. Les conditions climatiques, vent violent, empêchent l'équipe d'intervenir pour mettre en sécurité la machine. Le lendemain vers 11 h, l'équipe bloque le rotor et remet les pales en position de sécurité.

L'incident se produit au cours de la préparation à la mise en service de l'éolienne. La mise en mouvement non contrôlée est due à une erreur de positionnement des angles des pales la veille de l'accident à 18 h et à la présence de vent violent.

L'exploitant renforce la procédure de positionnement des pales, avec un contrôle extérieur obligatoire malgré le brouillard ou l'obscurité.

ENVOLS DE DÉCHETS, POUSSIÈRES, PRODUITS, TRANSFERT DE FLAMMES, PARTICULES, DISSÉMINATION D'ODEURS, DÉBORDEMENT

L'analyse de la base de données ARIA montre que le vent peut être à l'origine d'événements liés à son effet dynamique. Sont en effet recensés des événements :

- d'envols de déchets, poussières, produits : [ARIA 28642](#), [29079](#), [29639](#), [35298](#), [47830](#), [51389](#) ;
- de transferts de flammes, de particules : [ARIA 4349](#), [8673](#), [24022](#), [32222](#), [33287](#), [43473](#), [52569](#), [53211](#), [57235](#) ;
- de dissémination d'odeurs : [ARIA 54227](#) ;
- de débordement : [ARIA 40676](#).

Envols de déchets, de poussières et de produits

¹⁶ Chaque événement peut être concerné par une ou plusieurs causes.

Parmi les six événements enregistrés dans la base de données ARIA, trois concernent des envols de déchets dans des installations de stockage de déchets non dangereux ([ARIA 28642](#), [29079](#), [29639](#)). Ces derniers sont des événements un peu anciens (2004 et 2005).

Un événement concerne des envols de matières chaudes qui conduisent à un incendie ([ARIA 47830](#)) et les deux autres concernent respectivement l'envol de poudre ([ARIA 35298](#)) et de poussières fines ([ARIA 51389](#)) avec des impacts hors du site industriel, sur les populations avoisinantes.

Les causes profondes sont enregistrées pour quatre de ces événements et relèvent d'une mauvaise gestion des risques.

Rejet de bauxite dans une entreprise de métallurgie

ARIA 51389 – 08/04/2018 - Gardanne (13)

Pendant le week-end, un nuage de poussières rouges en provenance d'une entreprise de métallurgie génère des dépôts chez les riverains. L'entreprise stocke des résidus de bauxite. Le vent violent a entraîné des dépôts dans les lotissements, une école et des édifices publics.

Le préfet prend un arrêté d'urgence pour ordonner la réparation des dommages causés.

Transfert de flammes et de particules

Dans neuf événements recensés dans la base de données ARIA, le vent a transféré des flammes ou des particules incandescentes d'un feu vers des matières inflammables et a généré un incendie. Pour cinq de ces événements, les causes profondes sont enregistrées dans ARIA et montrent qu'une mauvaise gestion des risques est à l'origine du sinistre.

Incendie d'un champ de blé à la suite de l'envol de scories provenant d'une usine pyrotechnique

ARIA 32222 – 20/07/2006 – Pontalier-sur-Saône (21)

Lors d'une opération de brûlage de déchets pyrotechniques dans une usine de fabrication d'explosifs, 2 scories s'envolent sous l'effet d'un vent léger. La première est arrêtée par un merlon et provoque un départ de feu. La seconde retombe 200 m plus loin et met le feu à un champ de blé. Bien qu'une partie de la parcelle ait déjà été moissonnée, 250 m² de culture céréalière sur 20 à 30 m de diamètre sont carbonisés. Les 7 membres de l'équipe d'intervention de l'usine et 5 pompiers extérieurs maîtrisent le sinistre. L'exploitant décide de faire surveiller la parcelle par son personnel pour éviter toute reprise éventuelle et envisage la pose d'une grille dans les secteurs de brûlage pour écarter ce type de scénario.

Les experts rappellent que les études de sécurité et les consignes des opérations de brûlage doivent prendre en compte les risques de transmission d'incendie dans l'environnement, notamment en fonction des conditions météorologiques (chaleur, vent...).

VENT GÉNÉRANT DES PROBLÈMES ÉLECTRIQUES

L'analyse de la base de données ARIA montre que le vent peut être à l'origine de problèmes électriques sur les installations industrielles : [ARIA 17029](#), [17067](#), [18466](#), [24131](#), [38762](#), [40757](#), [42922](#), [48849](#), [50066](#), [52569](#), [58151](#), [58152](#), [58154](#).

Ceux-ci sont de nature diverse et peuvent être soit des coupures ou des micro-coupures électriques (dont l'origine est par exemple l'arrachement de câbles électriques), des chutes de tension, des courts-circuits ou des dysfonctionnements d'éléments électriques.

Dans plus de la moitié des cas (8 événements), un incendie est lié à l'événement.

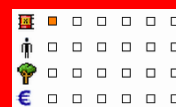
Par ailleurs, dans plus de la moitié des cas également (7 événements), l'événement est qualifié d'accident.

Les causes profondes ne sont enregistrées dans la base de données ARIA que pour cinq événements et identifient, pour ces derniers, la mauvaise gestion des risques comme étant à l'origine des événements.

22

Coupure électrique entraînant l'arrêt total d'une raffinerie

ARIA 18466 – 28/05/2000 – Petit-Couronne(76)



Une coupure d'alimentation électrique externe d'une raffinerie, due à une tempête, occasionne la perte des utilités du site puis l'arrêt de l'établissement, avec mise en sécurité de toutes les unités. Le POI est déclenché. Un important dégagement de fumée est visible à la torche et des gaz soufrés sont émis.

CHUTE D'OBJETS OU ENDOMMAGEMENTS

La base de données ARIA recense huit événements pour lesquels le vent a occasionné une chute d'objet ou un endommagement qui est à l'origine de l'événement. Il peut s'agir d'une chute de fenêtres ([ARIA 55056](#)), d'une chute de tôles ([ARIA 14811](#)), d'une chute de cuves ([ARIA 49280](#)), d'une chute de fûts ([ARIA 57318](#)), d'une chute de bouteilles ([ARIA 45851](#)) ou de percement de cuves ([ARIA 3144](#), [17236](#), [44528](#)).

Plus de la moitié de ces événements (5) ont entraîné un rejet de matières dangereuses ou polluantes. Les causes profondes sont enregistrées pour quatre de ces événements et relèvent d'une mauvaise gestion des risques par l'exploitant.

Pollution du LOING par une laverie industrielle

ARIA 57318 – 10/05/2021 – Bleaneau (89)

De la mousse sur le LOING est aperçue et l'exploitant d'une laverie industrielle est alerté. [...] La pollution provoque une mortalité piscicole de 2 t de truites dans une pisciculture située en aval. La pollution est constatée sur 3 km de rivière. Des résidus moussants sont visibles à 9 km. Un arrêté d'interdiction de la pêche est pris.

À l'origine, des fûts souillés vides stockés en extérieur hors rétention ont été renversés par de forts vents la veille. Le bouchon d'un des fûts contenant 200 l de dégraissant industriel (corrosif et nocif pour la faune aquatique) n'était pas bien vissé et a laissé s'écouler le produit dans le réseau d'eaux pluviales.

MISE EN DÉFAUT DES MESURES DE PROTECTION (ARROSAGE, COUPE-VENT)

Trois événements sont recensés dans la base de données ARIA et montrent que le vent peut mettre en défaut des dispositifs de protection, à savoir l'empêchement du maintien d'un arrosage en cas d'échauffement ([ARIA 19211](#)) ou alors le renversement de dispositifs de protection ([ARIA 27908, 53986](#)).

Incendie d'un dôme dans une aciérie

ARIA 53986 – 06/04/2019 – Dunkerque (59)

Un feu se déclare à l'intérieur d'un cowper, à l'arrêt pour maintenance, dans une aciérie.

L'incendie débute lors d'une découpe à l'aide d'un chalumeau. Quelques big-bags de chantier s'enflamment à l'intérieur du cowper. L'enquête montre que les matières combustibles étaient mal protégées contre les risques d'incendie. Les bâches ignifugées de protection se sont déplacées sous l'effet du vent.

23

IMPACT SUR LA DIFFUSION DES FUMÉES OU DE L'AIR CHAUD

Dans la base de données ARIA, deux événements sont recensés où le vent a un impact sur l'évacuation des fumées ([ARIA 6348](#)) ou sur l'évacuation de l'air chaud ([ARIA 19190](#)).

Début d'incendie sur un séchoir

ARIA 19190 – 30/10/2000 – Meru (60)

Au cours d'une opération de séchage de 10 t de graines de tournesol, un début d'incendie se produit après 1h50 de fonctionnement.

Le violent vent soufflant ce jour-là serait la cause d'un blocage de l'air chaud sortant du séchoir, provoquant une surchauffe du grain puis sa combustion. La mise en place de plusieurs sondes de contrôle de température sur l'extraction d'air permet l'arrêt automatique du brûleur et des moteurs du séchoir, et déclenche une alarme sonore.

AUTRES ÉVÉNEMENTS

La base de données ARIA recense un événement dont l'occurrence semble faible mais qui pourtant existe : l'ouverture d'une vanne en raison du déplacement sous l'effet du vent des lanières d'un rideau plastique situé à proximité ([ARIA 43123](#)).

Pollution du BANIOU par du fioul d'une usine aéronautique

ARIA 43123 – 05/12/2012 - Bordes (64)



Une fuite de 3 500 l de fioul se produit sur un réservoir situé sous un auvent dans une usine aéronautique ; 1 000 l, entraînés par une pluie abondante, s'écoulent dans le réseau d'eaux pluviales. Alertés par un employé, les pompiers internes ferment les vannes de la capacité et mettent en place des absorbants, de la terre de diatomée et 2 boudins flottants. Un déversement dans le BANIOU étant constaté, la vanne, isolant le réseau de l'extérieur, est fermée 10 min plus tard et les secours publics sont alertés. Des irisations sont relevées sur 2 km jusqu'à la confluence avec le GAVE de PAU ; aucune mortalité piscicole n'est signalée. Une entreprise extérieure pompe le fioul accumulé dans le réseau. Selon l'exploitant, les lanières du rideau plastique à l'entrée de l'auvent, agitées par le vent, auraient ouvert la vanne ¼ de tour d'une purge facilement manoeuvrable.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

L'analyse de 129 événements survenus entre 1977 et 2021 et enregistrés dans la base de données ARIA permet de connaître les tendances de l'accidentologie avec pour cause première ou perturbation le vent, sans que ce dernier soit un facteur aggravant.

Cette analyse montre que le vent est une agression externe à ne pas négliger et qui cause de plus en plus d'événements comme le montre l'évolution de l'accidentologie des cinq dernières années de l'étude. Ces événements touchent la plupart des secteurs d'activité, avec des scénarios bien particuliers présentés dans cette étude. Même si les scénarios sont hétérogènes et les secteurs d'activité variés, il est possible de tirer les enseignements suivants. Dans un contexte de changement climatique, ces derniers sont à prendre en compte par les exploitants.

Il est ainsi nécessaire pour les exploitants :

Au niveau de la conception :

- de s'assurer de la qualité de la construction des infrastructures, notamment de l'adéquation avec les vents pouvant être rencontrés dans le secteur d'implantation. Cette mesure est donc constructive mais des opérations de renforcement peuvent être possibles sur les bâtiments existants. Par ailleurs, concernant les couvertures souples, le phénomène de rafale de vent doit être pris en compte, au-delà des vents communément rencontrés, et la répartition de la vitesse de l'air au cours du temps sur la surface de couverture doit être appréciée ;
- de considérer la modification de la diffusion des fumées et/ou des gaz chauds eu égard aux vents à vitesse élevée et d'en évaluer les impacts ;
- de prendre en considération la résistance au vent comme un critère de choix des essences, en cas de plantation de nouveaux arbres ;
- de prendre en compte, dans l'analyse du risque incendie, la composante vent dans le transfert de flammes ou de particules incandescentes, ainsi que l'inflammation des matières, déchets ou poussières combustibles. Cette prise en compte devrait conduire à des îlotages adaptés ;
- de porter une attention particulière à la combinaison du vent avec d'autres phénomènes naturels comme les pluies (notamment en cas d'orage), les fortes chaleurs (notamment en cas de matières ou déchets pouvant s'auto-inflammer), le froid (accélération du processus de gel) et de prendre des mesures adaptées. Ainsi des canalisations peuvent être calorifugées ou des procédures appropriées peuvent être mise en place concernant la prise de température dans les tas de déchets de végétaux, en cours ou non de compostage ;

Au niveau de l'exploitation :

- de veiller à limiter l'envol d'objets, de matières, de poussières ou de déchets sur le site, mais également la diffusion d'odeurs. Ainsi, la vitesse du vent doit être un paramètre pris en considération dans les procédures d'exploitation du site. L'installation de filets anti-envol

peut être utile (comme dans les installations de stockage de déchets non dangereux) et certaines opérations doivent être reportées si les conditions météorologiques ne le permettent pas. Par ailleurs, des mesures spécifiques doivent être mises en place lors de l'annonce de périodes très ventées ou de tempêtes avec, pour exemple, la mise sous abri des éléments légers ou l'ancrage des éléments ne pouvant être déplacés. Enfin, pour les travaux par point chaud, et lorsque que cela est nécessaire, une attention particulière doit être également portée aux dispositifs de protection (caractère suffisant, maintien du dispositif) ;

- d'identifier les équipements à risque en cas d'épisodes venteux intenses notamment ceux pouvant être endommagés par un équipement tiers ou par la chute d'un arbre ou de branches ;
- d'accorder une attention particulière à l'entretien des arbres du site industriel, notamment ceux proches des infrastructures et de très grande taille ;
- d'anticiper les coupures électriques (pouvant être dues à l'arrachement de câbles électriques) notamment pour le process ainsi que les dysfonctionnements électriques et les coupures du réseau Internet pour la transmission des alarmes, ou de mettre en place des solutions alternatives, tel l'enterrement des câbles électriques ;
- de suivre ce phénomène météorologique avec, notamment, les bulletins de vigilance de Météo France ;

Au niveau de la maintenance :

- de ne pas négliger les contrôles réguliers (notamment après les épisodes de fort vent) des infrastructures, notamment des toitures, afin de vérifier qu'il n'y a pas de point de fragilisation. Il est par ailleurs important d'accorder une attention particulière aux éléments de type cheminée et spécifiquement au phénomène de corrosion. Des contrôles doivent être également programmés après toute opération de travaux ou de maintenance sur les éléments ayant une emprise au vent.

Par ailleurs, une importance particulière doit être accordée aux éoliennes qui, bien que conçues pour utiliser l'énergie cinétique du vent, en subissent parfois les dommages. Il est toutefois à noter que l'accidentologie relative aux éoliennes n'est pas limitée au vent et doit être appréciée de manière plus globale en se référant à des études spécifiques.

De manière générale, des lacunes au niveau des facteurs organisationnels et particulièrement dans la gestion du risque sont les principales causes profondes des événements se produisant en raison du vent. Ainsi et pour y remédier, les exploitants se doivent de renforcer leur culture de sécurité, d'apporter un soin particulier à l'identification des risques, de veiller à la prise en compte de ce phénomène dans leurs procédures d'exploitation. Enfin il apparaît nécessaire de souligner toute l'importance de la prise en compte du retour d'expérience de l'accidentologie.

Ces recommandations sont d'autant plus importantes suivant la situation géographique de l'établissement et l'intensité et la fréquence des vents rencontrées.



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction générale de la prévention des risques
Service des risques technologiques
Bureau d'analyse des risques et pollutions industriels
5, place Jules Ferry - 69006 Lyon
Tél. 33 (04) 26 28 62 00
Fax 33 (04) 26 28 61 96
barpi@developpement-durable.gouv.fr

Site internet :
www.aria.developpement-durable.gouv.fr
