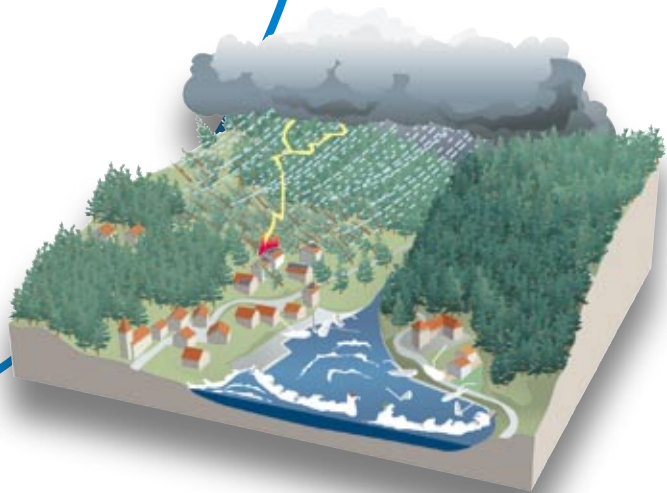


# Les tempêtes



**DOSSIER D'INFORMATION**

risques naturels majeurs



# Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>2</b>
<b>Tempête : phénomène et risques associés</b>	
<b>Quelques questions .....</b>	<b>3</b>
Quels sont les paramètres météorologiques régissant l'état atmosphérique	
Qu'est ce qu'une tempête ?	
quelle différence entre tempête et cyclone ?	
<b>Le phénomène tempête .....</b>	<b>5</b>
La naissance d'une tempête	
La vie d'une tempête	
Les manifestations des tempêtes	
<b>Le risque tempête .....</b>	<b>11</b>
Les conséquences	
Un rappel historique	
Le cas français	
<b>Les actions de prévention et de secours</b>	
<b>La prévention .....</b>	<b>16</b>
L'information préventive	
La surveillance et l'alerte	
Les autres mesures préventives	
<b>Les secours .....</b>	<b>21</b>
<b>L'indemnisation .....</b>	<b>22</b>
<b>Références .....</b>	<b>23</b>
Organisme et sites internet de référence, bibliographie	
<b>Glossaire .....</b>	<b>23</b>

## Introduction

L'aléa météorologique présente différents visages, dont certains peuvent se conjuguer : les vagues de chaleur ou de froid, la sécheresse, les précipitations intenses ou caractérisées par des cumuls importants (sous forme de pluie, neige ou grêle), la foudre, ainsi que les divers phénomènes de vents violents.

Parmi ces derniers, les tempêtes affectant nos régions tempérées, bien qu'en général sensiblement moins dévastatrices que les phénomènes touchant les zones intertropicales, peuvent être à l'origine de pertes importantes en biens mais aussi en vies humaines. En effet, aux vents pouvant dépasser 200 km/h en rafales, peuvent s'ajouter notamment des pluies importantes, facteurs de risques pour l'Homme et ses activités.

*Les dommages causés par les tempêtes en Europe s'élèvent à plusieurs dizaines de morts et des centaines de millions d'euros par an. L'ampleur de ces dégâts s'explique par l'étendue des zones touchées par un même phénomène, ainsi que par les difficultés persistantes dans la prévision de son intensité et dans l'information de la population.*

Aux tempêtes « classiques », il convient d'ajouter les tornades, phénomènes tempétueux isolés ou issus de perturbations de plus grande échelle. *Elles sont* particulièrement dévastatrices en dépit de leur caractère ponctuel dans le temps et dans l'espace. Plusieurs d'entre elles touchent chaque année l'Europe, avec un lourd bilan tant humain que financier.

Le risque « tempête » concerne l'ensemble de l'Europe, et en premier lieu le nord du continent situé sur la trajectoire d'une grande partie des perturbations atmosphériques. En France, la sensibilité est plus marquée dans la partie nord du territoire, et surtout sur l'ensemble des zones littorales.

Selon Météo-France, en moyenne quinze tempêtes affectent la France chaque année. Une sur dix peut être qualifiée de « forte » selon le critère utilisé par cet organisme<sup>1</sup>.

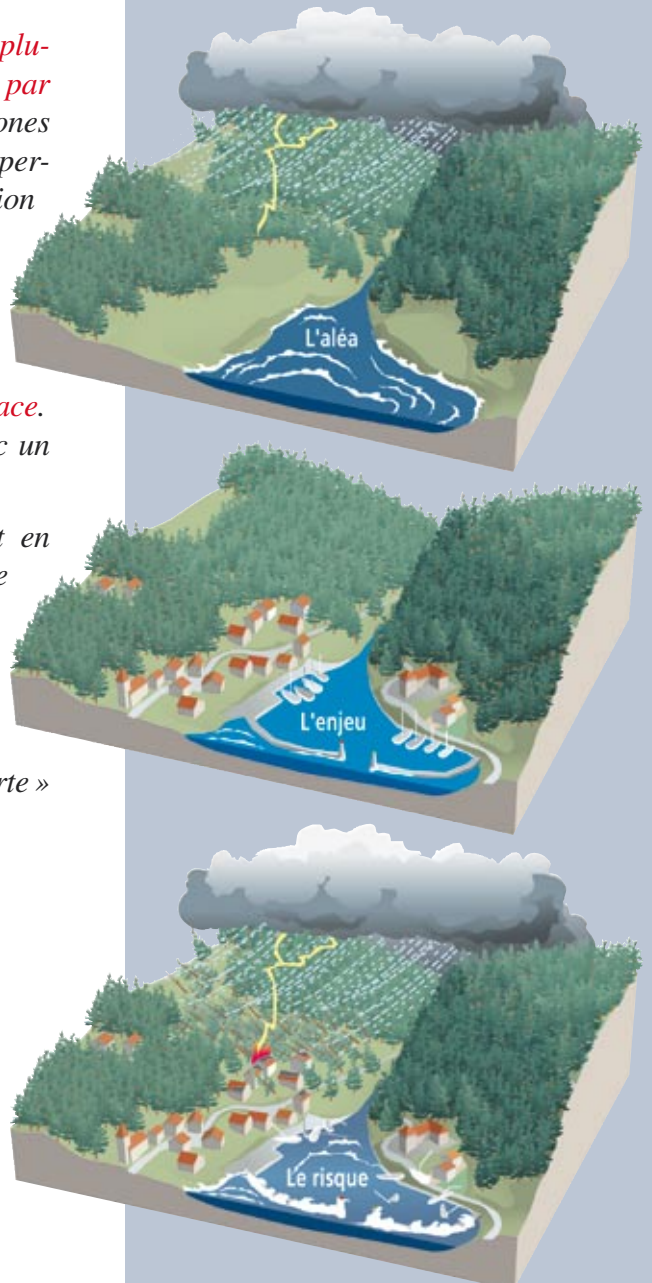
<sup>1</sup> Un épisode est qualifié de « forte tempête » si au moins 20 % des stations départementales enregistrent un vent maximal instantané quotidien supérieur à 100 km/h.

### Quelques définitions

**L'aléa** est la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique d'occurrence et d'intensité données.

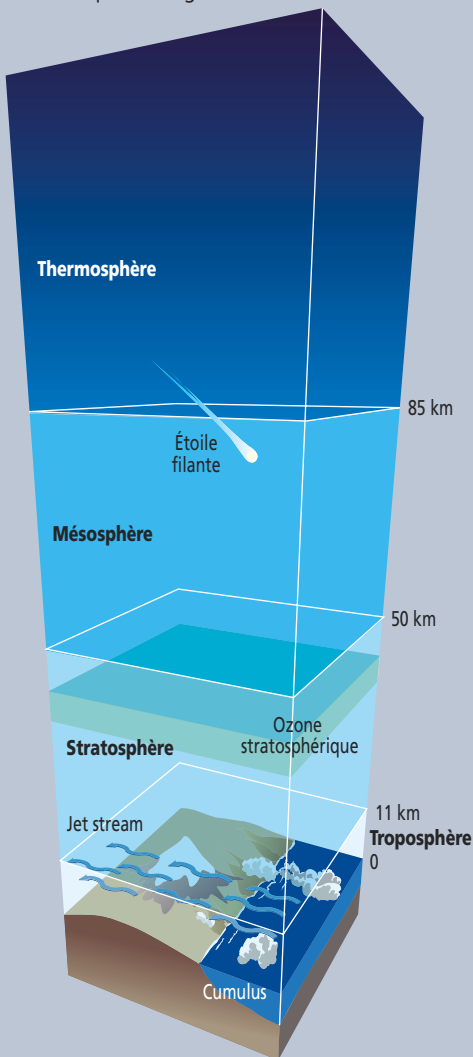
**L'enjeu** est l'ensemble des personnes et des biens (ayant une valeur monétaire ou non) susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel ou anthropique.

**Le risque majeur** est la conséquence d'un aléa d'origine naturelle ou anthropique, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionner des dégâts importants et dépasser les capacités de réaction des instances directement concernées.



# TEMPÊTE : LE PHÉNOMÈNE ET LES RISQUES ASSOCIÉS

L'atmosphère est constituée d'une succession de couches aux caractéristiques chimiques, physiques et thermiques analogues.



**La troposphère**, partie de l'atmosphère où nous vivons, s'étend jusqu'à 11 km d'altitude en moyenne (7 km aux pôles, 17 à 20 km à l'équateur). Elle est le siège d'un brassage intense de masses d'air, vertical et horizontal : c'est le domaine de la majeure partie des phénomènes météorologiques.

La troposphère est constituée d'un mélange de vapeur d'eau et de gaz, avec une prédominance de **l'azote** (78%) et de **l'oxygène** (21%). De nombreux autres gaz, tels l'argon, l'anhydride de carbone et le néon, complètent ce mélange.

**La pression atmosphérique** est exprimée en hectopascals, unité abrégée « hPa », exprimant la pression exercée par une masse de 1,013 g sur une surface de 1 cm<sup>2</sup>.

## Quelques questions

### ■ Quels sont les paramètres météorologiques qui régissent l'état atmosphérique ?

L'atmosphère (du grec *atmos*, vapeur) est l'enveloppe gazeuse ceinturant en couches concentriques la Terre, jusqu'à une altitude voisine de 800 km. C'est au sein de l'atmosphère que prennent naissance les phénomènes météorologiques conditionnant le climat.

Trois grands paramètres permettent de caractériser l'état de l'atmosphère et de prévoir, par leur quantification et leur variation, ses perturbations :

- **la pression atmosphérique** correspond à la pression exercée, sur une unité de surface, par la masse de la colonne d'air située à l'aplomb de cette surface. Elle diminue de ce fait avec l'altitude, suivant un gradient moyen (dans les basses couches de l'atmosphère) de 3 hectopascals (hPa) par tranche de 25 m.

La pression de référence, utilisée pour définir « haute » et « basse » pression est de 1,333 hPa (soit 1013 mbar), correspondant encore à la pression d'une colonne de mercure de 760 mm de haut (baromètre de Torricelli). Il s'agit de la pression exercée au sol avec une température de 0 °C, au niveau de la mer et à une latitude de 45 °.

Au niveau de la mer, en France métropolitaine, la pression atmosphérique varie entre 950 hPa et 1050 hPa. Les zones de basse pression sont appelées **dépressions**, celles de haute pression **anti-cyclones**.

- **la température** est un paramètre très variable, notamment en fonction de l'altitude, de la longitude, de la saison, des conditions météorologiques, etc. Elle diminue depuis le sol jusqu'au sommet de la troposphère, sauf cas très particuliers, suivant un gradient moyen de 0,6 °C par 100 m d'élévation.

- **le taux d'humidité** (ou hygrométrie) correspond à la quantité d'eau contenue dans l'air sous forme de vapeur, provenant de l'évaporation des mers et des lacs notamment, et de la transpiration des plantes. Plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau.

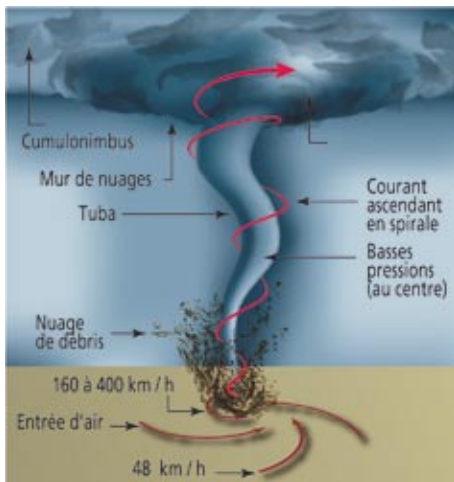
## ■ Qu'est-ce qu'une tempête ?

Les dépressions atmosphériques assurent la stabilité des températures climatiques observées dans l'atmosphère : elles sont la matérialisation dans les zones extratropicales des échanges nécessaires de chaleur entre l'équateur et les pôles.

Une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique, ou dépression, pouvant s'étendre sur une largeur atteignant 2 000 km et le long de laquelle sont confrontées deux masses d'air aux caractéristiques distinctes (température, teneur en eau). De cette confrontation naissent notamment des vents pouvant être très violents. **On parle de tempêtes lorsque les vents dépassent 89 km/h** (soit 48 nœuds - degré 10 de l'échelle de Beaufort).

Ce dossier traite des tempêtes des zones tempérées. Il aborde le cas particulier des tornades.

Les tornades sont des phénomènes localisés mais potentiellement très destructeurs. Elles se caractérisent par une durée de



Une trombe marine est une tornade prenant naissance sur une surface d'eau (et pouvant se transformer en tornade terrestre en abordant les terres).

Par ailleurs, en été, de forts orages (isolés ou en lignes de grains) peuvent occasionner de violentes rafales de vent. Comme les cyclones, ils sortent du cadre de ce dossier.

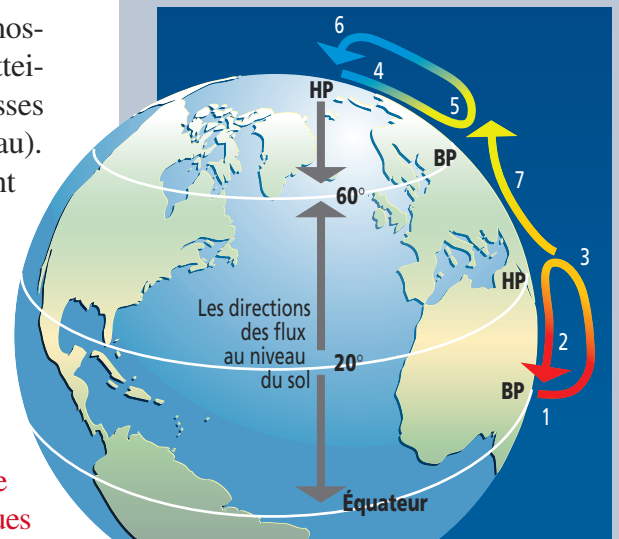
## ■ Quelles différences entre tempête et cyclone ?

Le cyclone<sup>1</sup> est un système de vent en rotation de grande échelle dû à une chute importante de la pression atmosphérique. D'une durée de vie de quelques heures à une trentaine de jours, il naît au-dessus des eaux chaudes tropicales.

Les processus qui génèrent les circulations des masses d'air et, au-delà, mènent à la formation des tempêtes sont complexes.

On essaiera ici, de manière très simplifiée, d'en souligner les grandes lignes.

On notera que le processus décrit ici pour l'hémisphère nord est identique, mais inversé comme dans un miroir, dans l'hémisphère sud.

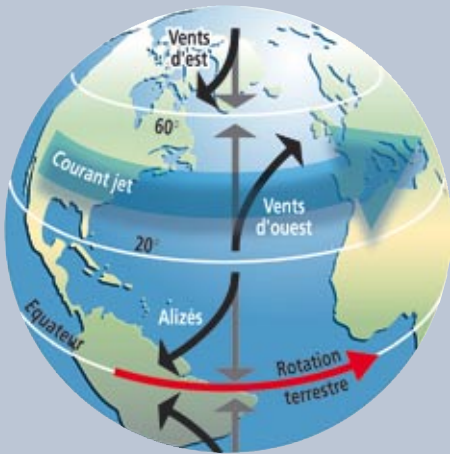


À l'équateur, l'air fortement chauffé par le Soleil, monte en altitude, provoquant une basse pression au sol (1). L'air tropical se met en mouvement pour « remplir » cette dépression (2), tandis qu'en altitude, l'air se refroidit et redescend peu à peu jusqu'à atteindre le sol, au niveau de la latitude 20° (3). Ce cycle vertical forme comme un tube autour de la Terre (**cellule de Hadley**). C'est parmi les hautes pressions créées au niveau du 20<sup>e</sup> parallèle que l'on trouve notre célèbre anticyclone des Açores et les grandes régions désertiques.

Vers le pôle, l'air est très froid et dense, créant une zone de haute pression, qui ne demande qu'à se « vider » vers les zones tempérées au sud (4). En passant sur l'océan, l'air se charge en humidité et se réchauffe, ce qui provoque sa montée en altitude et une zone de basse pression au niveau de la latitude 60° (5). En retournant vers le pôle, l'air crée ainsi une seconde boucle (6).

Dans les zones intermédiaires, justement appelées « tempérées », les différences de températures étant atténuées, les circulations verticales en boucles sont moins marquées. Il existe bien un courant principal sud-nord (7) entre les hautes pressions tropicales et les basses pressions du cercle polaire, mais les forces de Coriolis prennent le pas sur les forces ascendantes ou descendantes. Les principales circulations d'air se font alors plutôt dans un **plan horizontal en basse altitude**.

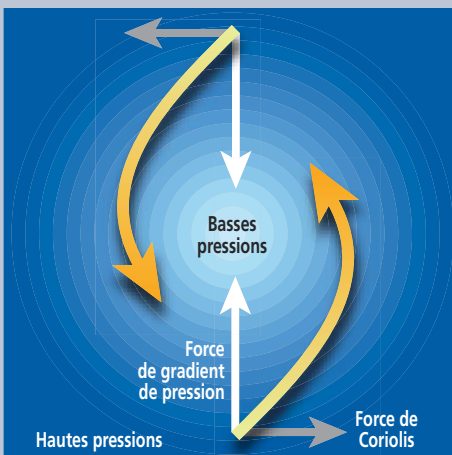
1 - Les cyclones sont appelés typhons dans le nord-ouest du Pacifique, ouragans dans l'Atlantique et hurricanes aux États-Unis.



La force de Coriolis est la force centrifuge due à la rotation terrestre. Elle s'exerce sur tous les objets en mouvement, y compris l'atmosphère et les océans. Dans l'hémisphère nord, les vents sont déviés vers la droite.

Ainsi, entre tropique et équateur, les vents sont déviés vers l'est, devenant les célèbres **alizés** du nord-est. C'est dans cette zone que se développent les cyclones tropicaux.

Entre 20° et 60°, la déviation des vents vers l'ouest est accentuée par les courants jets [voir page 8].



Dans le mouvement des vents entre les zones de hautes et basses pressions un équilibre se crée entre la force de Coriolis, centrifuge, et la force qui les attire vers le « creux » de la dépression (force de gradient de pression). Il en résulte un **mouvement d'enroulement** des vents autour de la zone de basse pression, suivant à peu près les lignes d'égalité de pression.

Tempêtes des latitudes tempérées et cyclones tropicaux se distinguent par quatre caractéristiques principales :

- **leur source d'énergie** : les cyclones, dus pour l'essentiel à l'évaporation de l'eau de mer, ne peuvent donc prendre naissance que sur les zones océaniques. Les tempêtes naissent quant à elles des contrastes thermiques horizontaux de l'air : elles peuvent donc naître et se renforcer sur terre ;
- **leur morphologie** : le cyclone tropical est plutôt symétrique autour de son œil ; les dépressions « tempérées » sont fortement asymétriques ;
- **la répartition des vents forts et des contrastes** : formation d'une couronne de vents forts autour de l'œil pour les cyclones ; organisation en tubes, près des fronts pour les tempêtes ;
- **leur répartition géographique** : les tempêtes touchent les zones tempérées et parmi elles l'Europe. Les cyclones ont pour lieu de prédilection l'océan Atlantique nord, le Pacifique et l'océan Indien, aux latitudes comprises en 5° et 35° Nord et Sud. Cependant, certains cyclones tropicaux « en fin de course » sont susceptibles de conserver une énergie suffisante pour être à l'origine de « coups de vent » générateurs de dégâts conséquents dans nos régions tempérées.

Pour plus d'information sur les cyclones, on se reportera au dossier qui leur est consacré.

## Le phénomène tempête

### ■ La naissance d'une tempête

#### • Du nord de l'Atlantique vers l'Europe

L'essentiel des perturbations touchant l'Europe se forme sur l'Atlantique, sur le front polaire séparant la zone d'air froid polaire (qui a tendance à s'écouler vers l'équateur) et la zone d'air chaud tropical (qui elle tend à remonter vers les pôles), soit entre 35° et 70° de latitude environ.

Du fait de la dynamique de la haute atmosphère et de l'influence liée à la répartition des principales chaînes montagneuses, les dépressions hivernales de l'hémisphère nord tournoient en permanence en empruntant des trajectoires convergeant vers le pôle :

- dans l'Atlantique nord, elles vont souvent du sud de Terre-Neuve au Groenland à l'est des États-Unis et du Canada ;
- sous basses latitudes, elles se dirigent vers la Russie en traversant le nord de l'Europe ou en s'incurvant vers la Méditerranée.

On parle de *rail des dépressions* (ou encore de *lit perturbé*), le long duquel se suivent les tempêtes au rythme **d'une par jour en hiver**. Toutes **n'arrivent pas** sur notre continent et restent en général en mer.

Certaines perturbations trouvent leur origine dans des cyclones tropicaux atlantiques **en fin de vie**, remontés à travers l'Amérique du Nord puis repris par les courants d'ouest qui les conduisent jusqu'en Europe. Les conditions atmosphériques rencontrées sur leur chemin peuvent alors leur conférer une énergie suffisante pour qu'on puisse les qualifier de tempêtes.

Enfin, certaines dépressions **naissent** sur la Méditerranée **et intéressent** en premier lieu l'Europe du Sud (Espagne, sud de la France et Italie notamment).

### • En hiver et en automne

Les tempêtes « classiques » des régions tempérées surviennent **surtout** au cours des mois d'automne et d'hiver, notamment en janvier et février, voire en novembre et décembre (moins souvent en octobre ou en mars). Les cas de tempêtes recensés au cours des autres mois de l'année sont beaucoup plus rares. Cette répartition temporelle des événements tempétueux explique la dénomination de « tempêtes d'hiver ». Elle est notamment due au fait que les océans étant encore relativement chauds et l'air polaire déjà froid, le gradient de température entre les deux masses d'air en jeu est important. La puissance de la tempête est d'autant plus forte que ce gradient est élevé.

### Le cas des tornades

Les tornades sont généralement associées aux conditions orageuses. Elles nécessitent un air humide, chaud pour la saison. En France, le plus grand nombre se produit entre juin et août. En saison hivernale (novembre à mars), on les rencontre plutôt à l'intérieur du pays, associées à des lignes de grains nées à l'avant de fronts froids tempétueux.

## ■ La vie d'une tempête

Dans la zone tempérée qui nous intéresse, appelée front polaire, les masses d'air froid et humide venant des pôles et les masses d'air chaud et sec venant du tropique [voir hors-texte pages précédentes] ne se **mélangent pas**, leurs caractéristiques physiques étant trop différentes. L'atmosphère n'est donc pas un milieu fluide homogène et les masses d'air le composant se déplacent en permanence.

Le contact entre deux masses d'air de caractéristiques différentes est appelé *front atmosphérique*. On distingue deux types de front : les fronts chauds et les fronts froids.

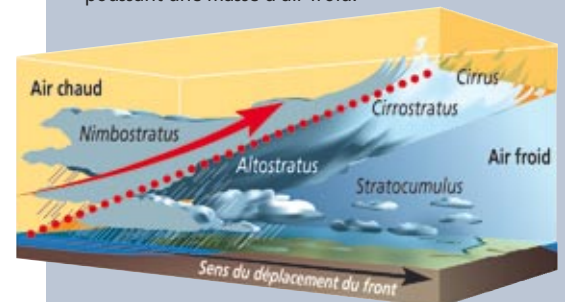
**L'échelle de Beaufort**, mise au point en 1805 par un amiral de la marine britannique, est une échelle de classification des vents de douze degrés, basée sur leur force et sur les effets induits sur l'environnement.

Le degré 11 est ainsi caractérisé :

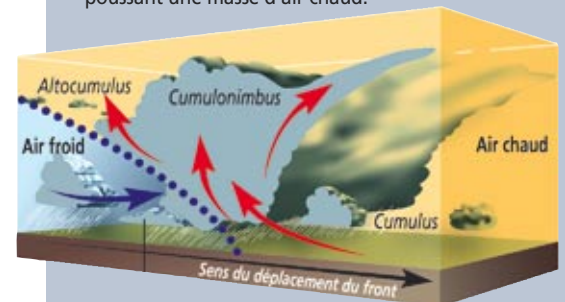
- terme descriptif : violente tempête ;
- vitesse du vent moyen : de 56 à 63 nœuds (de 103 à 117 km/h) ;
- effets observés en mer : lames exceptionnellement hautes, mer recouverte de bancs d'écume blanche ; visibilité très réduite ;
- effets observés sur terre : très rarement observée ; s'accompagne en général de ravages étendus.

**Une ligne de grains** est une ligne d'instabilité bien marquée, accompagnée de rafales de vents, de turbulences et souvent de fortes averses orageuses.

**Un front chaud** sépare une masse d'air chaud poussant une masse d'air froid.

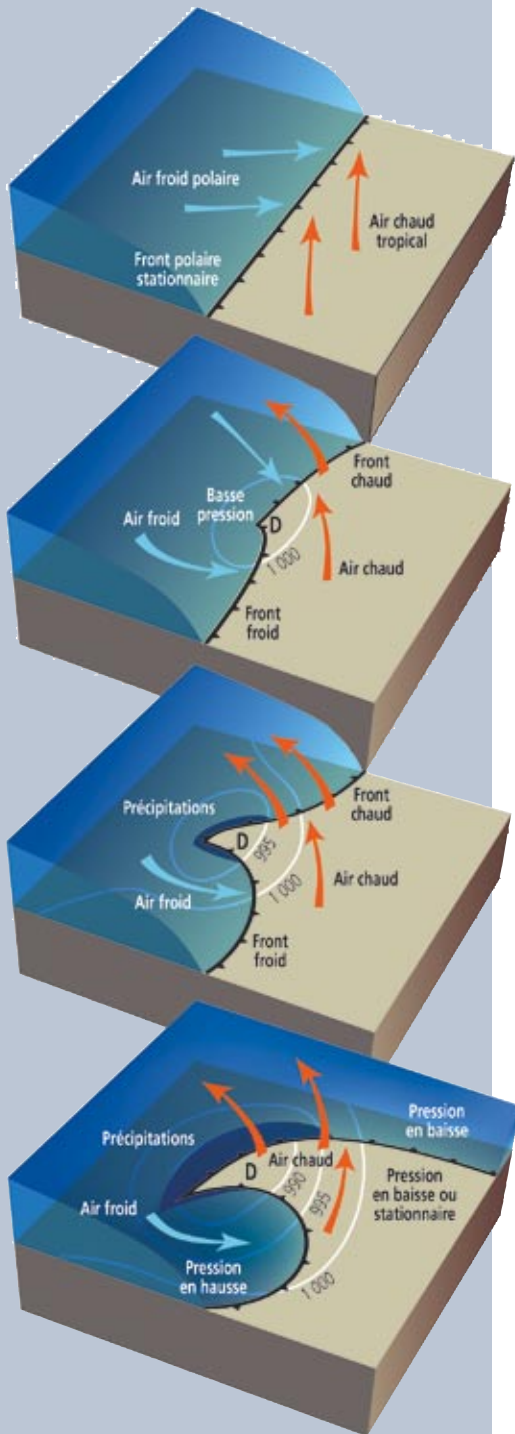


**Un front froid** sépare une masse d'air froid poussant une masse d'air chaud.



Du fait de la différence de densité entre les masses d'air chaud (légère) et froid (lourde), **un front est généralement oblique**.





### • **Naissance et évolution**

Une perturbation prend forme et évolue de la façon suivante :

- **une ondulation affecte** un front initialement stationnaire ;
- **des mouvements tourbillonnaires se forment**, par effet de Coriolis, autour d'une dépression entre un front chaud en avant et un front froid en arrière ;
- **l'air initialement chaud et chargé d'humidité se refroidit et se condense entraînant** la formation de nuages de pluies ;
- **le front froid comprime l'air chaud** : les pluies et les vents augmentent ;
- coupée de sa source par le front froid, la masse d'air chaud s'élève et n'a plus de contact avec le sol (formation d'un front occlus) ;
- **le front chaud disparaît ; l'humidité restante se déverse** ;
- la tempête s'apaise et le front stationnaire se reforme, en attendant un prochain cycle.

### **Le cas des tornades**

Il existe plusieurs variantes de tornades. Toutefois, on observe habituellement cinq étapes :

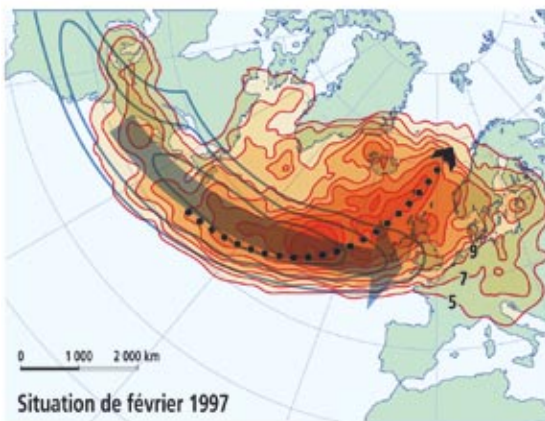
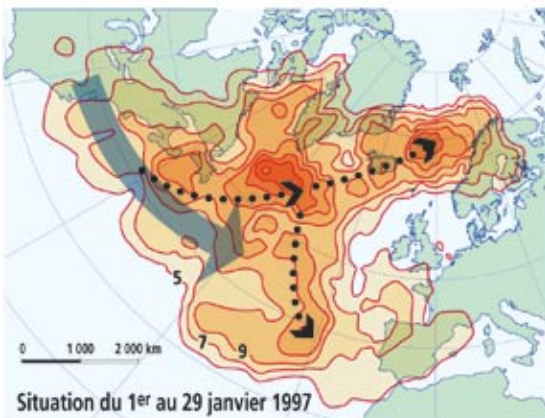
- **la naissance** : une colonne d'air en rotation se développe au sein d'un cumulonimbus.
- **la formation** : un nuage en forme d'entonnoir (le tuba) descend en tourbillonnant vers le sol ; en atteignant le sol, la colonne devient une tornade ;
- **la phase de maturité** : le tuba atteint son plus grand diamètre, en restant au contact du sol la plupart du temps (des rebonds sont possibles). C'est au cours de cette phase que la tornade cause les dégâts les plus importants ;
- **la phase d'affaiblissement** : le tuba se rétrécit et s'incline par rapport à sa position verticale initiale ;
- **le déclin** : le tuba prend progressivement l'aspect d'une corde, se contorsionne, puis disparaît.

La notion de **rail des dépressions**, le long duquel prennent naissance et évoluent les tempêtes, est récente. Elle est appelée à remplacer, en le précisant, le concept de front polaire :

- existence d'un contraste thermique horizontal sur l'épaisseur de la troposphère (8 à 9 km), lié notamment au courant-jet : ce contraste constitue une énergie potentiellement convertible en vent par un « moteur atmosphérique » [ voir schéma 1 page suivante ] ;
- existence de deux petits tourbillons dans le rail, l'un en surface et l'autre en altitude, situés de façon légèrement décalée dans l'espace l'un par rapport à l'autre : cette configuration favorise la croissance de la tempête avec une « fabrication » de vent. L'énergie thermique

associée au courant-jet est également transformée en vent, au moyen de circulations d'air verticales [schéma 2];

- progression vers l'est du système dépressionnaire par interaction avec le courant-jet, d'autant plus rapidement que celui-ci est fort [schéma 3];
- explosion de la dépression en tempête, au bout du Rail : la dépression se vide de son air, la pression baisse brutalement, le vent accélère avec force [schéma 4];
- formation de petits « courant-jets » à un ou deux kilomètres du sol, à l'origine de la formation de nouvelles structures : les fronts atmosphériques, au sein desquels se concentrent les effets des dépressions (vents les plus forts, maximum de pluie, etc.) ;
- peu après l'explosion, la progression vers l'est est terminée, la structure se simplifie. C'est la fin de la tempête.



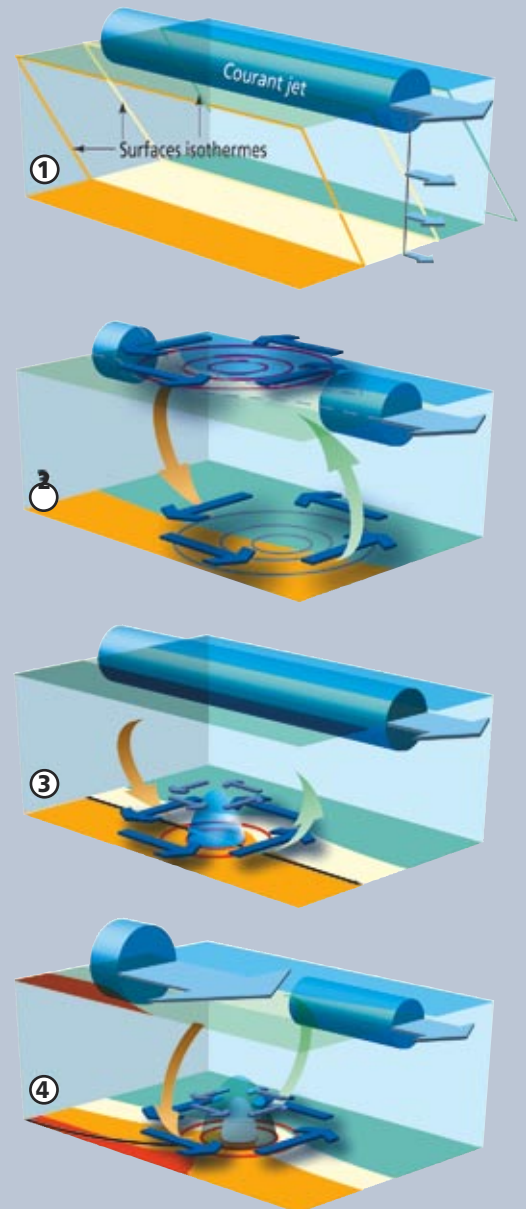
..... Trajectoires types suivies par les dépressions      Flux moyen en altitude

Source internet : [http://www.cnrm.meteo.fr/dbfastextirecyf\\_tempi/tempet004.html](http://www.cnrm.meteo.fr/dbfastextirecyf_tempi/tempet004.html)

#### Le rail des dépressions

peut prendre pendant une durée relativement longue plusieurs formes, dont deux caractéristiques conditionnent le temps en Europe :

- une configuration dite de « blocage » (le rail se scinde en deux branches au niveau du 30<sup>e</sup> méridien ouest) : les tempêtes restent sur l'Atlantique, l'Europe reçoit peu d'eau ;
- une configuration dite « zonale » (le rail s'étend le long du 50<sup>e</sup> parallèle, de Terre-Neuve jusqu'aux îles britanniques) : les tempêtes touchent modérément l'Europe.



**Le courant-jet** (ou *jet-stream*) est une zone de forts vents d'ouest dominant, formant un ruban étroit situé dans des latitudes moyennes et atteignant son maximum juste sous la tropopause.

Le courant-jet ne « pousse » pas le système dépressionnaire : le vent fort est en altitude tandis que la dépression est en général tapie au sol. Celle-ci « pompe » dans le courant-jet de « l'essence » par la formation d'un « moteur atmosphérique ».

### • **Propagation : vitesse et direction**

Les tempêtes « d'hiver », venant de l'Atlantique et frappant l'Europe, parcourent plusieurs milliers de kilomètres en une durée comprise entre quelques jours et une semaine environ.

Elles progressent à une vitesse moyenne de l'ordre de 40 km/h à 50 km/h, traversant ainsi la France en moyenne en trois jours. À titre de comparaison, on notera que la vitesse de déplacement d'un cyclone tropical est de l'ordre de 20 km/h.

Leur propagation se fait suivant une direction générale sud-ouest/nord-est. La configuration du rail des dépressions conditionne leur trajectoire.

### **Le cas des tornades**

D'une manière générale, les tornades ont, de préférence, une direction orientée de l'ouest-sud-ouest vers le nord-nord-est. Toutefois, il est fait état de tornades se déplaçant dans tous les sens, avec des trajectoires apparaissant « aléatoires » (brusques changements, zigzags, demi-tours, cercles, etc.). En France, la vitesse de déplacement des tornades étudiées varie approximativement entre 10 km/h et 70 km/h.

La trajectoire des tornades européennes est le plus souvent inférieure à quelques kilomètres. Certaines dépassent 20 km, et quelques rares phénomènes dépassent 40 km.

## ■ **Les manifestations des tempêtes**

### • **Les vents**

Les vents sont la conséquence directe de l'inégalité des pressions. Ils sont ainsi d'autant plus violents que le gradient de pression entre la zone anticyclonique et la zone dépressionnaire est élevé. On notera par ailleurs que l'énergie d'un vent est proportionnelle au carré de sa vitesse (un vent de 200 km/h exerce une force quatre fois supérieure à celle d'un vent de 100 km/h).

Du fait des forces de frottement :

- la vitesse des vents à l'intérieur des terres est souvent inférieure à celle des rafales soufflant sur les mers. De plus, l'intensité des vents décroît au fur à mesure de l'avancement de la perturbation sur le continent. Ceci explique la menace pesant plus particulièrement sur les zones littorales ;

- en revanche, en raison du caractère turbulent de l'écoulement de l'air, la violence (et donc le pouvoir destructeur) des vents terrestres peut être sensiblement supérieure à celle des vents marins.

Les vents sont dus non seulement aux différences de température des masses d'air, provoquant des différences de pression, mais aussi notamment :

- à la rotation de la Terre (force de Coriolis) ;
- à la courbure des trajectoires des courants aériens ;
- aux frottements sur la surface terrestre.

**Les vitesses maximales de vents** enregistrées en France métropolitaine :

- en plaine, 252 km/h à Belfort en 1955 ;
- en montagne, 320 km/h au mont Ventoux en 1967.

**Des vitesses au sol atteintes par les vents** à l'occasion de quelques tempêtes récentes :

- rafales à 200 km/h et 180 km/h respectivement sur l'île d'Oléron et dans la région parisienne, à l'occasion des tempêtes de décembre 1999 ;
- anémomètre bloqué à 216 km/h à la pointe du Raz (Bretagne) le 16 octobre 1987 ;
- 209 km/h au cap Sagro en Corse le 19 décembre 1988.

Bien que le développement d'une tempête résulte d'interactions entre les basses couches de l'atmosphère et le courant-jet, sa force n'est globalement que peu sensible à la surface du sol dès lors que la dépression existe. Un courant-jet assez fort associé à des phénomènes tourbillonnants d'une amplitude suffisante sont de nature à compenser les déperditions dues sur terre aux forces de frottement, et à entraîner une amplification de la tempête.

### ***Le cas des tornades***

Les vitesses maximales estimées des vents dans les tornades les plus fortes sont de l'ordre de 450 km/h, tandis que les courants ascendants au cœur de la tornade atteignent 290 km/h.

#### **• La pluie**

Les pluies potentiellement importantes associées aux tempêtes constituent un phénomène générateur d'aléas importants : inondations plus ou moins rapides, glissements de terrains et coulées boueuses.

#### **• Les vagues et les marées**

Le passage de fortes tempêtes s'accompagne généralement, sous l'effet conjugué du vent et d'un état dépressionnaire très marqué, de marées anormalement hautes. Pour les tempêtes les plus importantes, la hausse temporaire du niveau de la mer peut être supérieure de plusieurs mètres par rapport au niveau d'eau « normal », et devenir ainsi particulièrement dévastatrice. Ce phénomène est appelé *marée de tempête*.

La hauteur des vagues, et donc les dommages qu'elles sont susceptibles de causer, sont directement fonction de la vitesse du vent. On considère ainsi qu'un vent établi soufflant à 130 km/h peut entraîner la formation de vagues déferlantes d'une hauteur de 15 m.

## Le risque tempête

### ■ Les conséquences

Du fait de la pluralité de leurs effets (vents, pluies, vagues) et de zones géographiques touchées souvent étendues, les conséquences des tempêtes sont fréquemment importantes, **tant pour l'Homme que pour ses activités ou pour son environnement.**

#### • Les conséquences humaines

Le nombre de victimes peut être important : décès, personnes blessées, mais aussi sans abris en nombre potentiellement conséquent. L'imprudence et/ou l'inconscience sont, dans de nombreux cas, à l'origine des décès à déplorer. Les autres causes sont notamment les impacts par des objets divers projetés par le vent, les chutes d'arbres, **les noyades dans les inondations ou les étouffements dans les glissements de terrains.**

#### • Les conséquences économiques

**Il s'agit des coûts et perte (ou perturbation) d'activités résultant des destructions ou dommages (édifices privés ou publics, infrastructures de transport ou industrielles, etc.) et de l'interruption des trafics (routier, ferroviaire, aérien).** Par ailleurs, les réseaux d'eau, téléphonique et électrique subissent à chaque tempête, à des degrés divers, des dommages à l'origine d'une paralysie temporaire de la vie économique. Enfin, le milieu agricole paye régulièrement un lourd tribut aux tempêtes, du fait des pertes de revenus résultant des dommages au bétail, aux élevages et aux cultures. Il en est de même pour le monde de la conchyliculture.

#### • Les conséquences environnementales

**On peut distinguer les effets directs des tempêtes (destruction de forêts due aux vents, dommages résultant des inondations, etc) et leurs effets indirect (pollution plus ou moins grave et étendue du littoral due à un naufrage, pollution à l'intérieur des terres dues aux dégâts sur les infrastructures de transport, etc.).**

#### Quelques exemples récents

Les tempêtes de décembre 1999 ont causé, en France, la destruction d'environ 500 000 ha de forêts.

Lors de la tempête des 2-3 septembre 1983, dix kilomètres de côtes du Finistère sont pollués à la suite du naufrage d'un caboteur panaméen, libérant 160 tonnes de fuel léger et 20 tonnes de fioul lourd ;

Lors de la tempête des 26-27 février 1990, huit tonnes de produits chimiques contenus dans des containers sont perdus en mer par un cargo.

## ■ Un rappel historique

### Quelques tempêtes

26 novembre 1703	Tempête frappant les îles Britanniques et le Nord de la France. Nombreuses victimes, dont 1 500 marins noyés du fait de la destruction de leurs navires. Plus d'un millier de maisons ou de granges détruites dans le Kent (Angleterre). Dégâts évalués à un million de livres anglaises de l'époque.
31 janvier et 1 <sup>er</sup> février 1953	Tempête touchant la Belgique, l'est de l'Angleterre, les Pays-Bas et l'Allemagne, survenant en période de marée à fort coefficient, faisant près de 2 000 victimes.
6-11 novembre 1982	Une grande partie de l'Europe, et notamment l'Espagne (24 morts), ainsi que le centre et le sud de la France (13 morts), sont affectés.
6-7 octobre 1984	Le cyclone Hortense, devenu tempête extra-tropicale, touche l'Aquitaine et le nord-ouest de l'Espagne, faisant six morts et cent millions de francs de dégâts sur le sol français.
15-16 octobre 1987	Tempête alimentée par un cyclone, touchant l'ouest de la France et la Grande-Bretagne, où elle fait 15 morts. La France compte 3,3 milliards de francs de dégâts.
25-27 février 1989	Tempête sur le sud-ouest de l'Europe entraînant la mort de soixante personnes.
16 décembre 1989	9 morts et 13 blessés graves sur la côte ouest de la France.
25-30 janvier 1990	Une grande partie de l'Europe est touchée : huit morts en Allemagne et onze en France (où les dégâts sont évalués à 6,5 milliards de francs).
Février 1990	Sept tempêtes se succèdent et touchent à divers degrés la France et une large partie de l'Europe. Celle du 3-4 février fut l'une des plus importantes connues dans le nord de la France, faisant 23 morts dont 13 dans la région parisienne. La tempête du 26 février au 1 mars coûta 65 vies dans l'ensemble de l'Europe.
26 et 27/28 décembre 1999	Voir texte.

### Quelques tornades

25 juin 1967	Quatre personnes décèdent à la suite d'une tornade née en France (entre Azincourt et Merck-Saint-Liévin dans le Pas-de-Calais) et poursuivant sa course en Belgique puis en Hollande.
10 juillet 1968	Une tornade traverse la Forêt Noire (Allemagne), détruisant 500 maisons et en endommageant 1 200 autres. Trois morts sont à déplorer.
20 octobre 2001	Un mort et 35 blessés, dont deux grièvement, dans les Pyrénées-Orientales.



Depuis 1950, une centaine de tempêtes a touché l'Europe, faisant des milliers de victimes et des milliards d'euros de dommages.

### Trajectoires de quelques tempêtes ayant touché l'Europe

Le constat général sur la « surexposition » des zones littorales ne doit pas faire oublier que des effets locaux dus aux reliefs et la possibilité pour une tempête de se renforcer sur les terres peuvent induire des dégâts analogues, voire supérieurs, à ceux observés sur le littoral.

## ■ Le cas français

### • Les zones exposées

L'ensemble du territoire français métropolitain est exposé aux tempêtes. Toutefois, cette menace pèse de façon plus forte :

- **sur les zones littorales**, et en premier lieu sur la façade atlantique et sur les côtes de la Manche. Cette sensibilité des zones littorales, par rapport à l'intérieur du continent, s'explique par le fait qu'une tempête perd le plus souvent de son intensité à l'intérieur des terres, et que son passage s'accompagne d'une hausse plus ou moins importante du niveau des mers (et de vagues plus ou moins hautes).
- **dans la partie septentrionale de l'Hexagone**, et plus particulièrement le quart nord-ouest, en raison d'une des configurations « classiques » du rail des dépressions (configuration « zonale », voir page 8). Les tempêtes passant généralement au nord-ouest de la France, nous n'en connaissons souvent que leur partie sud-est.

### **Le cas des tornades**

Les zones préférentielles des tornades se situent dans la moitié nord-ouest du pays : les perturbations venant de l'Atlantique, en rencontrant de l'air chaud des basses couches remontant de la Méditerranée, constituent une situation propice à l'occurrence du phénomène. D'autres zones, correspondant au Languedoc, aux terres comprises entre les Pyrénées et le Massif Central ainsi que le Jura, semblent également plus particulièrement concernées, du fait de l'influence de phénomènes locaux liés à la topographie.

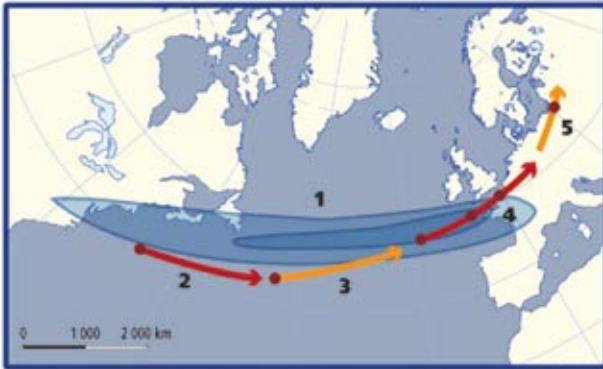
### • Les tempêtes de décembre 1999

Ces deux événements ont été les plus dramatiques de ces dernières dizaines d'années, touchant en particulier la France avec un bilan total de 92 morts et 15 milliards d'euros au minimum de dommages. Leur période de retour a été estimée de l'ordre de quatre à cinq siècles.

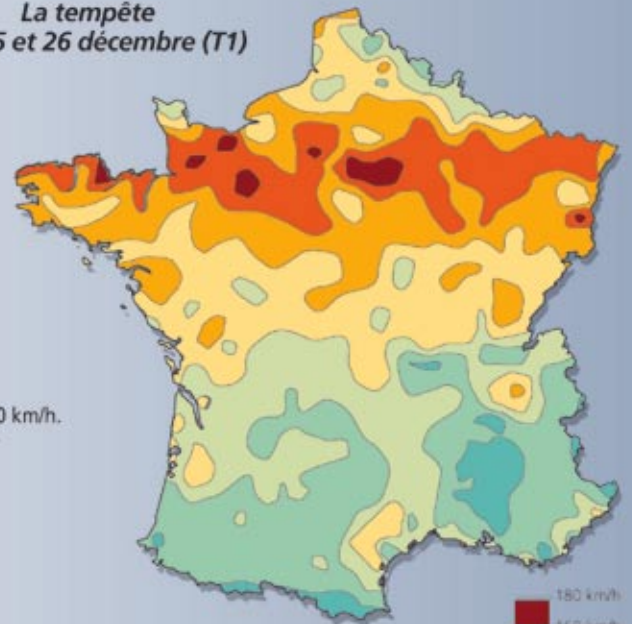
**La première tempête**, caractérisée par une très profonde dépression (960 hPa à 7 h aux environs de Rouen) a traversé en quelques heures la moitié nord de la France, le sud de l'Angleterre, la Belgique et l'Allemagne. Elle s'est déplacée à une vitesse élevée, de l'ordre de 100 km/h.

Les vents les plus violents ont balayé une bande d'une largeur de 150 km environ à proximité de la dépression, tout au long de sa trajectoire (coté sud), sur un axe allant de la pointe de Bretagne à l'Alsace. La région parisienne a été particulièrement frappée (rafales à 178 km/h).

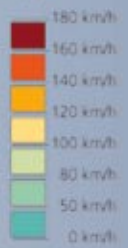
**La seconde tempête**, également très profonde (965 hPa) et se déplaçant à une vitesse voisine de 100 km/h, a traversé la France entre



### La tempête des 25 et 26 décembre (T1)

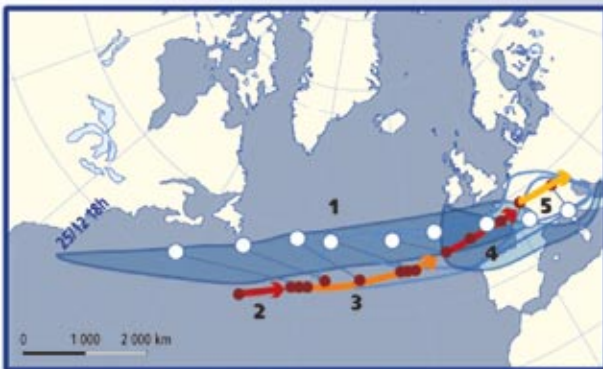


Valeurs maximales de « vent maximal instantané »  
[stations dont l'altitude est inférieure ou égale à 500 m]

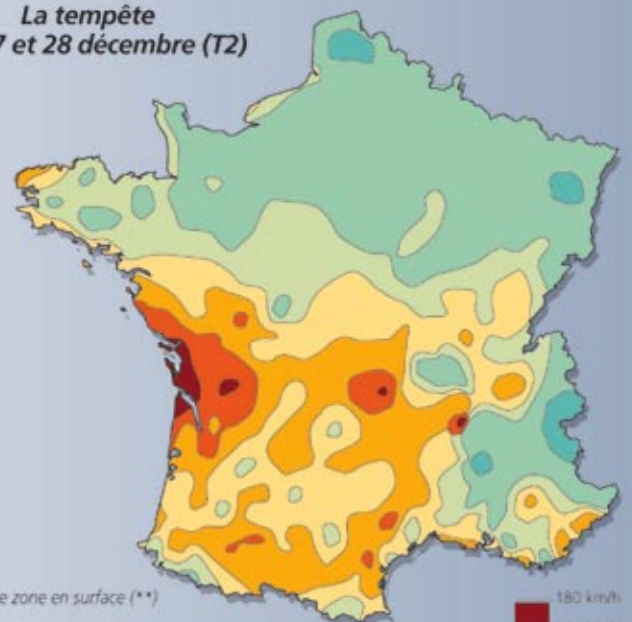


- 1 • 22 - 24 décembre :**  
le courant-jet s'établit d'un bord à l'autre de l'océan. Intensité maximale > 360 km/h.  
*Génération importante de vent d'ouest en altitude par une ou deux dépressions précédant T1 (\*).*
- 2 • 24 décembre (06h) - 25 décembre (00h) :**  
genèse et première phase de croissance.  
*Genèse due à l'interaction d'une structure en altitude et de la confluence (\*, \*\*).*
- 3 • 25 décembre (00h - 18h) :**  
propagation vers l'est sans amplification.  
*Rupture de l'interaction surface-altitude (\*\*), propagation comme onde confinée (\*).*
- 4 • 25 décembre (18h) - 26 décembre (06h) :**  
développement explosif sous la zone de diffluence du jet.  
*Conversion massive d'énergie thermique en vent (\*), efficacité motrice accrue par un effet indirect de la diffluence du jet (\*\*).*
- 5 • 26 décembre (12h) :**  
atténuation rapide loin du jet.  
*Absence de source d'énergie (symbolisée par le jet) ; frottement de surface (\*).*

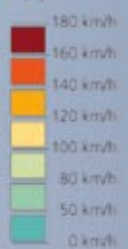
(\*) : comportement ou mécanisme déjà connu  
(\*\*) : comportement ou mécanisme identifié au cours du projet FASTEX  
Source internet : [http://www.cnm.meteo.fr/dbfastexrecyf\\_tempestemp021.html](http://www.cnm.meteo.fr/dbfastexrecyf_tempestemp021.html)



### La tempête des 27 et 28 décembre (T2)



Valeurs maximales de « vent maximal instantané »  
[stations dont l'altitude est inférieure ou égale à 500 m]



- 1 • 26 - 28 décembre :**  
le courant-jet s'atténue rapidement sur l'océan, comme replié vers l'Europe  
*L'amplification successive de T1 et T2 a consommé l'énergie thermique symbolisée par le jet (\*).*
- 2 • 25 décembre (18h) - 26 décembre (06h) :**  
genèse et propagation sans amplification  
*Genèse due à l'interaction d'une structure d'altitude et de la confluence (\*, \*\*).*
- 3 • 26 décembre (06h) - 27 décembre (00h) :**  
le centre initial connaît deux phases de division, son amplitude oscille  
*Une structure organisée en altitude conserve sa propre dynamique et n'interagit pas avec la même zone en surface (\*\*).*
- 4 • 27 décembre (06h - 18h) :**  
phase de croissance intense avec passage au nord du jet  
*Le "moteur" que représente T2 fonctionne de manière classique grâce au bon phasage avec la structure d'altitude (\*).*
- 5 • 28 décembre :**  
propagation vers l'Europe centrale avec lent affaiblissement  
*L'association avec l'altitude persiste mais ne peut plus produire de vent efficacement.*

(\*) : comportement ou mécanisme déjà connu  
(\*\*) : comportement ou mécanisme identifié au cours du projet FASTEX  
Source internet : [http://www.cnm.meteo.fr/dbfastexrecyf\\_tempestemp022.html](http://www.cnm.meteo.fr/dbfastexrecyf_tempestemp022.html)



Les principaux facteurs à l'origine du caractère exceptionnel des tempêtes de décembre 1999 sont :

- la configuration du rail des dépressions, de type « zonal », avec une intensité et une extension exceptionnelle (d'un bord à l'autre de l'Atlantique) du courant-jet ;
- la formation de petites dépressions sur l'Atlantique. Pour cette raison, elles sont restées guidées par le courant-jet jusqu'à son extrémité (la France) ;
- l'extrémité du courant-jet, favorable à une amplification du phénomène, qui se situe alors au droit de la France ;
- le fait que, en raison notamment de sa petite taille, la première tempête n'a pas « consommé » toute l'énergie potentielle du courant-jet ; cette énergie est exploitée par la seconde, qui modifie profondément le courant-jet et met fin à « l'épisode ».

l'après-midi du 27 décembre et la nuit du 27 au 28. La trajectoire a suivi une ligne allant de Nantes (vers 19 h), à Dijon (1 h) et à l'Alsace (vers 4 h). La dépression s'est ensuite évacuée vers l'est.

Des vents exceptionnellement violents ont accompagné cette dépression, avec des forces maximales sur ses parties ouest et sud. Les régions les plus touchées ont été d'abord le sud de la Bretagne et les côtes atlantiques dans l'après-midi du 27 décembre (près de 200 km/h sur l'île d'Oléron), puis toutes les zones situées au sud d'une ligne La Rochelle/Macon, y compris la cote méditerranéenne et la Corse.

Au nord de la dépression, des chutes de neige tenant au sol se sont produites sur le nord de la Bretagne et la Normandie.

# Les actions de prévention et de secours

L'Homme ne peut rien contre l'occurrence de tempêtes d'intensité plus ou moins exceptionnelle. Les seules mesures en son pouvoir sont préventives, individuelles ou collectives. Elles sont destinées à limiter leur impact sur les personnes et les biens.

La prévention du risque « tempête » repose ainsi en particulier sur des actions de surveillance des phénomènes tempétueux, sur des actions d'information de la population exposée, et sur des mesures d'ordre constructives.

## La prévention

### ■ L'information préventive

La loi du 22 juillet 1987 a instauré le droit des citoyens à une information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis sur tout ou partie du territoire, ainsi que sur les mesures de sauvegarde qui les concernent (article L125.2 du Code de l'environnement).

Sous l'autorité du préfet deux documents d'information des populations sont réalisés, généralement par les services interministériels de défense et de protection civiles (SIDPC). Les *dossiers départementaux des risques majeurs* (DDRM) recensent à l'échelle d'un département l'ensemble des risques par commune. Ils expliquent les phénomènes et présentent les mesures de sauvegarde. Les *dossiers communaux synthétiques* (DCS) situent les risques dans chaque commune, au moyen de cartes au 1:25 000 et rappellent les événements historiques, ainsi que les mesures de sauvegarde.

Dans la pratique, les communes sur lesquelles sont élaborés les outils permettant l'information préventive (DDRM, DCS, DICRIM) sont celles exposées à des risques de séismes, volcanisme, cyclones, feux de forêts, inondations, mouvements de terrain et risques technologiques. **Le risque tempête n'est en général pas considéré comme un risque majeur dans les documents relatifs à l'information préventive.**

### ■ La surveillance et l'alerte

En France, la prévention s'appuie aujourd'hui en grande partie sur la surveillance de l'évolution des perturbations atmosphériques (prévision) et sur les dispositifs permettant d'informer la population et les autorités concernées.

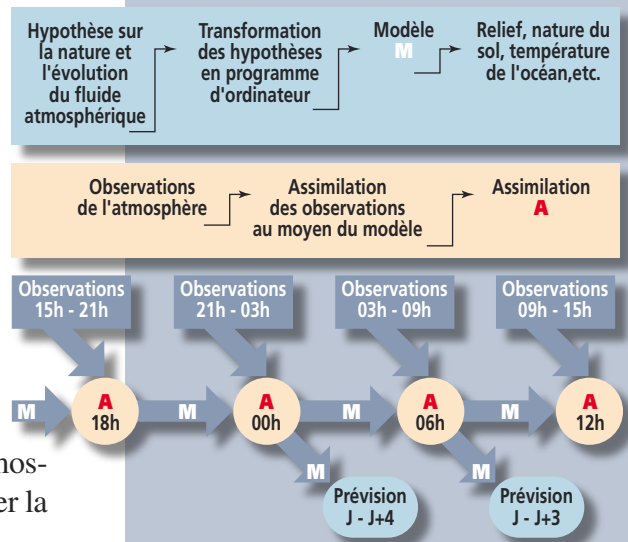
#### La prévision du temps

comprend deux grandes parties :

- une partie automatique, basée sur une chaîne de prévision numérique ;
- une partie d'interprétation des résultats bruts de la chaîne automatique. C'est le domaine des prévisionnistes.

#### Les modèles numériques météorologiques

sont d'abord un ensemble d'hypothèses sur la nature et l'évolution de l'atmosphère, permettant d'appliquer les lois de la thermodynamique et de la mécanique des fluides. Ces hypothèses sont ensuite traduites en équations mathématiques, puis numérisées pour pouvoir être appliquées aux variables à l'aide d'un ordinateur.



La qualité d'un **modèle numérique** repose en grande partie sur sa maille, c'est-à-dire sa résolution, de façon à intégrer autant que possible les micro-phénomènes ou les facteurs locaux susceptibles d'influencer les prévisions. Une des originalités d'Arpege est la variation dans l'espace de sa résolution : plus fine dans les zones jugées intéressantes (20 km environ sur la France), plus large aux antipodes (240 km).



Source : [http://www.meteo.fr/meteonet/decouvrirdossier/cnam/fr/z\\_n518.htm](http://www.meteo.fr/meteonet/decouvrirdossier/cnam/fr/z_n518.htm)

### • La prévision météorologique

Météo-France, établissement public à caractère administratif succédant depuis 1994 à la Météorologie nationale, a pour mission la prévision météorologique. Celle-ci repose sur les observations des paramètres météorologiques et sur les conclusions obtenues par des modèles numériques.

**L'observation des paramètres météorologiques** : l'Organisation météorologique mondiale (OMM) coordonne à l'échelle mondiale, par le biais de la Veille météorologique mondiale (VMM), la collecte et la diffusion des observations nécessaires aux prévisions. Les observations utilisées sont :

- les mesures régulières, réalisées à partir de stations météorologiques de surface (au nombre de 10 000 environ) et à partir de navires (7 000 environ) ;
- les profils verticaux de vents, température et humidité établis à partir de ballons sondes lâchés sur terre et sur mer à heures fixes ;
- les mesures effectuées par les avions commerciaux ;
- les mesures réalisées en mer par des bouées dérivantes ou fixes (300 environ) ;
- les mesures effectuées par des satellites en orbite polaire.

Toutes les six heures, 15 000 observations sont ainsi effectuées et réceptionnées de façon continue à Toulouse.

**L'exploitation des paramètres météorologiques** : la simulation numérique est le principal outil employé par les météorologistes pour prévoir l'évolution de l'atmosphère, et ainsi le temps qu'il va faire. Les modèles de prévision numérique utilisés par Météo-France sont le modèle *IFS* du Centre européen de la prévision atmosphérique à moyen terme, le modèle global (grande échelle) *Arpege* (centré sur la France et mis en service en décembre 1993) et le modèle à domaine limité *Aladin-France*.

Arpege fournit des prévisions deux fois par jour, à trois ou quatre jours d'échéance. Aladin-France fournit des prévisions à échelle plus fine, puisque la maille est d'environ 10 km et à courte échéance (48 heures le matin et 36 heures le soir).

### • L'information et l'alerte

Au-delà de la simple prévision du temps, la nouvelle procédure **Vigilance Météo**, mise en service opérationnelle en octobre 2001 par Météo-France, a pour objectif de souligner et de décrire les dangers des conditions météorologiques des prochaines 24 h. Ce dispositif remplace le système d'alerte fondé sur les bulletins *Bram* et *Alarme*.



**CONSIGNES GÉNÉRALES**

AVANT

**Prévoir les équipements minimums :**

- radio portable avec piles ;
- lampe de poche ;
- eau potable ;
- papiers personnels ;
- médicaments urgents ;
- couvertures ;
- vêtements de rechange ;
- matériel de confinement.

**S'informer en mairie :**

- des risques encourus ;
- des consignes de sauvegarde ;
- du signal d'alerte ;
- des plans d'intervention (PPI).

**Organiser :**

- le groupe dont on est responsable ;
- discuter en famille des mesures à prendre si une catastrophe survient (protection, évacuation, points de ralliement).

**Simulations :**

- y participer ou les suivre ;
- en tirer les conséquences et enseignement

PENDANT

**Évacuer** ou se confiner en fonction de la nature du risque.

**S'informer** : écouter la radio : les premières consignes seront données par France Inter et les stations locales de RFO.

**Inform** le groupe dont on est responsable.

**Ne pas** aller chercher les enfants à l'école.

APRÈS

**S'informer** : écouter et suivre les consignes données par la radio et les autorités.

**Inform** les autorités de tout danger observé.

**Apporter une première aide** aux voisins ; penser aux personnes âgées et handicapées.

**Se mettre à la disposition** des secours.

**Évaluer :**

- les dégâts ;
- les points dangereux et s'en éloigner.

**Ne pas** téléphoner.

**Vent violent - Niveau 3****CONSÉQUENCES POSSIBLES**

- Des coupures d'électricité et de téléphone peuvent affecter les réseaux de distribution pendant des durées relativement importantes.
- Les toitures et les cheminées peuvent être endommagées.
- Des branches des arbres risquent de se rompre.
- Les véhicules peuvent être déportés.
- La circulation peut être perturbée, en particulier sur le réseau secondaire en zone forestière.
- Le fonctionnement des infrastructures des stations de ski est perturbé.

**CONSEILS DE COMPORTEMENT**

- Limitez vos déplacements. Limitez votre vitesse sur route et autoroute, en particulier si vous conduisez un véhicule ou attelage sensible aux effets du vent.
- Ne vous promenez pas en forêt (et sur le littoral).
- En ville, soyez vigilants face aux chutes possibles d'objets divers.
- N'intervenez pas sur les toitures et ne touchez en aucun cas à des fils électriques tombés au sol.
- Rangez ou fixez les objets sensibles aux effets du vent ou susceptibles d'être endommagés.

**Vent violent - Niveau 4****CONSÉQUENCES POSSIBLES****Avis de tempête très violente**

- Des coupures d'électricité et de téléphone peuvent affecter les réseaux de distribution pendant des durées très importantes.
- Des dégâts nombreux et importants sont à attendre sur les habitations, les parcs et plantations. Les massifs forestiers peuvent être fortement touchés.
- La circulation routière peut être rendue très difficile sur l'ensemble du réseau.
- Les transports aériens, ferroviaires et maritimes peuvent être sérieusement affectés.
- Le fonctionnement des infrastructures des stations de ski est rendu impossible.
- Des inondations importantes peuvent être à craindre aux abords des estuaires en période de marée haute.

**CONSEILS DE COMPORTEMENT****Dans la mesure du possible**

- Restez chez vous.
- Mettez-vous à l'écoute de vos stations de radio locales.
- Prenez contact avec vos voisins et organisez-vous.

**En cas d'obligation de déplacement**

- Limitez-vous au strict indispensable en évitant, de préférence, les secteurs forestiers.
- Signalez votre départ et votre destination à vos proches.

**Pour protéger votre intégrité et votre environnement proche**

- Rangez ou fixez les objets sensibles aux effets du vent ou susceptibles d'être endommagés.
- N'intervenez en aucun cas sur les toitures et ne touchez pas à des fils électriques tombés au sol.
- Si vous êtes riverain d'un estuaire, prenez vos précautions face à de possibles inondations et surveillez la montée des eaux.
- Prévoyez des moyens d'éclairage de secours et faites une réserve d'eau potable.
- Si vous utilisez un dispositif d'assistance médicale (respiratoire ou autre) alimenté par électricité, prenez vos précautions en contactant l'organisme qui en assure la gestion.



### Fortes précipitations - Niveau 3

#### CONSÉQUENCES POSSIBLES

- De fortes précipitations susceptibles d'affecter les activités humaines sont attendues
- Des inondations importantes sont possibles dans les zones habituellement inondables, sur l'ensemble des bassins hydrologiques des départements concernés.
- Des cumuls importants de précipitation sur de courtes durées peuvent, localement, provoquer des crues inhabituelles de ruisseaux et fossés.
- Risque de débordement des réseaux d'assainissement.
- Les conditions de circulation routière peuvent être rendues difficiles sur l'ensemble du réseau secondaire et quelques perturbations peuvent affecter les transports ferroviaires en dehors du réseau « grandes lignes ».
- Des coupures d'électricité peuvent se produire.

#### CONSEILS DE COMPORTEMENT

- Renseignez-vous avant d'entreprendre vos déplacements et soyez très prudents.
- Respectez, en particulier, les déviations mises en place.
- Ne vous engagez en aucun cas, à pied ou en voiture, sur une voie immergée.
- Dans les zones habituellement inondables, mettez en sécurité vos biens susceptibles d'être endommagés et surveillez la montée des eaux.



### Fortes précipitations- Niveau 4

#### CONSÉQUENCES POSSIBLES

- De très fortes précipitations sont attendues, susceptibles d'affecter les activités humaines et la vie économique pendant plusieurs jours.
- Des inondations très importantes sont possibles, y compris dans les zones rarement inondables, sur l'ensemble des bassins hydrologiques des départements concernés.
- Des cumuls très importants de précipitation sur de courtes durées peuvent, localement, provoquer des crues torrentielles de ruisseaux et fossés.
- Risque de débordement des réseaux d'assainissement.
- Les conditions de circulation routière peuvent être rendues extrêmement difficiles sur l'ensemble du réseau.
- Des coupures d'électricité plus ou moins longues peuvent se produire.

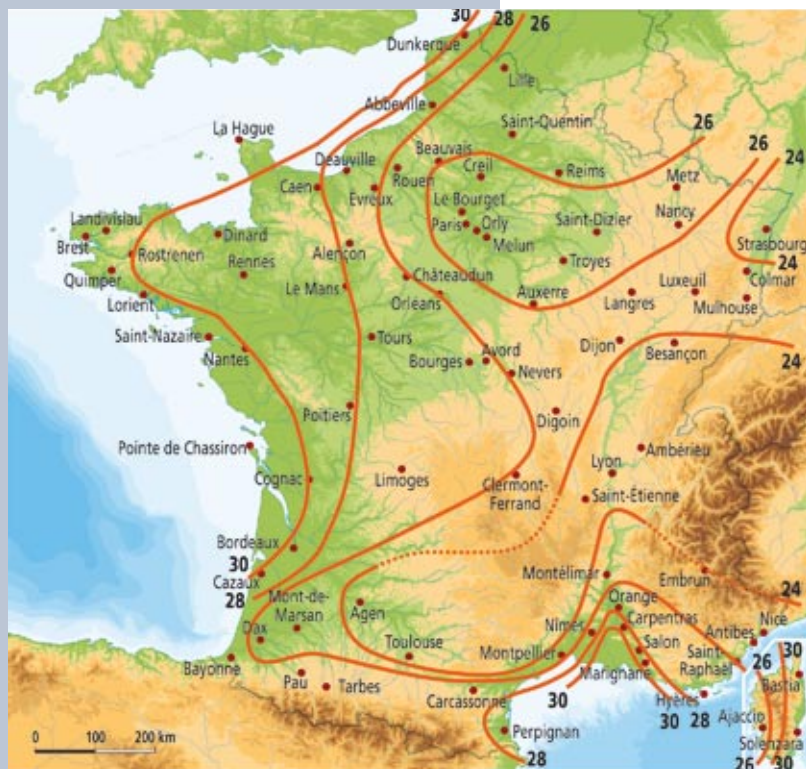
#### CONSEILS DE COMPORTEMENT

- Dans la mesure du possible**
- Restez chez vous ou évitez tout déplacement dans les départements concernés.
- En cas d'obligation de déplacement**
- Soyez très prudents. Respectez, en particulier, les déviations mises en place.
  - Ne vous engagez en aucun cas, à pied ou en voiture, sur une voie immergée.
  - Signalez votre départ et votre destination à vos proches.
- Pour protéger votre intégrité et votre environnement proche**
- Dans les zones inondables, prenez d'ores et déjà, toutes les précautions nécessaires à la sauvegarde de vos biens face à la montée des eaux, même dans les zones rarement touchées par les inondations.
  - Prévoyez des moyens d'éclairage de secours et faites une réserve d'eau potable.
  - Facilitez le travail des sauveteurs qui vous proposent une évacuation et soyez attentifs à leurs conseils. N'entreprenez aucun déplacement avec une embarcation sans avoir pris toutes les mesures de sécurité.

Les normes de construction applicables sont regroupées au sein du document « Règles de calcul définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions » (DTU, Documents techniques unifiés), datant de 1965.

Ces règles ont été rééditées en 2000, intégrant ainsi les tempêtes de décembre 1999. Une nouvelle carte de vitesse des vents (définie de façon probabiliste) a été tracée.

Une norme européenne, **Eurocode**, devrait prochainement remplacer ces règles.



#### Carte de vitesse des vents

Carte des courbes d'isovaleurs de la vitesse moyenne de référence, en mètres par seconde, à 10 m de hauteur en rase campagne, période de retour cinquantennale)

Source : base de données Météo-France, 1949-1999  
Fond Géoatlas

On distingue trois types de plan Orsec :

- **le plan national**, déclenché par le Premier ministre ;
- **le plan de zone**, établi pour chacune des sept zones de défense du territoire national, déclenché par le représentant de l'État dans le département où se trouve le siège de la zone de défense ;
- **le plan départemental**, déclenché par le représentant de l'État dans le département.

## ■ Les autres mesures préventives

Outre l'aspect relatif à la prévision des phénomènes tempétueux et à l'information de la population concernée, la prévention la plus efficace consiste à respecter les normes de construction en vigueur fixant les efforts à prendre en compte pour résister aux vents.

L'objet de ces normes n'est pas de réaliser des édifices totalement résistants (ce qui est techniquement inenvisageable), mais d'accorder

une attention particulière aux détails de construction, améliorant ainsi la résistance générale du bâtiment au phénomène :

- ancrage des toits et des cheminées ;
- ouvertures protégées (portes, fenêtres) ;
- protection du revêtement ;
- etc.

Dans les zones plus particulièrement sensibles (littoral, vallées canalisant les vents notamment), la prise en compte des caractéristiques essentielles des vents régionaux permet une meilleure adaptation des constructions (pente du toit, orientation des ouvertures, importance des débords, etc.).

Dans l'idéal, une conception adaptée de l'habitat doit s'accompagner de mesures portant sur les abords immédiats de l'édifice construit, et notamment sur l'élagage des arbres proches (voire leur abattage dans le cas d'arbres vieux et/ou malades), et sur la suppression d'objets susceptibles de

faire office de projectiles lors des rafales. Cette mesure (en ce qui concerne la végétation) porte également sur les abords des voies de communication et de réseaux aériens de hauteur limitée.

## Les secours

La planification des secours a pour but la mise en place rapide et efficace de tous les moyens de secours disponibles pour faire face à une situation « de crise ».

Des plans d'organisation des secours (*plans Orsec*) sont mis en place, conformément à l'article 2 de la loi 87-565 du 22 juillet 1987. Ils recensent les moyens publics et privés susceptibles d'être mis en œuvre en cas de catastrophe et définissent les conditions de leur emploi par l'autorité compétente pour diriger les secours.

En cas de déclenchement d'un plan Orsec, les opérations de secours sont placées, dans chaque département, sous l'autorité du représentant de l'État dans le département. Lorsqu'elles intéressent le territoire de plusieurs départements, qu'il y ait ou non déclenchement d'un plan Orsec, le Premier ministre peut placer l'ensemble des opérations de secours sous la direction du représentant de l'État dans l'un de ces départements.

## *L'indemnisation*

La loi n°90-509 du 25 juin 1990 (extension de la loi n°82-600 du 13 juillet 1982) prévoit que **les effets du vent dus aux tempêtes sont écartés du champ d'application du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles** (défini par la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982). Ils relèvent d'une garantie spécifique volontaire de la part de l'assuré, alors annexée aux contrats classiques d'assurance (dommages aux biens et pertes financières induites).

Seuls les effets dus à la pluie et à l'action de la mer peuvent être déclarés catastrophes naturelles.

**En ce qui concerne les effets dus aux vents, les assureurs ne prennent en compte que** les vents d'une intensité anormale (plus de 100 km/h), à l'origine de nombreux dommages affectant des bâtiments de *bonne construction* (c'est-à-dire en mesure de résister à l'action habituelle des vents). **Il faut que ces dommages aient** une ampleur exceptionnelle (destructions nombreuses dans la commune où se situent les biens sinistrés et dans les communes environnantes).

Suite à une tempête, même si le contrat d'assurance ne couvre pas les dommages subis, l'assuré est tenu :

- de déclarer le sinistre à son assureur dans les cinq jours (à partir du moment où l'assuré en a connaissance) ;
- dans l'hypothèse où des réparations ont été effectuées avant passage de l'expert, d'en garder les justificatifs et de conserver une preuve des dommages (photographies).

La loi n°82-600 du 13 juillet 1982 définit le cadre dans lequel s'inscrit la procédure d'indemnisation des victimes de catastrophe naturelles, en se fondant sur le principe de solidarité nationale.



## Références

### Organismes et sites internet de référence

- **Météo-France** - <http://www.meteo.fr>

*Le site de Météo-France, établissement public ayant pour mission la prévision météorologique, présente des rubriques relatives à la météorologie, destinées aux particuliers et aux professionnels, et des dossiers de compréhension sur les phénomènes météorologiques.*

- **Centre national de recherche météorologique** - <http://www.cnrm.meteo.fr>

*Ce site apporte une réponse à des questions de fond sur l'origine et sur les mécanismes régissant les tempêtes, ainsi que les éléments de connaissances sur les tempêtes de décembre 1999.*

- **Organisation météorologique mondiale** - <http://www.wmo.ch>

*Ce site présente les missions de l'OMM, ses programmes de recherche et les moyens à sa disposition. L'OMM est l'autorité officielle des Nations-Unies pour tout ce qui concerne l'atmosphère et le climat.*

- **Ministère de l'Écologie et du Développement durable**

<http://www.prim.net/actu/archives/tempetes.html>

*Cette page offre une sélection de sites français et étrangers relatifs aux tempêtes.*

[http://www.prim.net/citoyen/moi\\_face\\_au\\_risque/consignes/tempetes.html](http://www.prim.net/citoyen/moi_face_au_risque/consignes/tempetes.html)

*Cette page rappelle les consignes à suivre « avant, pendant, après » un phénomène tempétueux.*

### Bibliographie

Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, DPPR/BICI, 1989, *Procerisq, procédures et réglementations applicables aux risques technologiques et naturels majeurs*.

Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, DPPR/SDPRM/CARIAM, 2001, *Recueil des textes fondateurs, textes relatifs à la prévention des risques naturels majeurs*, Cellule d'information documentaire sur les risques majeurs, 154 pages.

Mission inter-services des risques naturels de l'Isère (MIRNAT), 2001, *Mémento du maire et des élus locaux, prévention des risques d'origine naturelle et technologique*, Institut des risques majeurs (IRMA).

Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du territoire, direction de la Sécurité civile, 1994, *Organisation-Prévention et Planification, Services de secours, volume 1 et 2*, Journal officiel de la République française, 934 pages.

Oldani J., 2000, *Météorologie, connaître et prévoir le temps*, Éditions de Vecchi, Paris, 124 pages.

Roth Günther D., 2001, *Guide de la météorologie, observer, comprendre, prévoir*, Collection *Les guides pratiques du naturaliste*, Delachaux et Niestle, Lausanne, 285 pages.

Ludlum David M. et Chaboud René, 2001, *Photo-guide de la météorologie*, Collection *Les guides pratiques du naturaliste*, Delachaux et Niestle, Lausanne, 663 pages.

## Glossaire

**Cumulonimbus** : nuage à fort développement vertical, issu d'un cumulus (nuage de basse altitude - inférieure à 2000 m - de beau temps) dans lequel de forts courants verticaux provoquent d'importantes turbulences. Souvent caractérisés par une forme en enclume et une base sombre, ils sont alors le signe d'une probable forte aggravation des conditions météorologiques.

**Gradient** : taux de variation d'un paramètre (grandeur physique notamment) en fonction de la distance.

**Maille** : distance entre deux points de calcul d'un modèle numérique.

**Mécanique des fluides** : partie des sciences physiques qui étudie le comportement des fluides au repos (statique des fluides ou hydrostatique) ou en mouvement (dynamique des fluides). La météorologie est l'un des nombreux domaines d'application de la mécanique des fluides.

**Thermodynamique** : partie de la physique traitant des relations entre les phénomènes mécaniques et calorifiques.

**Tropopause** : la tropopause marque la limite entre la troposphère, partie inférieure de l'atmosphère, et la stratosphère. C'est le niveau à partir duquel la température de l'air cesse de décroître avec l'altitude.







*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

---

MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE  
ET DU DÉVELOPPEMENT  
DURABLE

---

Direction de la Prévention des pollutions et des risques - Sous-direction de la Prévention des risques majeurs  
20, avenue de Ségur, 75302 Paris 07 SP - <http://www.environnement.gouv.fr> - <http://www.prim.net>