

Face au vent

Une exposition coproduite par Cap Sciences, le CCSTI de Bordeaux
et le Vaisseau, le CCSTI de Strasbourg

du 25 septembre 2012 au 9 février 2013

Face au vent est une exposition empreinte de légèreté et de poésie qui emmène le visiteur flâner à la découverte de ce mystérieux phénomène, invisible et pourtant si présent : le vent.

En complément, le journal de l'exposition vous propose de revenir sur les origines du vent, avant de s'intéresser au rôle déterminant qu'il joue dans l'écosystème mondial et, par voie de conséquence, dans l'histoire des Hommes et des civilisations.

D'où vient le vent ?

Le vent est un étrange phénomène, invisible aux yeux des Hommes, qui perçoivent pourtant ses effets tous les jours. Ils sentent sa caresse sur leur peau, entendent bruissier les feuilles des arbres, voient les nuages avancer et l'eau des lacs miroiter.

Le vent est partout, donc, mais comment se forme-t-il ? Et comment expliquer son étonnante diversité ? Petite enquête sur ses origines.

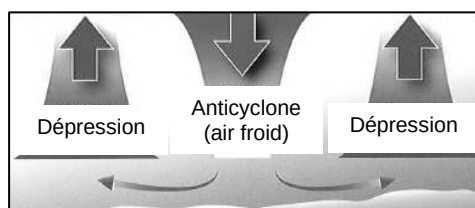
Tout commence par une histoire de pression

Dans un premier temps, il faut savoir que le vent est indissociable du Soleil. En effet, l'air de l'atmosphère, plus ou moins chauffé par les rayons solaires, ne présente pas partout la même température. Or, l'air chaud se dilate : moins dense, il pèse logiquement moins lourd que l'air plus frais et s'élève

donc au-dessus de celui-ci. C'est le phénomène de convection, à l'origine d'une circulation verticale de l'air. Des courants analogues se forment évidemment en sens inverse, l'air expédié en altitude finissant par se refroidir et redescendre.

Là où se trouve l'air chaud, la pression atmosphérique reste par définition faible, du fait de la plus grande légèreté de l'air : ces zones sont appelées dépressions. Inversement, les hautes pressions, les anticyclones, prédominent là où se concentre l'air froid. La nature tendant à rétablir l'équilibre, le voisinage d'une zone de haute pression et d'une autre à la pression plus basse se traduit automatiquement par un déplacement d'air de la première vers la seconde.

Le mouvement d'air horizontal ainsi généré par l'écart de pression, c'est tout simplement le vent. Sa vitesse est directement proportionnelle à la différence de pression entre les deux zones. Plus celle-ci sera grande, et plus le vent soufflera fort.



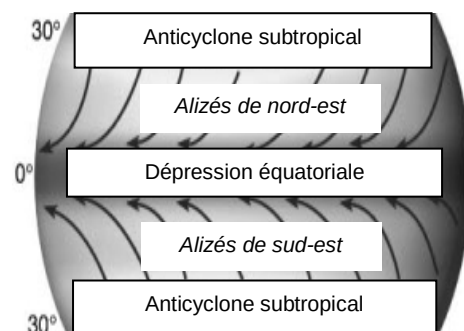
Le jeu des pressions

Le vent s'écoule des zones de hautes pressions, les anticyclones, vers les zones où la pression est plus basse.

Le rôle de la force de Coriolis

Sur Terre, la présence relativement constante des systèmes de hautes et de basses pressions explique donc la répartition de grandes bandes de vents semblant souffler en permanence. C'est par exemple le cas des fameux alizés. Ce flux régulier, connus des marins du monde entier, souffle en effet des anticyclones subtropicaux vers la dépression équatoriale.

Cependant, le vent ne se déplace pas directement du centre d'un anticyclone vers celui d'une dépression. La rotation de la Terre (1 670 km/h au niveau de l'équateur) le fait dévier du droit chemin, l'obligeant à infléchir sa route vers la droite dans l'hémisphère nord, et vers la gauche dans l'hémisphère sud. C'est ce que les scientifiques appellent la force de Coriolis. Ainsi, les alizés ne soufflent pas directement du nord au sud dans l'hémisphère nord et du sud au nord dans l'hémisphère sud, mais sont dans les deux cas déviés vers l'est.



Le souffle des alizés

C'est grâce à ces vents d'est que Christophe Colomb a atteint le nouveau Monde en 1492.

Quand la Terre brouille les cartes

Cependant, la force de Coriolis ne détermine la direction des vents que dans la haute atmosphère ou sur les océans, où le vent ne rencontre aucun obstacle.

En effet, au niveau des continents, l'air qui s'écoule au-dessus du sol subit des effets de frottements. Ceux-ci le freinent et le dévient jusqu'à une hauteur d'environ 1 km. Les météorologues désignent cette couche de l'atmosphère par le terme de couche de frottement et le comportement des vents à ce niveau dépend beaucoup du relief et de la nature du sol.

L'air glissant tout simplement moins bien sur la terre que sur les océans, la rugosité de la couverture terrestre entraîne inévitablement un ralentissement des vents, hors de toute incidence du relief. Mais quand celui-ci s'en mêle, l'affaire prend une toute autre tournure. Une masse d'air abordant un obstacle est en effet immanquablement déviée d'une façon ou d'une autre. Suivant la forme et la hauteur de l'obstacle, elle devra passer sur les côtés ou par-dessus, tout en changeant de vitesse. Les effets les plus spectaculaires s'observent évidemment quand de hautes montagnes viennent faire barrage.

À voir dans l'espace montagne

Effet de foehn, effet Venturi, brises de vallée et de montagne... Pour savoir comment la montagne modifie les vents et crée ses propres circulations, rendez-vous dans le module
« Par tous les temps » !

Ainsi, la connaissance des grands flux aériens ne suffit pas à déduire avec quelle précision le vent soufflera en un point donné. Les conditions locales sont capables de modifier voire de prendre complètement le pas sur la circulation générale de l'atmosphère, en créant une multitude de vents spécifiques. De ce fait, sur la terre ferme, le vent ne souffle pas partout pareil, même à quelques centaines de mètres de distance.

Quand souffle le vent

Sur Terre, les effets du vent sont visibles de partout, car il marque de son empreinte les paysages qu'il fréquente. Mais s'il peut être une force créatrice, le vent est versatile, et peut tout aussi bien détruire. Il devient alors un fléau redouté.

Le vent, une force créatrice

Dans la nature, les effets du vent se perçoivent dans le paysage qu'il transforme à sa guise.

Ainsi, il peut modeler le relief à son rythme, en quelques dizaines de milliers d'années, à travers deux phénomènes : l'érosion et l'accumulation.

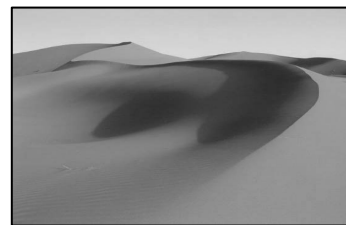
- L'érosion éolienne se produit généralement dans les secteurs avec peu ou pas de végétation et repose sur un double principe. Dans un premier temps, les petites particules, comme les sables ou les limons, sont arrachées à leur support : c'est la déflation. Il en résulte un tri des matériaux, les plus fins étant emportés et les plus grossiers restant sur place. C'est ainsi que se forment les regs, des déserts caillouteux. Les petites particules sont ensuite transportées par le vent. Elles peuvent alors se frotter sur d'autres matériaux, causant l'érosion par abrasion : c'est la corrasion, du latin *corrudere*, « racler ».



Un étonnant rocher champignon

L'usure plus rapide de la base tient à la moindre dureté de celle-ci et au fait que le vent est davantage chargé en particules près

- Quand il faiblit, le vent perd ensuite son pouvoir de transport et dépose les matériaux : il constitue ainsi des accumulations. Ces dépôts s'étendent en couverture sur plus de 10 % de la surface des continents. C'est notamment le cas des lœss, des sols très fertiles qui se forment par l'accumulation de limons.



Les dunes des ergs sahariens

Les ergs sont d'immenses étendues de sable que le vent remanie sous forme de dunes.

Le vent transforme également le paysage végétal. En effet, dans les régions où il souffle de manière régulière, les plantes, contrairement aux animaux, le subissent en permanence et développent donc des formes résistantes. Cette action transformatrice du vent sur le couvert végétal est appelée anémomorphose. Par exemple, un vent trop présent gêne la croissance des arbres et dénude les sols. Il en résulte une végétation rase, avec des plantes mieux enracinées et plus trapues, à la fois pour résister au vent et pour tirer le maximum de nutriments des sols. La lande est un paysage typique de ce phénomène. De même, dans les régions soumises à des vents dominants, c'est-à-dire soufflant toujours dans la même direction, les arbres poussent de travers en indiquant cette direction.



Des girouettes naturelles

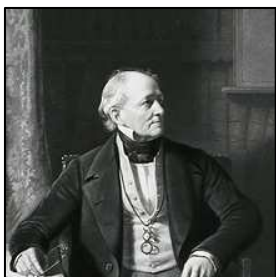
De tels stigmates s'observent sur tous les continents.

Mais il n'y a pas que sur la terre ferme que le vent modèle le paysage, il transforme également le visage des océans. En effet, contrairement à une idée très répandue, ce ne sont pas la lune et les marées qui créent les vagues, mais bien le vent. Lorsqu'il souffle sur un océan, une mer ou un lac, son frottement engendre des rides à la surface de l'eau calme. Par vent très faible, ces minuscules reliefs n'ont pas l'énergie suffisante pour perdurer dès que le vent s'arrête. Mais dès que le vent atteint la force 2 sur l'échelle de Beaufort, ces rides acquièrent une dynamique propre et deviennent capables de se propager, même en

dehors des zones ventées. Cette mobilité dépend en fait de trois facteurs :

- la vitesse du vent ;
- le temps pendant lequel il souffle ;
- la distance sur laquelle il souffle.

Ainsi, les petites ondes nées d'une brise ayant soufflé pendant 1/4 d'heure à 5-6 nœuds (force 2) ne seront pas longues à s'atténuer une fois sorties de la zone du vent. En revanche, si le vent souffle fort et longtemps en profitant d'un important fetch, c'est-à-dire une zone de propagation sans obstacle, les vagues se creusent en proportion, s'allongent, et l'énergie emmagasinée peut leur permettre de traverser un océan.



Sir Francis Beaufort (1774-1857)

Cet officier naval britannique a mis au point une échelle de mesure empirique permettant d'évaluer la vitesse moyenne du vent en fonction de ses effets : l'échelle de Beaufort. La version utilisée aujourd'hui correspond à la synthèse de réflexions menées sur près de deux siècles. Elle comporte 13 niveaux, de la force 0 (calme, moins d'1 nœud) à la force 12 (ouragan, 64 nœuds ou 118 km/h minimum).

Le vent, une force destructrice

Élément indissociable des écosystèmes terrestres, le vent peut également s'emballer et devenir une force destructrice.

Le terme de « tempête » est un terme générique, qui peut décrire plusieurs phénomènes. La météorologie ne se risque d'ailleurs pas à proposer une définition générale des tempêtes. Cependant, toutes se produisent à grande échelle, c'est-à-dire qu'elles se caractérisent par une longueur de plusieurs centaines à plusieurs milliers de kilomètres et une durée de plusieurs jours. Elles sont également toutes liées à la formation d'une dépression.

Ainsi, en mer, une tempête est une dépression atmosphérique générant des vents supérieurs à la force 10 de l'échelle de Beaufort (89 km/h). À partir de la force 12, la tempête prend le nom d'ouragan.

Dans les régions tropicales, au-dessus des mers chaudes, l'eau peut s'évaporer en grande quantité. La vapeur alimente alors une masse d'air chaude et humide qui se met ensuite à tourbillonner, entraînée par la force de Coriolis. Cette dépression peut connaître trois stades de vie :

- la dépression tropicale, avec une vitesse maximale des vents inférieure à 62 km/h ;
- la tempête tropicale, avec une vitesse des vents comprise entre 62 et 117 km/h ;
- lorsque la vitesse des vents excède 118 km/h, le phénomène peut alors prendre plusieurs noms. Selon les régions du monde, les scientifiques parleront tantôt d'ouragan, tantôt de typhon ou encore de cyclone, terme le plus usité chez nous.

Les dégâts causés par un cyclone peuvent être impressionnants. Ils sont en effet redoutés pour le caractère destructeur de leurs pluies diluviennes, de leurs vents et les effets de houle, avec une augmentation parfois brutale du niveau de la mer.



La Nouvelle-Orléans après le passage de Katrina en 2005

Chaque année, les cyclones font plusieurs milliers de victimes.

Chez nous, les tempêtes n'ont pas la même origine que dans les régions tropicales. En effet, si les cyclones tirent leur énergie de l'évaporation de l'eau, l'énergie des tempêtes des latitudes moyennes provient des différences de température de l'air. Elles naissent d'un conflit entre une zone froide et une autre plus chaude, ce qui provoque un système de vents tournant autour du centre dépressionnaire. Les météorologues

parlent dans ce cas de cyclones extratropicaux. C'est deux d'entre eux, baptisés Lothar et Martin, qui ont touché la France le 26 et le 27 décembre 1999.



Contrairement aux tempêtes, les tornades sont des phénomènes locaux extrêmement brefs. Cependant, avec des vents pouvant atteindre plus de 500 km/h, elles sont les événements météorologiques les plus violents observables à la surface de la Terre.

Partout où il souffle, le vent agit donc, modelant le visage de la terre et de la mer. Il n'est donc pas étonnant qu'une telle force ait également joué un rôle déterminant dans le développement des civilisations humaines.

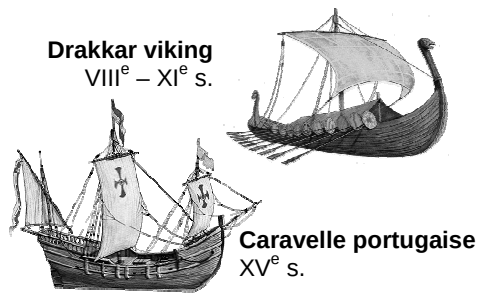
L'homme et le vent

Le vent est intimement lié à l'histoire des êtres humains. L'éolien est en effet l'une des plus anciennes énergies utilisées par les Hommes et a été un des moteurs puissants de leur développement.

Ce rôle capital s'est naturellement traduit, de l'Antiquité jusqu'à nos jours, par la place particulière réservée au vent dans de nombreuses civilisations.

L'énergie du vent

C'est sans doute en construisant le bateau à voile que l'Homme utilise pour la première fois le vent. La marine à voile existe en effet depuis environ 7 000 ans ! Son histoire est intimement liée à l'aventure humaine : elle a permis, entre autres, la migration de l'espèce humaine et la colonisation de nouveaux territoires, l'exploration de la planète, le développement des échanges commerciaux et des villes portuaires ou encore la conduite de guerres... De tout temps, les voiliers ont ainsi contribué au développement – et à la perte ! – de nombreuses civilisations.



Pourtant, aujourd'hui, dans les pays développés, excepté pour les voiliers de plaisance, le vent ne tient quasiment plus aucun rôle dans la navigation. Mais l'augmentation du prix du pétrole lui permettra peut-être, dans un futur proche, de retrouver une place.

Outre le voilier, la première machine qui a utilisé le vent comme source d'énergie est le moulin à vent. Il fut inventé en Perse au VII^e siècle et arrive en Europe 500 ans plus tard. Ces premiers moulins transformaient l'énergie éolienne en énergie mécanique servant à moudre le grain, écrasé entre de lourdes meules pour obtenir de la farine, ou à pomper l'eau des rivières afin d'irriguer les terres. C'est au Danois Poul La Cour (1846-1908) que l'on doit l'ouverture de nouvelles perspectives à la fin du XIX^e s. Cet ingénieur est en effet le premier à avoir l'idée de produire de l'électricité grâce à l'énergie du vent. La formule se répand alors un peu partout en Europe, avant d'être abandonnée au profit des énergies fossiles. Mais aujourd'hui, face à la perspective d'épuisement de ces ressources et à la nécessité de diminuer les émissions de gaz à effet de serre, l'éolien, qui n'émet pas de CO₂ lors de son fonctionnement, bénéficie du prestige des énergies renouvelables et opère donc son grand retour.

Il ne s'agit cependant pas d'une solution miracle, et les critiques à son encontre ne manquent pas.

Ainsi, beaucoup ont pointé du doigt l'impact visuel des éoliennes, qui sont, par nécessité, hautes et donc visibles de loin. De plus, l'énergie éolienne est intermittente, car dépendante du vent qui ne souffle jamais régulièrement. Devant les difficultés actuelles pour stocker l'électricité à grande échelle, elle doit donc être secondée par d'autres moyens de production rapidement mobilisables en cas d'absence de vent. Elle est cependant un élément parmi d'autres, avec ses atouts et ses inconvénients, pour repenser le système énergétique mondial de demain.

Vent universel

Le vent a donc toujours été un élément d'une importance capitale pour les Hommes. S'ils craignent son pouvoir potentiellement destructeur et ont appris à s'en protéger, ils ont également su profiter de ses bienfaits. Il n'est donc pas étonnant que ce rapport ambivalent ait de tout temps imprégné leur culture.

Ce mélange de crainte et de respect s'est, dans un premier temps, naturellement manifesté à travers les religions. Ainsi, de nombreuses mythologies divinisent et personnifient les vents, leur attribuant un caractère aimable et coléreux, souvent imprévisible. Chi Po est le dieu des vents chinois, Kirk celui des Celtes et Quetzacóalt, le serpent à plumes, celui des Toltèques. Mais les plus connus restent Éole, le dieu du vent grec et Fujin, honoré au Japon.

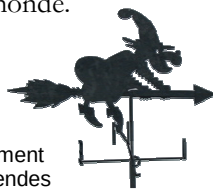


Fujin

est réputé pour avoir sorti de son sac, au moment de la création du monde, un vent qui a chassé les brumes persistantes et permis au Soleil d'éclairer la Terre.

Par la suite, s'il n'est plus divinisé, le vent n'en suscite pas moins de nombreuses superstitions, légendes et autres croyances folkloriques, et ce aux 4 coins du monde.

Vent et sorcellerie



Dans le folklore, vent et sorcellerie sont étroitement liés. De nombreuses légendes racontent comment les sorcières commandent au vent, comme dans ce conte finlandais où une sorcière vendit des vents aux marins sous la forme de trois nœuds sur une corde. Le premier nœud défait relâcha une brise légère, le second nœud une forte bise, et le troisième une tempête.

Il influence même le langage, à travers des expressions lui faisant référence. L'importance du vent dans les conceptions chinoises, notamment, transparait à travers leur langue. Ainsi, « enrhumé » peut se traduire par « blessé par le vent », « l'amour d'une femme » par « vent du sud », « regret » par « feuilles dans le vent ». Le français n'est pas en reste, avec de multiples proverbes et dictons populaires faisant référence à cet élément : « Contre vents et marées », « Qui sème le vent récolte la tempête », « Quel bon vent vous amène », etc.

*L'exposition **Face au vent** est donc l'occasion, au travers d'un élément universel, connu et expérimenté par tous, d'aborder diverses sciences et techniques.*

Au fil de l'exposition et du vent, vous pourrez en effet approfondir votre connaissance des phénomènes météorologiques, écouter des légendes, parler biologie ou géologie, en apprendre un peu plus sur l'histoire de l'Humanité ou découvrir comment fonctionne une éolienne. C'est donc un parcours riche et transversal que vous propose la Galerie Eurêka, où chacun, petit ou grand, devrait trouver son compte !

Document réalisé par l'équipe médiation de la Galerie Eurêka

Galerie Eurêka - C.C.S.T.I. de la Ville de Chambéry
Hôtel de Ville BP 1105
73 011 CHAMBERY cedex
tel : 04-79-60-04-25

e-mail : galerie.eureka@ccsti-chambery.org
Site Internet : www.chambery.fr/galerie.eureka