



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Avant-propos

Cette fiche a été rédigée dans le cadre du Groupe de travail « Tempêtes et submersions historiques » et plus particulièrement au sein du sous-groupe « Types de données » réunissant plusieurs organismes, et dont l'objectif est de mutualiser les informations de tempêtes et submersions marines historiques, capitaliser les connaissances et expertiser les données associées à des événements historiques.

Cette fiche relative aux données de pression atmosphérique fait partie d'un catalogue de données visant à accompagner et comprendre la base de données relatives aux tempêtes historiques. Cet état de l'art pourrait nécessiter d'être complété en fonction de besoins ou applications particulières.

L'élaboration de cette fiche, fruit d'un travail collaboratif et pluridisciplinaire, a été pilotée par Gérard Doligez (Météo-France) et Emmanuelle Athimon (ISEN Yncréa Ouest).

Nous remercions également ici l'ensemble des personnes ayant collaboré avec leurs contributions écrites et/ou leurs relectures : Alexa Latapy, Laure Zakrewski et Nathalie Giloy (Shom), Sabine Cavellec (Cerema), Léa Tavenne (Université Montpellier 3) et Aurélie Maspataud (BRGM).

Les termes suivis d'un astérisque * sont définis dans un glossaire spécifique associé au catalogue de données.

Résumé

La pression atmosphérique représente le poids de la colonne d'air par m². C'est donc un paramètre qui varie avec l'altitude. Pour pouvoir la comparer en différents points, elle est réduite au niveau de la mer. Des zones de basses pressions – les dépressions*, et de hautes pressions – les anticyclones*, qui se déplacent et évoluent en fonction de la circulation atmosphérique sont ainsi mises en évidence et caractérisent la situation météorologique.

Des réseaux de stations au sol ou embarquées sur des bouées ou des navires permettent d'avoir des mesures ponctuellement sur le littoral et en mer.

La prévision de pression atmosphérique se fait avec des modèles atmosphériques sur une grille plus ou moins fine selon les modèles. La combinaison de ces modèles avec des observations (assimilation de données) permettent de construire des analyses et réanalyses* qui offrent une vision spatialisée du champ de pression sur certaines situations.



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Caractéristiques de la donnée

Définition

L'idée que l'air est un fluide « pesant » s'est imposée au cours du XVII^e siècle, avec par exemple les travaux d'Evangelista Torricelli. En 1643, celui-ci a prouvé que l'air est un fluide pesant en remplissant de mercure une éprouvette qu'il retourne sur un cristallisoir, lui aussi rempli de mercure : le mercure se met à l'équilibre dans l'éprouvette à une hauteur h de 760 mm, avec du vide au-dessus. Il y a équilibre entre le poids (par unité de surface) de l'air atmosphérique, et le poids (par unité de surface) de la colonne de mercure dans l'éprouvette (**Figure 1**).

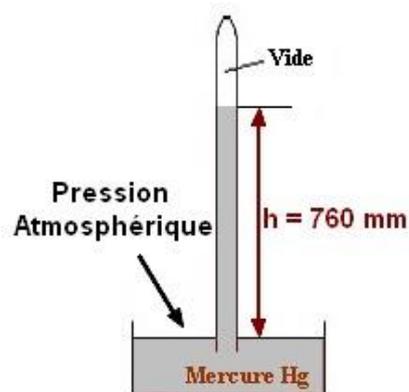


Figure 1 - principe de la mesure du baromètre à mercure (Source : Météo-France)

En 1648, les expériences de Blaise Pascal à la tour Saint-Jacques à Paris, et au Puy-de-Dôme, ont confirmé l'hypothèse du poids de l'atmosphère. Grâce à ce physicien, nous savons que la pression atmosphérique à un niveau quelconque est égale au poids d'une colonne d'air de surface horizontale 1 m^2 située au-dessus de ce niveau, s'étendant jusqu'au sommet de l'atmosphère (**Figure 2**).

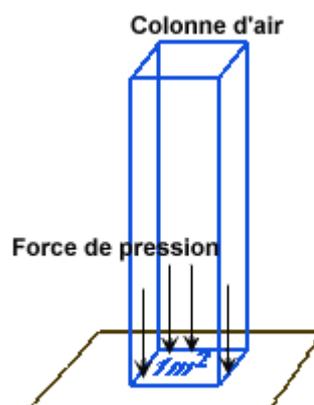


Figure 2 : Définition de la pression atmosphérique (Source : Météo-France)



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Comme la température, la pression dans un fluide a une définition scientifique liée au comportement des atomes (assemblés en molécules) qui le composent. Ces atomes sont en mouvement incessant et désordonné. Les molécules subissent alors des chocs, collisions entre elles ou avec les parois qu'elles rencontrent. Chaque portion d'un fluide exerce ainsi une force sur les portions de fluide qui l'entourent, et réciproquement.

Pour définir la pression en un point M quelconque du fluide, on étudie les forces qui s'exercent sur un très petit élément de surface placé au point M. La valeur moyenne au cours du temps des forces de choc exercées par les molécules de fluide se trouvant d'un côté de l'élément de surface s'appelle la force de pression. Cette force est perpendiculaire à l'élément de surface. Si cet élément pivote autour de son centre, la force de pression s'exerçant sur lui pivote, mais son module reste constant. Par définition, la pression est égale à :

$$\frac{\|\vec{F}\|}{S}$$

Où $\|\vec{F}\|$ est le module de la force de pression s'exerçant sur la surface S

Formule internationale du nivellement barométrique

En prenant le niveau de la mer comme altitude de référence h_0 , et en prenant pour l'atmosphère un état moyen défini par l'atmosphère normalisée (Température 15 °C = 288,15 K, pression = 1013,25 hPa, gradient vertical de température de 0,65 K pour 100 m), la formule internationale du nivellement barométrique est la suivante :

$$p(h) = 1013.25 \left(1 - \frac{0.0065 \frac{K}{m} \cdot h}{288.15} \right)^{5.255} \text{ hPa}$$

La pression atmosphérique variant avec l'altitude (**Figure 3**), cette formule permet le calcul de la pression à une certaine altitude, sans avoir besoin de connaître la température ou le gradient vertical de température. La précision dans le cas d'applications pratiques est toutefois limitée, puisqu'ici un état moyen différent de l'état réel de l'atmosphère est choisi.



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

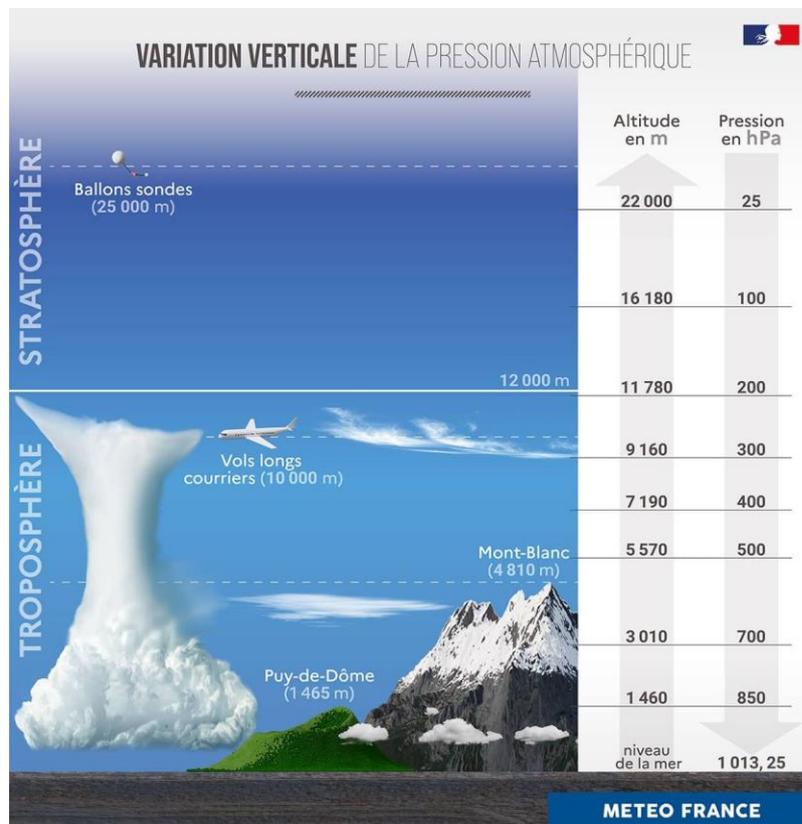


Figure 3 - Correspondance entre la pression et l'altitude (Source : Météo-France)

Unités de mesure

Pour la France métropolitaine, la valeur de la pression atmosphérique oscille entre 950 et 1 050 hPa. La pression peut s'exprimer selon plusieurs unités. L'unité du système international (unité SI) est le pascal (symbole Pa), mais la pression peut également être exprimée en bar ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$) ou encore en millimètre de mercure (mmHg) ou torr avec : $1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ torr} = 133,3 \text{ Pa} = 1,333 \text{ hPa}$.

L'unité anglo-saxonne de la pression est le psi (*pound per square inch*) avec : $1 \text{ psi} = 6 894 \text{ Pa}$.

Au niveau historique, d'autres unités de mesure ont également pu être utilisées, comme l'atmosphère normale (atm), le millimètre d'eau (mm H₂O), les pouces de mercure (inHg) ou encore le millibar (mb). Par exemple, le millibar est une unité de mesure du système centimètre, gramme, seconde, utilisé jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle. Un millibar vaut 10^{-3} bars.

En météorologie et en climatologie, la pression s'exprime en hectopascal (hPa), sous-unité du pascal : $1 \text{ hPa} = 10^2 \text{ Pa}$. Comme indiqué précédemment, l'atmosphère normale correspond à la pression atmosphérique moyenne mesurée au niveau moyen de la mer. On obtient alors les équivalences, d'une unité de mesure à l'autre, suivantes :

$1 \text{ atm} = 101 325 \text{ Pa} = 1 013,25 \text{ hPa} = 1,01325 \text{ bar} = 1013,25 \text{ mb} = 760 \text{ mmHg} = 29,9 \text{ inHg} = 760 \text{ torr}$.



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Variations verticales de la pression atmosphérique

La loi permettant de calculer la variation de pression dP pour un dénivelé dz est :

$$dP = -p g dz$$

où p est la masse volumique de l'air et $g \cong 9.81 \text{ m s}^{-2}$, l'accélération de la pesanteur.

Par définition, on a la relation : $P = \frac{F}{S}$

Où P (pression) s'exprime en Pascal (Pa), F (force de pression) en Newton (N) et S (surface) en m^2 .

La pression atmosphérique mesurée en météorologie correspond à la somme de deux pressions distinctes :

$$P_{\text{atmosphérique}} = P_{\text{hydrostatique}} + P_{\text{hydrodynamique}}$$

- **La pression hydrostatique** correspond au poids de la colonne d'air s'exerçant sur une surface déterminée et s'étendant jusqu'au sommet de l'atmosphère. Comme la masse volumique diminue avec l'altitude, le taux de décroissance diminue quand l'altitude augmente : environ - 1 hPa tous les 8 à 10 mètres entre 0 et 3 000 mètres d'altitude, puis une diminution plus faible est observée et aux alentours de 16 km par exemple, la pression diminue de 1 hPa pour un dénivelé de 60 mètres
- **La pression hydrodynamique** est la pression créée par un fluide en mouvement. Elle est définie par la relation :

$$P_{\text{hydrodynamique}} = \frac{1}{2} p v^2$$

Avec P en Pa, p (masse volumique du fluide) en kg/m^3 et v^2 (vitesse) en m^2/s^2 .

Variations horizontales de la pression atmosphérique

Dans l'atmosphère, la pression varie beaucoup plus rapidement lors d'un déplacement vertical que lors d'un déplacement horizontal. Au niveau de la mer, l'ordre de grandeur des variations de la pression pour un déplacement horizontal est de quelques hectopascals pour cent kilomètres, alors que verticalement la pression diminue d'environ un hectopascal pour une dizaine de mètres de dénivelé, dans les basses couches de l'atmosphère.

L'influence du relief sur les valeurs de la pression au niveau du sol est donc déterminante. En fait, une carte rassemblant des mesures de pression effectuées au niveau du sol donnerait essentiellement des informations sur les différences d'altitude entre les différents points de mesure. Comme dit précédemment, au niveau de la mer, la pression moyenne est de 1 013,25 hectopascals (hPa).

Afin de pouvoir comparer les différentes mesures de pression entre elles, les météorologistes considèrent donc des cartes de pression dites « réduite au niveau de la mer » : en effet, il est possible d'estimer à partir des données de pression, de température et d'humidité au sol, la pression à un niveau de référence donné, pris par convention comme étant le niveau moyen de la mer.



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Sur ces cartes de pression réduite au niveau de la mer, la valeur de la pression réduite n'est pas la même partout. Il existe des zones où la pression présente un minimum relatif (**les dépressions***) et d'autres où la pression présente un maximum relatif (**les anticyclones***). Les lignes qui relient entre eux les points où la pression réduite est la même s'appellent **les isobares*** (Figure 4). Ces isobares sont tracés avec un pas de 5 hPa en surlignant l'isobare de référence 1 015 hPa (le plus proche de la valeur moyenne de 1 013,25 hPa).

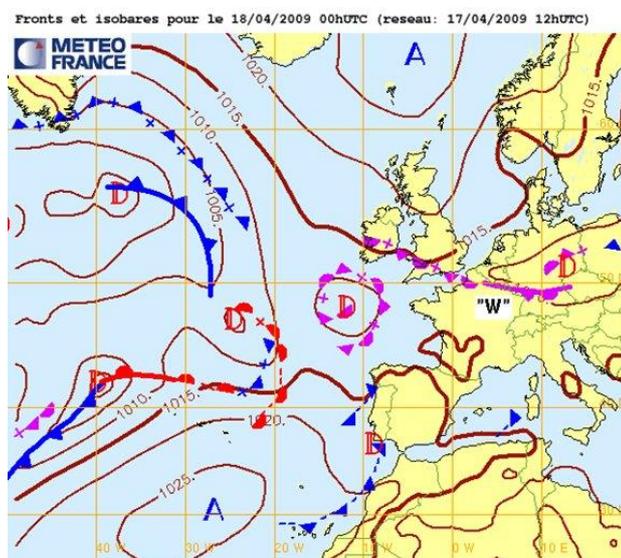


Figure 4 - Exemple de carte isobarique (par convention, les isobares sont cotées en hPa, et tracées de 5 en 5 hPa)

Relation entre Pression et Vent

Les dépressions (zone de basse pression) et les anticyclones (zone de haute pression) sont appelés « centres d'action » pour une raison précise : ils sont responsables des mouvements de l'atmosphère.

Comme l'air sous pression qui s'échappe d'un pneu ou d'un ballon gonflé, l'air s'écoule dans l'atmosphère des zones de hautes pressions (anticyclones) vers les zones de basses pressions (dépressions). C'est donc la variation horizontale de la pression ou gradient horizontal de pression qui est à l'origine du vent. En d'autres termes, plus les isobares (lignes d'égale pression) sont resserrées, plus le vent est fort. Les isobares étant plus rapprochées autour d'une dépression que d'un anticyclone, c'est autour de ces zones de basses pressions que les vents soufflent le plus fort.

La force de Coriolis

Une autre force agit également sur l'air en mouvement : la force de Coriolis. Cette force est liée à la rotation de la Terre autour de son axe. Dans l'hémisphère Nord, la force de Coriolis entraîne les corps en mouvement vers la droite.

Sous l'effet combiné des forces de pression et de la force de Coriolis, l'air ne va pas directement des hautes vers les basses pressions mais suit les isobares. Dans l'hémisphère Nord, le vent tourne dans le sens des



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

aiguilles d'une montre autour d'un anticyclone et dans le sens contraire autour d'une dépression (et inversement dans l'hémisphère sud).

Moyen(s) d'acquisition

Mesures in situ

La mesure de la pression s'effectue à l'aide d'un baromètre. Il s'agit d'un instrument permettant de repérer la pression de l'atmosphère dans laquelle il se trouve et ses variations temporelles. Usuellement, sont distinguées les données de pression atmosphérique « anciennes » et les données de pression atmosphérique (sans adjectif qualificatif particulier). Les données de pression atmosphérique dites « anciennes » sont des données antérieures à l'enregistrement systématique / automatique des mesures météorologiques à partir des années 1970-1980, tandis que les données de pression atmosphérique (sans qualificatif particulier) proviennent de stations météorologiques automatisées, de relevés satellitaires et sont systématiques. Ces deux types de données instrumentales disponibles sont utiles à l'étude et la reconstruction des tempêtes et submersions passées et sont mobilisées, notamment par les membres du GT « Tempêtes et Submersions Historiques ».

- **Rapide histoire de la donnée**

Comme précisé précédemment, le premier baromètre est une invention datant de 1643, attribué au physicien Evangelista Torricelli. Il consiste en un tube et une cuve de mercure (**Figure 1**). Au cours des 17^e et 18^e siècles, de nombreux scientifiques travaillent à perfectionner le baromètre. Par exemple, René Descartes ajoute une graduation au baromètre à mercure de Torricelli. Les archives, notamment celles de l'Académie Royale des Sciences (Paris) attestent de tous ces travaux d'amélioration (e.g : « Physique générale sur le baromètre rectifié », 1704, H.A.S.A, p. 1-8 ; « Observations sur un nouveau baromètre », 1708, H.A.S.A., p. 3-11).



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Au 18^e siècle, des érudits, des « météophiles » vont s'intéresser peu à peu au temps qu'il fait et l'acquisition d'instruments de mesure (dont le baromètre) va se démocratiser. L'approche scientifique de la météorologie, définie en 1774 par Louis Cotte dans son *Traité de météorologie* comme la « science de la connaissance et de la compréhension des météores » (p. 1), va alors sensiblement s'enrichir de relevés directs et de mesures instrumentales normées. À cette époque, les observations météorologiques sont sporadiques, locales, souvent le fait de savants isolés, même si à partir de 1776, la Société royale de médecine française crée un réseau d'observations météorologiques qui compte, en 1784, 76 observatoires du monde entier. Louis Cotte en organise le fonctionnement : liste des instruments à utiliser, conditions d'installation et de maintenance de ces instruments, observations à faire et imprimés à remplir 3 fois par jour afin d'homogénéiser, normer et standardiser les observations, collecte et archivage des données. La pression atmosphérique fait partie des mesures effectuées (Figure 5). La Révolution française mettra fin, vers 1792, au fonctionnement de ce réseau, ainsi qu'au second plus grand réseau météorologique européen de l'époque : celui de la Société Palatine. Toutefois, des observations ont pu continuer à être effectuées par des passionnés.

The image shows a handwritten meteorological observation table from 1783, titled "Résultats des observations météorologiques faites à la Rochelle". The table is organized into several columns and rows, with the year 1783 written at the top. The columns include "Baromètre", "Vent", "Lun", "Dy", "Température", "Etat", and "Ciel". The rows represent daily observations, with the date of each observation written in the first column. The data is handwritten in ink, showing various measurements and observations for each day.

Figure 5. Tableau des résultats d'observations météorologiques faites à La Rochelle pour l'année 1783 par Pierre-Henri Seignette contenant des mesures de pression atmosphérique (Source : AD 17, 4 J 3955, 6^e cahier, fol. 53).



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

En 1843, Lucien Vidie construit le premier baromètre anéroïde (sans utilisation de mercure), plus pratique pour les mesures de terrain (**Figure 6**). Le principe de mesure est établi sur la déformation d'une capsule anéroïde, membrane métallique élastique dont une face est en contact avec le vide et l'autre avec l'air atmosphérique. La capsule est déformable, mais l'écrasement est empêché par la forme de la capsule agissant comme un ressort.

Au 19^e siècle, la création de services météorologiques nationaux (e.g : Service météorologique français, 1855 ; Meteorological Office, 1854), va peu à peu systématiser la collecte de données barométriques, en particulier en lien avec la navigation maritime et la prévision des tempêtes. Les premières cartes isobariques pour l'Europe sont produites dans les années 1860. Il s'agit d'une avancée notable, rendue possible par la création d'un Service Météorologique International avec transmission télégraphique des observations. L'internationalisation des efforts va favoriser l'harmonisation des mesures et l'échange des données.

À compter du dernier tiers du 20^e siècle, l'automatisation croissante des mesures via les stations automatiques et les satellites météorologiques (comme le satellite européen Météosat lancé en 1977) permet une couverture spatiale densifiée et une fréquence d'observation augmentée. Ces évolutions technologiques rendent les données de pression atmosphérique centrales pour la modélisation numérique, tant de la circulation atmosphérique à différentes échelles que du climat.

- **Contexte et moyens d'acquisition des données de pression anciennes**

En France, les données de pression atmosphérique anciennes sont conservées dans les fonds archivistiques et se trouvent éparpillées dans divers centres de conservation d'archives départementaux, municipaux, nationaux, ainsi que dans les fonds patrimoniaux des médiathèques et bibliothèques municipales, à la BnF¹, sur Gallica, dans les fonds de l'Académie de Médecine, de l'Académie des Sciences, etc. Il s'agit de carnets d'observations d'érudits, de comptes rendus quotidiens (CRQ), de relevés des écoles normales primaires, des hôpitaux militaires (essentiellement pour l'outre-mer), des départements, du milieu agricole, etc. Ces différents documents constituent de précieuses sources d'informations.

Selon la période, le producteur et le lieu de conservation, il convient de distinguer plusieurs contextes et moyens d'acquisition de ces données de pression anciennes :

- 1) Les relevés effectués par des « météophiles » isolés et éparpillés en France (fin 17^e-première moitié du 19^e siècle). Ces données nécessitent des missions de terrain et de minutieuses recherches dans les centres de conservation afin de les identifier, les exhumer, les transcrire, les analyser, les faire connaître.
- 2) La base de données, réalisée dans le cadre du projet ANR CHEDAR (2012-2014), intègre la numérisation des relevés météorologiques du fonds d'archives de la Société Royale de Médecine (Paris), ainsi que des observations météorologiques (dont barométriques) consignées dans des sources d'archives régionales et municipales du réseau de la Société Palatine (1781-1790)².
- 3) Les archives du service national français de météorologie (période 1850-1970). Depuis plusieurs années, Météo-France mène un travail d'inventaire scientifique et archivistique sur les relevés

¹ Bibliothèque nationale de France : <https://www.bnf.fr/>

² <http://meteo.academie-medecine.fr>



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

climatologiques conservés aux Archives Nationales, au sein même de leur Etablissement ou dans certaines stations météorologiques. Ces fonds d'archives du climat sont majoritairement composés de tableaux d'observations météorologiques, de documentation sur les stations météorologiques, les techniques d'observation et les instruments de mesure³.

- 4) Malgré les actions de Data rescue, ou sauvetage des données historiques, et de numérisation de très nombreuses données anciennes de pression restent méconnues ou inconnues. La difficulté d'accès aux données anciennes, leur nombre relativement restreint, voire leur inexistence pour certaines périodes ou certains territoires, invitent les membres du GT « tempêtes et submersions historiques » à diversifier et multiplier les ressources mobilisées et avoir recours aux données anciennes rendues publiques par d'autres pays ou par d'autres services météorologiques. C'est par exemple le cas des données quotidiennes historiques du MetOffice (Office Météorologique du Royaume-Uni)⁴.

- **Données de pression atmosphérique acquises post 1970-1980**

De nos jours, un capteur numérique avec une cellule capacitive constitué d'un condensateur est utilisé. La distance entre ses armatures varie plus ou moins, écrasée par la pression atmosphérique ; ce qui fait varier la mesure du signal électrique mesuré, et on en déduit la pression par corrélation (**Figure 6**).

Ces capteurs de pression sont donc maintenant facilement déployés dans les différents systèmes d'observation météorologique (au sol au sein des stations météorologiques, en mer sur certaines bouées et navires sélectionnées, en altitude dans les radiosondages et sur certains avions).

À noter que, de manière générale, les **satellites météorologiques** fournissent 80 % des données d'observation (tous paramètres confondus). Les 20 % restants proviennent :

- **Des stations au sol** : Météo-France dispose sur tout le territoire métropolitain d'un réseau de plus de 550 stations d'observation, le réseau Radome (mesures de température, d'humidité, de pluviométrie, de vent, de rayonnement). Les données de vent fournies sont les données de vent horaire à dix mètres (vitesse et direction), vent moyen et vent instantané ;
- **Des radiosondages*** ;
- **Des capteurs embarqués sur des avions de ligne et des navires** (ferries, porte-conteneurs, navires scientifiques, navires de pêche, rouliers, câbliers, patrouilleurs des affaires maritimes et même quelques voiliers). En empruntant des routes commerciales, ces capteurs mobiles permettent d'obtenir des données météorologiques d'observation en mer sur des zones peu couvertes par les moyens traditionnels ;
- **Des capteurs installés sur des bouées ancrées et dérivantes.**

³ En 2023, MétéoFrance a mis en ligne les données météorologiques sur la période 1850-1970 conservées dans ses propres fonds d'archives (<http://archives-climat.fr/>). Issues de la base de données climatologique nationale de MétéoFrance, l'accès à ces données, dont des données de pression atmosphérique, s'effectue depuis le portail « La météo et le climat en Open Data » : <https://meteo.data.gouv.fr/> ou bien depuis le portail des API de MétéoFrance : <https://portail-api.meteofrance.fr/web/>.

⁴ Les « Daily Weather Report » (qui peuvent concerner des villes de France métropolitaine) sont accessibles depuis 1860 : https://digital.nmla.metoffice.gov.uk/index.php?name=SO_86058de1-8d55-4bc5-8305-5698d0bd7e13. De même, les « Archives Treasures », ponctuelles, peuvent porter sur des territoires, des aléas ou des périodes remontant au 17^e siècle : https://digital.nmla.metoffice.gov.uk/SO_0aeb9880-0060-4a6b-ae63-8f14bc76e50e/



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

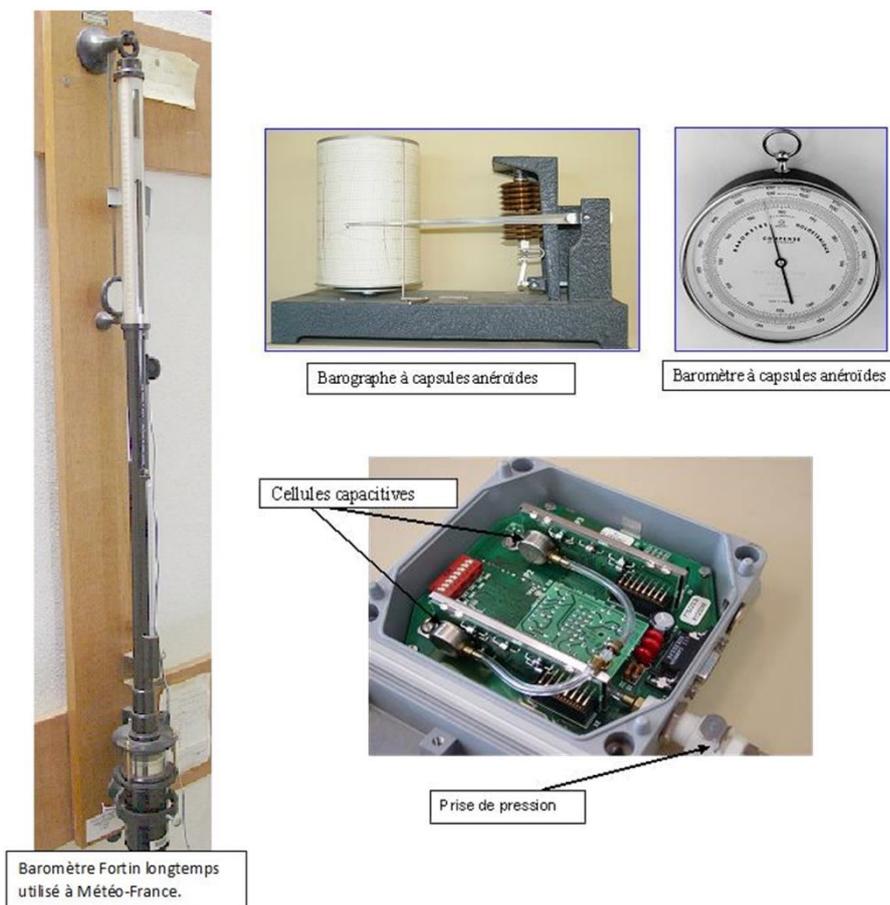


Figure 6 – Exemples de baromètre à mercure (à gauche), de baromètre et barographe anéroïde (en haut), et de capteur numérique avec cellule capacitives (en bas)

Modélisation

La simulation de l'évolution de l'atmosphère s'appuie sur des équations physiques régissant son comportement. Les conditions météorologiques peuvent être simulées en continu dans le temps, sur un semis de points plus dense que les points de mesure.

Il existe une grande variété de modèles de prévision météorologique avec différentes emprises spatiales et temporelles, et différentes résolutions spatiales (verticale, horizontale). L'archivage des résultats constitue une base de données de vent et de gradient de pression atmosphérique extrêmement utile pour déterminer un climat de houle (données d'entrée des modèles hydrodynamiques maritimes et côtiers). (Voir **fiche « Vent »** pour les *différents modèles météorologiques et des réanalyses disponibles*).



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Incertitudes et limites

- **Incertitudes et limites sur les données de pression atmosphérique anciennes**

Plus on remonte dans le temps – en particulier avant la seconde moitié du 19^e siècle – et plus l'accès aux données de pression atmosphérique est complexe et nécessite un travail de recherche puis d'analyse minutieux. Les documents d'archives dans lesquelles sont consignées des données de pression atmosphérique constituent des sources de données ponctuelles, hétéroclites, spatialement et temporellement hétérogènes, issues de techniques et d'instruments de mesures différents selon les lieux et les périodes.

Plusieurs aspects doivent faire l'objet d'une attention et d'une analyse critique particulière :

- a) **L'instrument de mesure** : les données de pression atmosphérique anciennes sont majoritairement effectuées à partir de baromètre à mercure. Néanmoins, elles peuvent, à la marge, être faites à partir de baromètre à eau.
- b) **Le type de baromètre à mercure** : il existe plusieurs types de baromètre à mercure (idem pour les baromètres à eau). Les principaux sont :
 - les premiers baromètres à mercure (de Torricelli), qui se présentaient sous la forme d'un tube de verre rempli de mercure et inversé dans une cuve ouverte elle-même remplie de mercure. Le niveau de mercure dans la cuve variant avec la pression, la lecture peut nécessiter une correction dont il n'est pas toujours aisé de s'assurer qu'elle a été appliquée. En outre, ce baromètre est sensible aux inclinaisons du tube.
 - À la fin du 18^e – au début du 19^e siècle, Jean-Nicolas Fortin développe le baromètre type Fortin. Il s'agit d'un baromètre à mercure similaire à celui inventé par Torricelli, à ceci près que la cuve de mercure est fermée par une vessie souple et un réglage par vis permet d'ajuster le niveau de mercure dans le tube au repère zéro avant d'effectuer la moindre mesure. Le baromètre à mercure type Fortin tient compte des variations de niveau de mercure dans la cuve et mène à une plus grande précision de lecture.
 - Au début du 19^e siècle, Joseph-Louis Gay-Lussac invente le baromètre siphon. Il se présente sous la forme d'un tube en forme de U asymétrique, partiellement rempli de mercure. L'une des extrémités est fermée, tandis que l'autre est ouverte à l'air. La différence de hauteur entre les deux indiquant la pression, il est moins précis, difficile à lire et une table de conversion est nécessaire.
- c) **L'usage de tables de corrections** : pour être comparables entre elles, les mesures de pression atmosphériques peuvent nécessiter diverses corrections, parmi lesquelles la correction de l'action capillaire s'exerçant au sommet de la colonne et se traduisant par un ménisque convexe, la correction de la température, la correction de l'altitude. En général, les observateurs ont ces tables de corrections à portée de main lorsqu'ils effectuent leurs mesures et ils consignent donc des données corrigées. Toutefois, il convient de s'en assurer en vérifiant la cohérence des mesures.
- d) **L'unité de mesure** : selon l'instrument utilisé et la période, les données de pression atmosphérique anciennes peuvent être données en « pouces de mercure » (inHg), en « millimètres de mercure » (mmHg) ou en millimètres d'eau (mmH₂O).



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

- e) **L'étalonnage des baromètres ainsi que la graduation** : au 18^e et dans la première moitié du 19^e siècle, la constante du mercure s'établit autour de 28 pouces, où 28 pouces sont égaux à 760 millimètres de mercure. Or, aujourd'hui, la constante de mercure correspondant à la pression atmosphérique moyenne est fixée à 29 pouces 9 lignes 2 douzièmes (arrondi à 30 pouces) et coïncide avec une moyenne en millimètres de mercure définie à 760 mmHg. Il y a donc 1 pouce, 9 lignes 2 douzièmes d'écart (2 pouces en arrondi) entre les deux. De plus, au 18^e-première moitié du 19^e siècle, les graduations des baromètres peuvent aller jusqu'à 12 lignes, tandis qu'actuellement les relevés ne s'étendent pas au-delà de 9 lignes. Il est donc nécessaire non seulement de corriger en transposant les relevés sur la graduation actuelle, mais également de s'assurer que les valeurs fonctionnelles sont bien prises en compte.
- f) **La conversion à partir de l'unité de mesure** : les données de pression atmosphérique anciennes étant indiquées en pouces et lignes de mercure, voire en millimètres de mercure, une conversion en hectopascals (hPa) doit être opérée. Cette opération de conversion, ainsi que celles d'étalonnage et de transposition de graduation, entraîne des phénomènes d'arrondissement de valeurs. Dès lors, les données de pression atmosphérique anciennes sont relatives.

- **Incertitudes sur les données de pression atmosphérique acquises post 1970-1980**

L'incertitude de mesure intrinsèque des capteurs numériques de pression est de +/- 0,1 hPa à 0,2 hPa selon le modèle utilisé.

La mesure de pression est représentative de l'endroit où elle est mesurée, et dépend donc de son altitude (cf. paragraphe « variations verticales de la pression atmosphérique ») ; pour pouvoir la comparer à d'autres points, il faut donc utiliser une conversion au niveau moyen de la mer dite « pression réduite au niveau de la mer » (cf. paragraphe « variations horizontales de la pression atmosphérique »).

Organisme(s) clés / en jeu

- METEO-FRANCE (<https://meteofrance.fr> et <https://meteofrance.com>) :

En France, les données d'observations comme de modèles sont disponibles auprès de Météo-France (<https://donneespubliques.meteofrance.fr/>) et sur <https://meteo.data.gouv.fr/>

- COPERNICUS : au niveau européen, les données sont centralisées par le projet européen Copernicus MEMS. Copernicus MEMS est dédié à l'océanographie opérationnelle avec l'assimilation de données in situ et satellites pour la mise en œuvre de modèles de prévision et de réanalyses en temps différé. Les données sont accessibles par ftp via les plateformes : <https://resources.marine.copernicus.eu/products> ou <http://www.marineinsitu.eu/>.
- L'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) : dans le cadre d'accords au sein de l'OMM, Météo-France reçoit aussi des autres services météorologiques des mesures recueillies sur l'ensemble du globe.



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

- OCEAN-OPS : au niveau international, Ocean-Ops est le service opérationnel d'observation in situ de l'OMM et de l'Unesco (via GOOS). Ocean-Ops se décline pour les observations de surface dans le programme DBCP au niveau international et dans le programme E-SURFMAR au niveau européen. Le DBCP et E-SURFMAR coordonnent à leur échelle l'utilisation des données de bouées autonomes pour observer les conditions atmosphériques et océanographiques au-dessus des océans. Ces programmes sont portés par les organismes de prévision de météorologie marine. Météo-France représente la France au DBCP et à E-SURFMAR. Les données Candhis sont accessibles via le portail : <https://www.ocean-ops.org/board>.
- Les centres de conservation d'archives (municipaux, départementaux, nationaux, etc.) : de très nombreuses données anciennes peuvent ne pas encore avoir été identifiées et exhumées des riches fonds d'archives français.
- Autres services météorologiques européens (e.g : MetOffice)

Sources, vecteurs de diffusion/de porter à connaissance

Mesures et modèles numériques

<https://donneespubliques.meteofrance.fr/>

<https://resources.marine.copernicus.eu/products>

<https://www.ocean-ops.org/board>

<http://archives-climat.fr/> ou <https://meteo.data.gouv.fr/> ou <https://portail-api.meteofrance.fr/web/>
(données MétéoFrance sur la période 1850-1970)

https://digital.nmla.metoffice.gov.uk/index.php?name=SO_86058de1-8d55-4bc5-8305-5698d0bd7e13
(Daily Weather Report, Met Office depuis 1860)

Autres usages de la donnée

- ➔ Sécurité maritime, Observations et prévisions météorologiques pour les loisirs nautiques et le grand public
- ➔ Normales climatiques, Etudes
- ➔ Amélioration des capacités des modèles à simuler des aléas extrêmes

Références clés / Pour aller plus loin

Court, A. "Meteorological Instruments before 1800", *Weather*, 9, 1954.

Fleming, J.R. *Historical Perspectives on Climate Change*, Oxford University Press, Oxford, 1998.

Version septembre 2025



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Harper, K. *Weather by the Numbers: The Genesis of Modern Meteorology*, MIT Press, 2012.

MétéoFrance, 2024, *Qu'est-ce que la pression atmosphérique ?* <https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/comprendre-la-meteo/quest-ce-que-la-pression-atmospherique>

Middleton, W.E.K. *The History of the Barometer*, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1964.

OMM (Organisation météorologique mondiale), *Guide des instruments et des méthodes d'observation*, 1ère édition 1950, éditions successives jusqu'en 1983, https://library.wmo.int/records/item/32158-guide-des-instruments-et-des-methodes-d-observation?language_id=&offset=2

Pépin M-H., 2018, *Les observations météorologiques au fil des siècles passés*, https://www.encyclopedie-environnement.org/air/obervations-meteorologiques-siecles-passes/#21_Le_barometre

Fiches en lien

Fiche « Vent »

Fiche « Etats de mer »

Fiche « Surcote »

Version Janvier 2025

