

Enregistrement de la courbe de variations du dioxyde de carbone



1. Mace Head - Observation de l'atmosphère sur la côte atlantique irlandaise - Photo de Tim Lueker, SIO



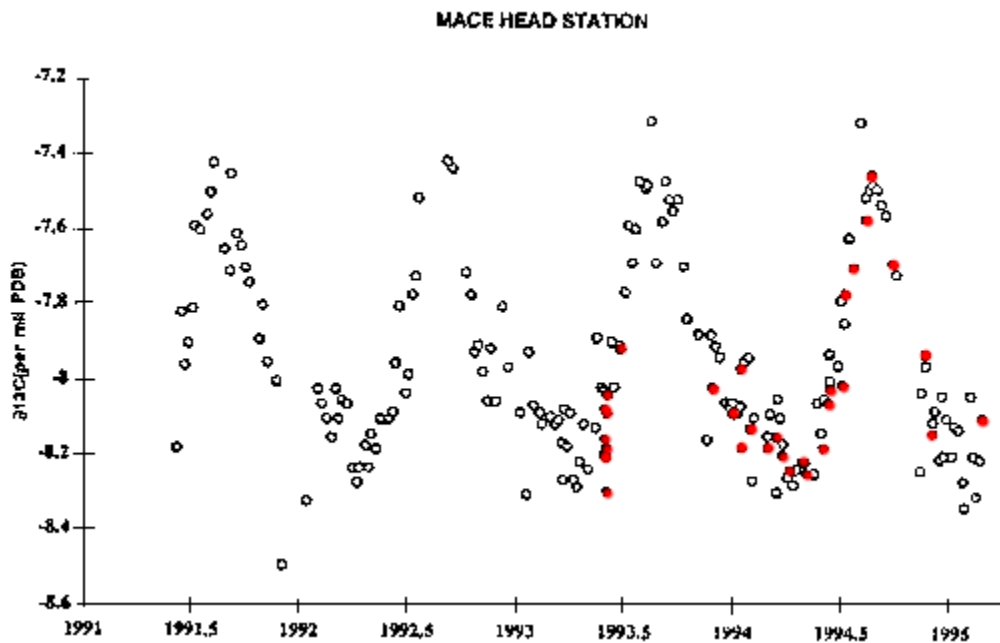
Mesures à Mace Head

Sur la côte ouest de l'Irlande, à l'extrême nord de la baie de Galway, dans un paysage insolite, le promeneur rencontre une petite maison. Ça pourrait être l'habitation d'un berger. En fait, il s'agit d'une base scientifique dédiée à l'étude de l'atmosphère, pleine d'instruments de mesures. Le CO₂ y est mesuré continuellement. De plus, des échantillons individuels y sont collectés chaque semaine pour analyse externe.



2. La station de recherche de Mace Head : Les chercheurs de l'Université de Galway, partenaires du réseau ACCENT, ainsi que différentes équipes internationales, y effectuent des mesures atmosphériques en continu. Les gaz trace y sont aussi mesurés. Enfin, des campagnes de mesures limitées dans le temps y sont organisées occasionnellement.

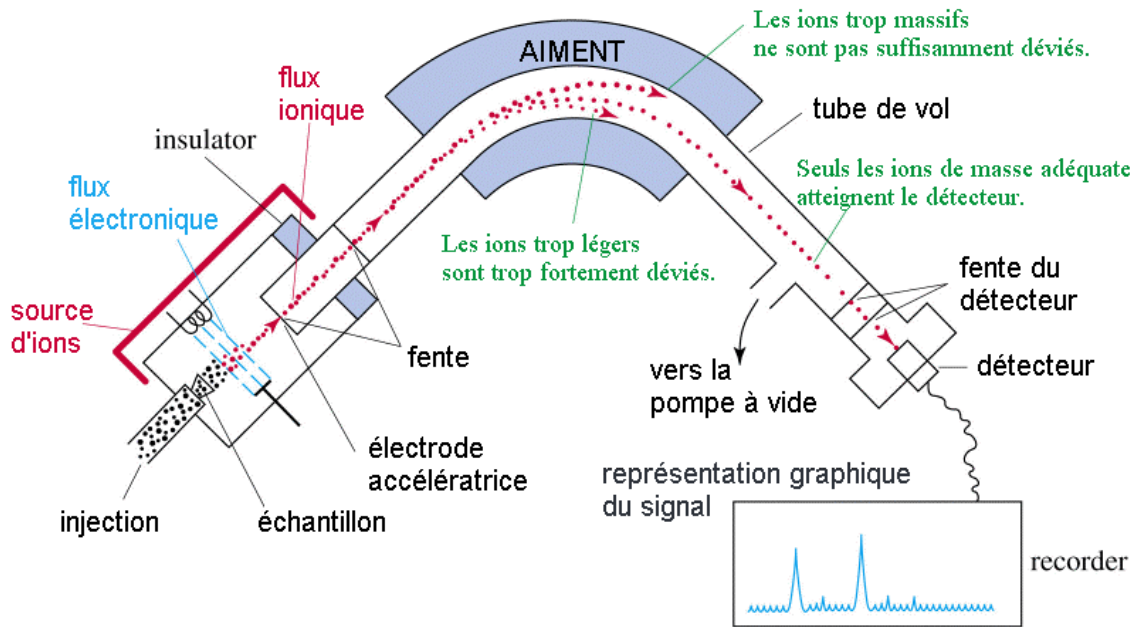
La concentration du dioxyde de carbone est mesurée au NOAA (centre national de recherche sur les océans et l'atmosphère aux USA), à Boulder, Colorado. Cette mesure y est effectuée à l'aide d'un chromatographe à phase gazeuse et sert de référence internationale. Des comparaisons sont organisées avec des laboratoires de toute la Planète, afin d'assurer la qualité des mesures. D'autres échantillons de Mace Head sont, par exemple, analysés dans un labo français, par spectrométrie de masse. La station irlandaise fait partie du réseau *Global Atmosphere Watch*, qui réunit des échantillons de tout le Globe : CO₂, CO, SO₂, N₂O (gaz hilarant), etc.



3.

Comparaison des concentrations en CO₂ dans des échantillons récoltés à Mace Head, indépendamment les uns des autres, puis analysés à Boulder (cercles ouverts) et en France (cercles rouges pleins).

4. Spectrométrie de masse classique La spectrométrie de masse permet d'analyser la composition d'un échantillon en séparant les molécules de différentes masses dans un champ électrique. On bombarde les molécules avec des électrons, de telle façon qu'elles perdent un électron et soient ainsi chargées positivement. Les molécules chargées (ions) passent à travers un champ électrique, dans lequel elles sont déviées proportionnellement à leur masse. Elles finissent leur course sur un détecteur. En variant la force du champ électrique, on détecte les molécules de différentes masses.

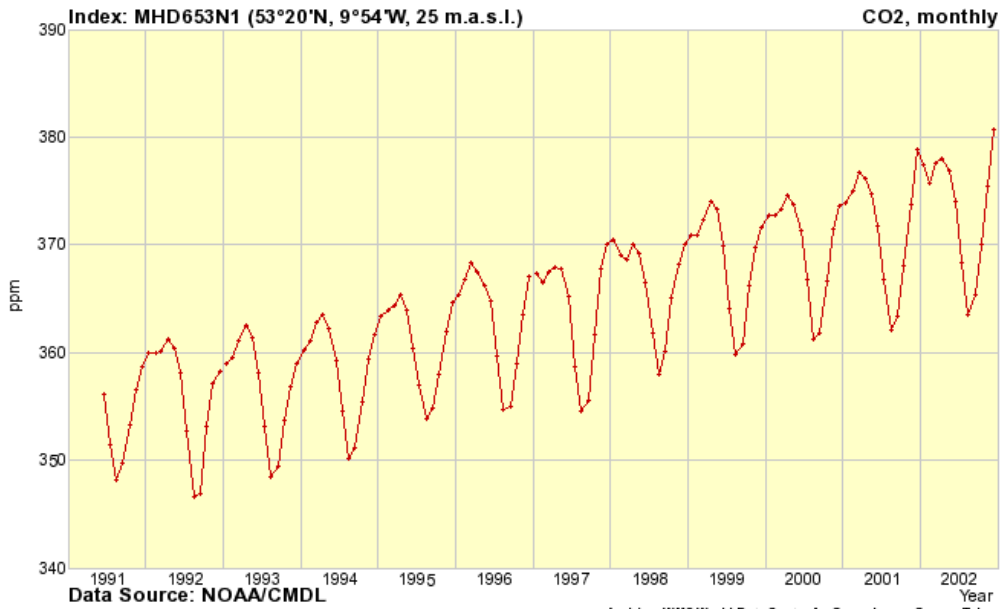


Spectromètre, source: Université du Wisconsin

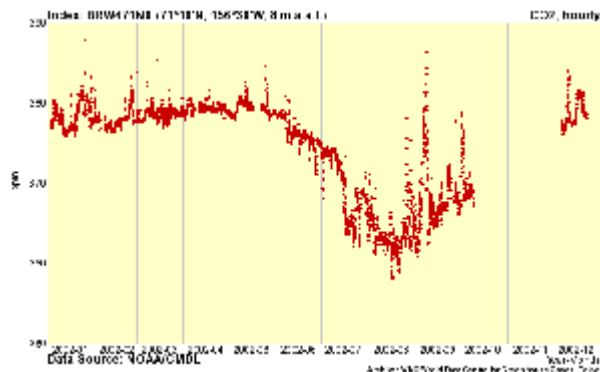


Qu'est-ce qui influence la concentration en CO₂ ?

D'une manière générale, le dioxyde de carbone se répartit relativement uniformément dans toute l'atmosphère, et les différences de concentration en différents points du globe ne dépassent pas quelques parties par million (ppm), ce qui correspond néanmoins à quelques % de la concentration moyenne. Des mesures très précises permettent tout de même de détecter l'effet de sources et absorptions locales. Dans les grandes villes ou à proximité de centrales énergétiques, par exemple, des concentrations plus élevées en CO₂ sont mesurées. À l'opposé, au bord de l'océan, comme à Mace Head, les concentrations sont plus basses. Ici, le phytoplancton (algues) absorbe du CO₂ et emporte le carbone vers le fond de l'océan lors de sa décomposition. Pendant la période de végétation, les grandes forêts sont aussi des puits à CO₂, qu'elles transforment en biomasse.



5. Moyennes mensuelles de la concentration en CO₂ à Mace Head © *Global Atmosphere Watch*



6. Mesures horaires de la concentration en CO₂ effectuées en 2002 à Barrow (Alaska). © NOAA, *Global Atmosphere Watch*

Nous pouvons ainsi observer un cycle saisonnier des concentrations de CO₂, dû aux facteurs mentionnés ci-dessus, et à d'autres facteurs humains. Des "dérangements" de courte durée peuvent aussi se produire, comme le montrent les mesures à haute résolution de la station de Barrow, Alaska (voir graphique à gauche).

Gerard Spain est scientifique à Mace Head et répond à notre question : Comment peut-on éviter les "dérangements" indésirables lors de mesures hebdomadaires ?

"Les échantillons ne sont récoltés que lorsque les conditions correspondent à l'atmosphère 'de base' (note du traducteur : atmosphère moyenne, dont la composition n'est pas perturbée par une source locale, humaine ou naturelle). Il arrive parfois que des mesures soient effectuées dans d'autres conditions, par exemple si on désire connaître la composition de masses d'air en provenance de zones industrielles européennes, ou lorsqu'on veut éviter de trop longs trous dans les données. Dans tous ces cas, cette situation est notée et les résultats des mesures ne sont pas utilisés dans le calcul de la composition moyenne atmosphérique de base. Afin d'éviter de récolter par erreur des échantillons influencés par des régions polluées, on



Gerard Spain est assistant de recherche à Mace Head

consulte les prévisions météorologiques et les prévisions des trajectoires atmosphériques. De plus, les gaz trace et les particules sont mesurés en parallèle. Ces mesures permettent d'estimer, si une masse d'air est 'propre'. Enfin, on calcule après coup la provenance des masses d'air (calculés à l'aide de modèles informatiques de l'atmosphère). Ainsi, on peut s'assurer une fois de plus, qu'il s'agisse d'air propre."



Problèmes des sciences analytiques

À quoi le scientifique doit-il faire attention, s'il veut effectuer de bonnes mesures de la concentration de CO₂ ? Ces quelques règles sont aussi importantes pour de petites expériences dans le cadre de l'école.

Récolte des échantillons:

La plupart des erreurs se produisent lors de la récolte des échantillons. Des échantillons d'air ne doivent, par exemple, pas être pris à proximité immédiate d'une cheminée. Imaginez-vous, que vous mesuriez la concentration de CO₂ dans votre classe, en fin de leçon. À quel résultat vous attendez-vous par rapport à une mesure extérieure ? Nous devons réfléchir, si le lieu de récolte de l'échantillon est représentatif pour la région et si la valeur mesurée vaut aussi pour un autre lieu dans les environs. Si la concentration d'une substance varie fortement selon la saison ou le moment de la journée, une seule mesure par année ou par jour ne permettra aucune conclusion.

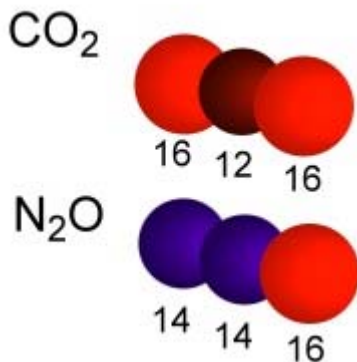
Contamination:

Le récipient, dans lequel les échantillons sont récoltés, est-il propre et non contaminé par des restes d'anciens échantillons ? Les récipients doivent être vidés et/ou rincés (par exemple avec un gaz neutre) méticuleusement. Certaines substances risquent-elles de rester fixées aux parois du récipient si l'échantillon est conservé longtemps ? Enfin, l'échantillon ne doit pas entrer en contact avec l'air extérieur du labo.



7. Ici, des chercheurs essaient de déterminer le taux d'absorption de CO₂ des arbres à l'aide d'une cuvette (mesure à Hyytiälä, Finlande). Ce genre de mesure est beaucoup plus difficile et moins précise que celle du CO₂ dans l'atmosphère de base.

Source : Université d'Helsinki



9. Calcule les masses moléculaires du CO₂ et du N₂O. Quel problème apparaît lors de la séparation par masse dans un simple spectromètre de masse ?
Image: Elmar Uherek

Référence:

La concentration en dioxyde de carbone est comparée à celle d'un échantillon de référence. La composition de la référence peut varier avec le temps. Elle doit être préparée avec soin.

Instrument:

L'instrument de mesure est-il suffisamment précis ? CO₂ et N₂O (les deux sont des gaz à effet de serre stables) peuvent-ils être déterminés en même temps dans un simple spectromètre de masse ?

Les scientifiques passent souvent une grande partie de leur temps à améliorer les techniques de mesure et à traquer les sources d'erreur. Aujourd'hui, de nombreux instruments très précis sont disponibles. Malgré cela, des erreurs peuvent se produire très facilement, si on ne prend pas toutes les précautions nécessaires lors de la récolte des échantillons, du nettoyage des récipients et de la préparation des échantillons de référence.

Auteur: Elmar Uherek
Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, Allemagne

Traducteur et correcteur: Silvio Borella
Institut Universitaire Kurt Bösch, Sion, Suisse

© ACCENT 2005 | www.accent-network.ch