L'ACIDE CARBONIQUE DANS L'ATMOSPHERE DE VICHY

PAR MONSIEUR LE DOCTEUR LESCOEUR

Si l'atmosphère qui nous entoure est constante, en ce qui regarde les proportions d'oxygène et d'azote (sensiblement 21 % et 78 %), il n'en est pas tout-à-fait de même en ce qui concerne les autres constituants, notamment l'acide carbonique.

La teneur de ce gaz, sans être aussi variable que celle de la vapeur d'eau, oscille dit-on, autour de la valeur de 3 p. 10.000. Il s'agit, comme vous le voyez de quantité minime.

Ce qui peut surprendre c'est qu'il n'existe pas une quantité plus grande d'acide carbonique dans l'air que nous respirons, puisqu'il existe de multiples causes qui font que ce gaz se déverse journellement dans l'atmosphère et que celui-ci devrait par suite, semble-t-il, s'enrichir d'une façon continue.

ORIGINE DE CO2

N'existe-t-il pas en effet, d'abord un apport d'acide carbonique, produit artificiel, ayant pour origine la combustion du charbon ou du pétrole dans les foyers industriels et domestiques ?

N'existe-t-il pas aussi, sur le globe, une production biologique constante d'acide carbonique :

Dans le règne animal, rappelons que pour 240 litres d'air reçus par heure, l'élimination pulmonaire chez l'homme est de 15 à 20 litres de CO2.

Dans le règne végétal, la respiration des plantes est non moins importante (encore que le phénomène ait été longtemps méconnu).

La vie des infiniment petits, les ferments et les moisissures sont encore un

apport qui n'est nullement négligeable.

Enfin, il y a aussi l'acide carbonique naturel, celui qui est d'origine volcanique et fumerollien et que nous nous garderons bien d'oublier dans le cas particulier qui nous intéresse.

REGULATION

Pourquoi ce gaz n'atteint-il donc pas les doses toxiques ? On nous enseigne que c'est grâce au jeu de systèmes régulateurs :

D'abord c'est l'assimilation chlorophyllienne, sous l'influence des rayons solaires, qui permet aux plantes vertes et aux algues marines de fixer l'acide carbonique pour en tirer leurs substances nutritives et constitutionnelles (cellulose).

Et puis, c'est l'action stabilisatrice des océans qui emmagasinent le CO_2, dès que la tension de ce gaz augmente quelque peu dans l'atmosphère, pour le restituer ensuite dans le cas inverse.

Ces généralités rappelées, il reste que le chiffre de 3 p. 10.000 n'est qu'une moyenne, moyenne qui tire certes une réelle valeur de la loi des grands nombres, par la multiplicité des déterminations faites à son sujet, aux points les plus différents du globe, mais cela ne veut pas dire que toujours et partout nous devrons considérer cette proportion comme une donnée immuable, parce que classique et quasi officielle.

Comme nous sommes précisémment dans le Massif Central, dans un pays dont le sous-sol porte encore la trace d'un passé volcanique que manifeste l'abondance de ses richesses hydrominérales à haute teneur en CO_2, la question se pose pour nous de savoir dans quelle mesure, l'atmosphère de nos Stations Thermales, celles d'Auvergne notamment, ne s'écarte pas de la moyenne banale, dans quelle mesure l'acide carbonique ne doit-il pas figurer comme élément constitutif de nos micros-climats.

EVALUATION DE CO_2 EMANANT DU BASSIN DE VICHY-ETAT

L'acide carbonique seul peut, par suite de failles plus ou moins bien définies, trouver issue à la surface (mofettes). Mais le plus souvent il sort tumultueusement avec l'eau des sources gazeuses.

Disons d'abord que les gaz qui accompagnent l'eau à son émergence, gaz dits spontanés, contiennent bien peu d'azote et des gaz rares, mais sont constitués surtout par de l'acide carbonique (96,2 % Boussange, 99,5 Grande-Grille, 99,8 Chomel).

Le débit du gaz est en général bien supérieur au débit de l'eau qui s'échappe avec lui du griffon.

On a essayé de faire un calcul approximatif de la quantité de CO_2 déversé normalement par jour.

Le problème est assez difficile, même lorsqu'on fait appel à des sources méthodiquement exploitées et sous un régime stable, comme c'est le cas pour le Bassin de Vichy-Etat.

Les débits gazeux en effet, ont rarement fait l'objet de mesures systématiques précises. Cela vient de ce que, pour déterminer ce débit, on est conduit à faire usage, plus ou moins extemporanément de cloches à gaz, compteurs, etc. dont l'effet est d'augmenter la charge de la source et par suite de modifier le régime des eaux. Les débits mesurés cessent alors d'être normaux et c'est seulement par extrapolation, à partir des résultats obtenus pour un captage donné, que les Ingénieurs des Mines, notamment M. AUBERT en 1904 et ARMAND en 1930, ont pu donner quelques chiffres utilisables.

Ce qu'il y a de certain, c'est que les eaux les plus gazeuses viennent des forages les plus profonds : Boussange 254 m. Dôme 160 m. avec des rapports gaz / eau respectivement 4 et 4,6.

Les sources naturelles, même chaudes, comme Grande-Grille, donnent moins de gaz spontanés. Une partie d'acide carbonique doit s'infiltrer dans les terrains encaissants et se retrouver plus tard.

Pour cette raison il serait illusoire de vouloir chiffrer avec précision, le volume global des gaz spontanés émanant des sources de Vichy.

Toutefois, si l'on admet que le volume gazeux total des sources du domaine de l'Etat dépasse 750.000 litres par 24 hres, et si l'on suppose que le rapport gaz/ eau est approximativement 2 en moyenne on voit que le volume de CO_2 spontanné, déversé dans l'atmosphère par l'ensemble des sources, dépasse 1.500.000 litres, comme cela avait déjà été indiqué en 1886.

Voyons maintenant comment le problème a été abordé du point de vue expérimental.

MESURES EXPERIMENTALES

En 1883, le Dr PEYRAUD et GAUTRELET, firent une cinquantaine de mesures de CO_2 dans l'air de Vichy et trouvèrent une augmentation appréciable de ce gaz. Ces résultats ne semblent pas avoir éveillé un grand écho dans les milieux Hydrologiques et Climatiques.

En 1951-1952, à la demande du Laboratoire de Recherches Hydrologiques de Vichy, M. Jean CHABROL a repris cette étude qui a fait l'objet d'une Thèse dont je me permet de vous donner un résumé succint. (1)

TECHNIQUE DU DOSAGE

Il a été fait appel à une technique simplifiée du genre de celles qui avaient été mises au point pendant la guerre par les services de défense contre les gaz (appareil KLING modifié).

Cet appareil comporte un barboteur, contenant une quantité fixe de réactifs absorbants (solution de carbonate de sodium, titrée une fois pour toutes) et additionnée de phtalèine, ce qui lui communique une réaction rouge.

La décoloration exacte (stade bicarbonate) sera obtenue pour le passage d'une masse constante d'acide carbonique quelle que soit d'ailleurs la concentration de ce gaz dans l'air à analyser.

Dans ces conditions, c'est bien entendu le volume de l'air nécessaire à la saturation du réactif qui, dans chaque cas, variera en fonction de la teneur en CO_2.

Plus cette teneur est faible, plus grand est le volume d'air qu'il faudra faire passer à travers le barboteur pour décolorer le liquide.

Le rôle de l'opérateur se borne en définitive, à surveiller le moment précis de la décoloration du réactif et à lire, en fonction du volume d'air passé, le résultat donné par une courbe étalonnée établie une fois pour toutes pour l'appareil.

L'appareillage qui consiste en un système aspirateur à bascule comprenant deux flacons gradués de deux litres, était assez encombrant. Il fut monté sur une remorque de bicyclette afin de pouvoir être transporté facilement d'un point à l'autre de la ville.

RESULTATS

110 mesures ont été effectuées. Les résultats ont été ordonnés en trois catégories :

Teneurs en CO_2, dites fortes $> 0,33$ p. 1000
id- dites faibles ou moyennes $< 0,33$ p. 1000
Teneurs élevées mais provenant de prélèvements en sous-sol

TABLEAU I - Les emplacements correspondant aux teneurs fortes ont été fournis en général par le Hall des différentes sources, surtout lorsque le prélèvement eut lieu au ras de terre, là ou l'aération est le plus difficilement assurée : 1,70, 1,50 et 1,66 etc...

Au voisinage des sources, notamment à 1 m.30 au niveau du sol, les résultats varient de 0,50 à 0,33.

On a été surpris de trouver des teneurs relativement élevées au ras du sol, dans le jardin de l'Hotel des Lilas. Une enquête a montré qu'il s'agissait là de l'emplacement d'anciennes sources, comblées depuis longtemps et dont rien ne rappelait plus l'existence, sinon la mention qui en fut trouvée dans les vieux plans.

Une observation du même genre a été faite à l'ouest du point précédent, impasse Franklin.

On a trouvé sur le toit d'un des immeubles les plus élevés de Vichy, ancien Hôtel Radio, à 30 m. environ de hauteur, une teneur relativement forte en CO_2. S'agissait-il de mesures faussées par la présence de fumées domestiques ? C'est possible.

Ce n'est peu--être pas non plus le fait d'un accident. Contrairement à ce qu'on pourrait croire (étant donné la forte densité de l'acide carbonique) ce n'est pas toujours aux points les plus élevés qu'il faut chercher les teneurs les plus basses. D'après KOHN-ABREST il existe au-dessus des villes, c'est au moins le cas de Paris, une voute de fumées aspirant et retenant le CO_2.

TABLEAU II - Ce sont les points de la périphérie de Vichy, bords de l'Allier, Mont Beton, qui d'une façon générale ont présenté les teneurs les plus faibles.

TABLEAU III - Il va sans dire que dans les sous-sols et galeries, desservant l'exploitation des sources, les teneurs en CO_2 sont élevées. Mais on les a trouvées aussi relativement élevées dans quelques caves en ville, apparemment sans relation avec les émergences connues.

CONCLUSIONS

En résumé, abstraction faite des doses massives trouvées dans les sous-sols, il résulte de ces mesures que la teneur en CO_2 de l'atmosphère, respiré dans l'agglomération Vichyssoise elle-même, varie de 0,170 p. 1000, à 1,70 p. 1000.

Les quantités moyennes ou légèrement élevées se situent dans diverses rues et dans les Parcs. Les teneurs plus fortes se trouvent en général, aux abords immédiats et dans les enceintes des sources. Le taux maximum de 1,70 p. 1000 étant aux Célestins.

Les contrôles effectués dans la campagne environnante ont donné des teneurs de 0,170 à 0,250 ‰ c'est-à-dire en rapport avec les chiffres indiqués comme normaux dans les mêmes conditions par KOHN-ABREST.

CO_2 A VICHY ET LES CONSEQUENCES MEDICALES

Ces observations faites dans une Station Thermale devraient comporter bien entendu, des conclusions Biologiques.

Il est certain qu'un sujet placé sous les rotondes des Sources ou au voisinage des griffons, respire un air relativement chargé en CO_2. On est conduit, dans ces conditions, à se demander quelles peuvent être les conséquences d'un excès d'acide carbonique sur l'organisme.

Les auteurs à ce sujet donnent quelques précisions. Des malaises respiratoires surviennent quand CO_2 dépasse la proportion de 5 p.1000, les accidents pour la proportion de 3 à 6 % et l'asphyxie immédiate pour celle de 10 %.

Vous voyez que nous sommes loin de ces doses à Vichy. Voilà de quoi rassurer les baigneurs.

Mais l'acide carbonique n'est pas seulement susceptible d'agir en toxique. Il peut jouer aussi un rôle utile. C'est à la fois le pire et le meilleur des gaz.

Il est l'excitant normal physiologique des centres respiratoires. Le fait est notoire à telle enseigne que suivant une méthode venue d'Amérique pour combattre efficacement certains chocs et ranimer les malades on fait respirer à ceux-ci un mélange d'acide carbonique et d'oxygène (carbogène).

Que la respiration soit heureusement influencée par de légères augmentations de CO_2, dans la zone des pressions physiologiques, c'est bien certain.

Quant à transposer ces conclusions dans la zone micro-chimique de l'échelle des pressions voilà qui est évidemment bien tentant. En fait, certains médecins prétendent expliquer ainsi pourquoi de nombreux hépatiques et dyspeptiques nerveux respirent mieux à Vichy qu'ailleurs. Ces malades éprouvent à Vichy, disent-ils un sommeil réparateur.

Il faut avouer que le travail de M. CHABROL n'apporte aucun élément qui puisse confirmer ou infirmer cette opinion en faveur du rôle du CO_2 dans le climat de Vichy comme adjuvant de la cure thermale. Cette opinion ne trouvera sa justification définitive que dans l'Observation Médicale.

Cependant le problème Biologique que pose l'acide carbonique ne sera pas épuisé pour autant.

On sait que ce gaz est l'aliment par excellence des plantes et cela par le jeu de la photo-synthèse auquel nous avons fait précédemment allusion. Or il n'est pas exclu que l'acide carbonique en excès, même léger, ne se comporte vis-à-vis des végétaux comme un facteur favorable, un engrais essentiel.

Déjà, en 1884, le D. PEYRAUD n'écrivait-il pas à propos des Parcs de Vichy : "Vous avez été frappés comme moi de cette luxuriance végétale, les feuilles des arbres sont d'un vert foncé presque noir..."

Personnellement, j'avais l'impression que cette opinion de nos prédécesseurs avait quelque chose d'excessif. Cette Biologie végétale comparée demande un don d'observation qui n'est pas mon propre.

Or, au cours de la Saison 1952, à l'occasion d'une conversation avec un botaniste, j'ai appris incidemment que, dans le Parc de l'Allier (à quelques mètres de l'ancien Hôtel Radio, existe un arbre qui excite l'admiration des spécialistes, parait-il, non pas qu'il soit d'une essence particulièrement rare (sans être toutefois commune) mais par suite du développement exceptionnel qu'il atteint.

Il s'agit d'un conifère à feuilles caduques : le JINGO-BILOBA.

Cette espèce est parait-il en voie de disparition, alors qu'il a joué un rôle prédominant au cours de l'époque carbonifère.

L'acide carbonique existait alors à un taux bien supérieur à celui d'aujourd'hui. C'est cette abondance de CO_2 qui aurait permis la végétation luxuriante qu'attestent aujourd'hui les gisements houillers auxquels elle a donné naissance.

Pourquoi le développement inattendu d'un JINGO-BILOBA, pas très loin de la source de l'Hôpital et de la source du Parc, sinon au dire de mon interlocuteur, que ce JINGO, voué à une vie chétive comme ses congénères aujourd'hui, a eu au contraire cette bonne fortune de retrouver par hasard, l'ambiance gazeuse qui avait fait la prospérité de ses ancêtres, au temps heureux des ères de la Préhistoire.

Je vous donne cette opinion pour ce qu'elle vaut.

Vichy n'est pas la seule Station Thermale où l'on pourrait constater des émanations de CO_2 susceptibles d'influencer la végétation, peut-être pourrez-vous apporter des observations à rapprocher de celle que je viens de vous présenter, comme contribution à un point particulier de la Climatologie Régionale.

(1) J. CHABROL "Contribution à l'étude de l'atmosphère de Vichy" - Le taux de l'acide carbonique - Thèse de Doctorat en Médecine. Lyon 1952.