

## Des usines de rosâge ?

Dossier de la rédaction de H2o  
March 2008

L'association OPUR construit des usines de rosâge - Les alchimistes ne s'y étaient pas trompâs, qui faisaient de la rosâge l'un des ingrâdients majeurs d'âlaboration de la Pierre Philosophale. OPUR promeut dans les pays en dâveloppement et les râgions arides un concept de condenseur de rosâge.

Vidâo OPUR - H2o avril 2008

### DES USINES DE ROSâGE ?

Le concept de condensateurs de rosâge promu par l'association OPUR

Daniel BEYSENS

directeur de recherche

CEA - Commissariat à l'ânergie atomique

ESPCI - École supârieure de physique et chimie industrielle de Paris

président et membre fondateur de OPUR

H2o -avril 2008

À

La rosâge, tout le monde connaît. On la dâcouvre, au petit matin, quand le soleil est à peine levâ, et qu'elle recouvre l'herbe des prâs de gouttelettes diaphanes et argentâes qui scintillent au soleil. Si frâle qu'un rayon de soleil suffit à la volatiliser, mais si solidement accrochâe au brin d'herbe. Pure comme le diamant, et pourtant si fragile... Les alchimistes ne s'y étaient pas trompâs, qui en faisaient l'un des ingrâdients majeurs d'âlaboration de la Pierre Philosophale. Sa transparence âtait à râcolter au petit matin (mais peut-on la râcolter diffâremment ?), dâroulant un linge sec sur herbes et feuillages pour l'imbiber de myriades de gouttelettes de rosâge. Aprâs essorage, l'eau pure est recueillie pour le "Grand Âuvre". La rosâge a, semble-t-il d'autres vertus : elle fait venir la beautâ aux femmes qui, comme en Ukraine, se rouent nues dans la rosâge matinale. Elle guârit les maladies de peau. Et bien d'autres choses encore...

La rosâge, source d'inspiration des arts et des lettres, est aussi trâs présente dans les religions. Dans la Bible, les âcritures emploient le mot "rosâge" au sens figurâ, pour

dÃ©signer tout ce qui, sans bruit, et mÃªme de faÃ§on invisible, apporte rafraÃ®chissement et bÃ©nÃ©fice...

D'oÃ¹ vient la rosÃ©e ?

"La rosÃ©e est formÃ©e d'eau. Elle se forme la nuit, quand le ciel est dÃ©gagÃ©". Ces quelques mots rÃ©sument parfaitement phÃ©nomÃ¨ne.

Au contact d'un support froid, la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphÃ¨re se mÃ©tamorphose en fines gouttelettes d'eau liquide. Pour que le phÃ©nomÃ¨ne se produise, il faut que le support soit plus froid que l'atmosphÃ¨re ambiante. L'agitation thermique dÃ©sordonnÃ©e des molÃ©cules de vapeur dans l'air se transforme en ordre liquide grÃ¢ce Ã  la tempÃ©rature plus basse et Ã  la structure organisÃ©e du support : c'est le phÃ©nomÃ¨ne de condensation. Cette tempÃ©rature, oÃ¹ la vapeur d'eau est sursaturÃ©e et se transforme en eau liquide est prÃ©cisÃ©ment appellÃ©e "tempÃ©rature de rosÃ©e".

Les gouttes de pluie et de brouillard naissent, elles aussi, sur des supports, mais des supports microscopiques : poussiÃ¨res, grains de sable du dÃ©sert, embruns marins... qui sont autant de germes favorisant la condensation. Les pluies et brumes sont ainsi comme une rosÃ©e du ciel.

L'importance des Ã©changes radiatifs dans la tempÃ©rature des surfaces oÃ¹ la rosÃ©e se forme a Ã©tÃ© suspectÃ©e trÃ¨s tÃ©tÃ© la formation de la rosÃ©e ; l'hypothÃ¨se est sous-jacente dans le premier livre sur ce sujet, par William Charles Wells "An essay on dew, and several appearances connected with it", publiÃ© en 1814 Ã  Londres. Les Ã©changes radiatifs ont, pour simplifier, deux actions antagonistes : chauffage, par le rayonnement solaire, et refroidissement, principalement par Ã©mission infrarouge, le rayonnement qui Ã©met un matÃ©riaux Ã  tempÃ©rature ambiante. Le jour, le chauffage direct ou indirect du soleil l'emporte sur le refroidissement. La nuit, sans chauffage solaire, le substrat se refroidit. Bien Ã©videmment, les gaz Ã  effet de serre prÃ©sents dans l'atmosphÃ¨re comme le gaz carbonique et surtout la vapeur d'eau limitent le refroidissement infrarouge. Le refroidissement peut mÃªme s'annuler quand la couverture nuageuse est dense : c'est pour cela que la rosÃ©e se forme pendant les nuits claires.

Si la rosÃ©e est apprÃ©ciÃ©e pour la fraÃ®cheur qu'elle apporte les petits matins d'Ã©tÃ© et pour l'humiditÃ© qu'elle procure aux plantes, mÃªme en pÃ©riodes sÃ“ches, la gelÃ©e blanche ou givre est elle gÃ©nÃ©ralement guÃ“re apprÃ©ciÃ©e. S'il y a givre, c'est parce que la tempÃ©rature de la surface descend en dessous de zÃ©ro degrÃ© et que les gouttelettes de rosÃ©e ont gelÃ©es. Ces gouttelettes gelÃ©es continuent de grossir sous forme d'aiguilles de glace qui forment le givre, vÃ©ritable "cristal" de rosÃ©e.

RosÃ©e et givre se produisent pourtant de la mÃªme maniÃ¨re et exigent les mÃªmes conditions : un ciel nocturne dÃ©gagÃ©, un fort rayonnement d'oÃ¹ une baisse des tempÃ©ratures, un vent calme et une forte humiditÃ©.

La croissance des gouttelettes de rosÃ©e s'effectue selon des rÃ©gles simples, qui conduisent Ã  un ordre Ã©tonnant. Quand de petites gouttelettes naissent sur une surface, elles sont de trÃ¨s petite taille, de l'ordre de quelques millioniÃ©me de millimÃ¨tre. Elles grossissent en agglomÃ©rant les molÃ©cules de vapeur autour d'elles : ce sont de vÃ©ritables "pompes Ã

molâcules". En augmentant leur taille, elles vont se toucher et fusionner - c'est le phénomène de coalescence - et former une nouvelle goutte, plus grosse et de même forme, mais occupant moins de place que les deux gouttes précédentes. Le résultat est surprenant, mais il est simplement dû au fait que les gouttes "poussent" dans une dimension différente de la surface, la troisième dimension. Quelles que soient les tailles des gouttelettes, de l'ordre de quelques longueurs atomiques, comme on les détecte durant la fabrication de couches minces pour la nanoélectronique, ou des millions de fois plus grosses, comme celles que nous observons à l'œil nu sur les feuilles du jardin ou les vitres embaumées de nos cuisines, la surface restera sèche en permanence sur presque sa moitié. Il en résulte des propriétés "universelles" de la rosée, que nous ne détaillerons pas ici, mais qui rend ce modèle très populaire parmi les scientifiques qui étudient les propriétés statistiques de la matière. Et on sait même faire "sauter les gouttes de rosée" à la température du solide sur lequel se dépose la rosée est proche de son point de fusion, la chaleur (latente) que le solide doit évacuer pour que les molécules d'hydrogène de vapeur se "calment" et s'ordonnent en liquide, est suffisante pour liquéfier le substrat. La goutte se met alors véritablement à "sauter" une danse de Saint-Gui. Plus surprenant encore : les gouttes de rosée peuvent même "parler" entre elles : quand elles se touchent et fusionnent, elles émettent un petit "cri" qui peut être rendu audible.

La rosée, source d'eau pure

À

La rosée est une source d'eau pure, modeste, mais qui peut s'avérer un apport appréciable dans les souffrant de pénurie, en premier lieu les déserts.

L'homme a naturellement très tôt essayé de collecter la rosée pour s'alimenter en eau douce. Il existe plusieurs tâmoignages, ou légendes, qui évoquent ainsi la rosée captée de façon artificielle. Dans la steppe de Touran de l'ex-URSS se trouve un grand remblai artificiel en pierres concassées. Sur le sommet de ce remblai des constructions de culte scythe sont visibles. En contrebas, à 1,50 mètre, se trouvent deux sources d'où l'eau coule en abondance une eau très pure et très froide. Ce qui est étonnant, c'est qu'il n'y a autour de ce remblai aucune source naturelle. Ne serait-ce pas de la condensation ? On évoque également les étangs de rosée d'Angleterre. Ces étangs artificiels, construits au Moyen Âge, étaient chaque soir vidés par les villageois qui les retrouvaient le lendemain matin à nouveau remplis d'eau. Ces constructions étaient réalisées de manière très simple : des bassins de quelques dizaines de mètres de côté étaient creusés en forme de coupe, leur fond recouvert d'une première couche de paille sèche et d'une seconde d'argile. Le tout était tassé et recouvert de pierres. L'étang était alors prêt à fonctionner et commençait à se remplir sans qu'il n'y ait eu de précipitations atmosphériques. Dans les îles Canaries, les pieds de vigne sont plantés au centre d'une dépression conique creusée dans la cendre volcanique ; la rosée fournit l'humidité nécessaire à leur croissance.

Des condenseurs d'eau atmosphérique semblent ainsi avoir existé dans les temps anciens. On les connaît, mais non dans les détails ; nous n'avons que peu de documents confirmant la véracité de leur fonction attribuée. A contrario, on peut affirmer l'existence de tels condenseurs au 20ème siècle. L'ingénieur belge Achille Knapen, lauréat de la Société des ingénieurs de France, a ainsi construit, à Trans-en-Provence en 1930-31, une tour massive qui abritait en son centre un "puits à rien", à haut de neuf mètres et d'une dizaine de mètres de diamètre. La construction tombera en décomposition : les meilleures nuits, le condenseur ne décolle que la valeur d'un seau. L'idée de cette construction lui était venue par les travaux du directeur de la Station de physique et de bioclimatologie agricoles de Montpellier, Léon Chaptal, lequel avait échafaudé en 1929 une pyramide haute de 2,50 mètres et 3 mètres de large. En 1930, le condenseur de Chaptal avait permis de recueillir une centaine de litres au cours des six mois les plus chauds, d'avril à septembre. L'année suivante, les performances n'étaient plus que de moitié, les conditions ayant été moins favorables. Léon Chaptal avait lui-même été inspiré par les expériences, encourageantes, d'un ingénieur russe, Friedrich Zibold.

À Făcodosia, en Crimăe, durant l'âtă 1900, lors du nivelllement de son district forestier, Zibold dăcouvrit de grands tas coniques de pierres, d'un volume avoisinant les 600 mătres cubes. Des restes de tuyaux en terre cuite entouraient les tumuli. Zibold en conclut qu'il s'agissait de condenseurs de rosăe servant à alimenter en eau potable l'ancienne Făcodosia. L'hypothăse s'avărera fausse, mais seulement bien plus tard. Entretemps, Friedrich Zibold construisit un condenseur fonctionnant sur des principes qu'il pensait identiques à ceux des anciens condenseurs. Pour cette expărience, Zibold choisit un endroit sur le sommet Tăpă-Oba, prăs de Făcodosia, à 288 mătres d'altitude. Il bătit un condenseur en pierres, en forme de coupe, de 1,15 mătre de profondeur et de 20 mătres de diamătre. La coupe est remplie de galets de 10 à 40 cm de diamătre, entassăs pour former un căne tronquă de 6 mătres de hauteur et 8 mătres de diamătre au sommet. Le condenseur commenăsa à fonctionner en 1912, et donna jusqu'à 360 litres d'eau par jour. Les expăriences durent cesser en 1915 à cause de fuites dans le socle. Partiellement dămontă, il a àtă totalement abandonné. Aujourd'hui il ne reste qu'une gigantesque coupe de 20 mătres de diamătre.

Nous le savons maintenant, le condenseur de rosăe "idăcal" se trouve à l'opposă des thăses du dăbut du siăcle se fondant sur des constructions de grande masse. Il doit àtre lăger pour se refroidir rapidement la nuit. Il est en fait analogue à l'herbe des prăs qui, recouverte de rosăe, constitue une importante source d'eau pour nombre d'ătre vivants, qu'ils soient petits (insectes) ou grands (les moutons en %cosse, les chevaux en Namibie). Dans le dăsert, certaines plantes se nourrissent par les feuilles grăcce à ce măcanisme.

{flv}200804\_opur\_film{/flv}

OPUR ou la conquăte de la rosăe

OPUR ou la conquăte de la rosăe

OPUR, Conquest of the Dew

răcialisation Căoline EUDIER

traduction anglaise Iryna MLILIMOUK Scott PHILLIPS

Jean-Pierre EUDIER Alexandra STEPANOVIC

montage Frădăric OUZIEL

musique MANITOBA - Leaf Records

production OPUR

durăe 10'

À

Crăcăe en 1999 dans le but de promouvoir la răcupăration de la rosăe atmosphărique comme ressource alternative d' l'association OPUR - Organisation pour l'utilisation de la rosăe, a organisă une certain nombre d'actions scientifiques et techniques avec le concours du Commissariat à l'ănergie atomique (CEA), du Centre national de recherches scientifiques (CNRS), de %cole supărieure de physique et chimie industrielle de Paris (ESPCI) et de l'Universită de Corse. Elle est notamment intervenue pour des cătudes sur la formation de la rosăe à Ajaccio (Corse), mais aussi en Polynăsie

franÃ§aise, au Maroc, en Tunisie, IsraÃ«l, Croatie et Inde.

Elle installÃ© des condenseurs radiatifs Ã  Vignola en Corse, sur l'Ã®le de BiÃ¾evo en Croatie, en Ã‰thiopie et dans la rÃ©gion Kutch en Inde. C'est aussi en Inde, qu'elle a construit sa premiÃ¨re usine de rosÃ©e. D'autres condenseurs sont en projet au Maroc et au Burkina-Faso.

L'association a aussi initiÃ© un certain nombre de programmes de recherche sur l'Ã©valuation de "gisements" de rosÃ©e, l'analyse de l'eau de rosÃ©e, la simulation numÃ©rique de la condensation, le refroidissement radiatif, etc.