Des usines de rosée ?

Dossier de

de /> la rédaction de H2o March 2008

L'association OPUR construit des usines de rosée - Les alchimistes ne s'y étaient pas trompés, qui faisaient de la rosée l'un des ingrédients majeurs d'élaboration de la Pierre Philosophale. OPUR promeut dans les pays en développement et les régions arides un concept de condenseur de rosée.

Vidéo OPUR - H2o avril 2008

DES USINES DE ROSÉE?

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

Daniel BEYSENS

directeur de recherche

CEA - Commissariat à l'énergie atomique

ESPCI - École supérieure de physique et chimie industrielle de Paris

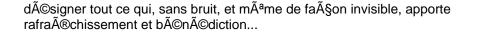
président et membre fondateur de OPUR

H2o -avril 2008

Â

La rosée, tout le monde connaît. On la découvre, au petit matin, quand le soleil est à peine levé, et qu'elle recouvre l'herbe des prés de gouttelettes diaphanes et argentées qui scintillent au soleil. Si frêle qu'un rayon de soleil suffit à la volatiliser, mais si solidement accrochée au brin d'herbe. Pure comme le diamant, et pourtant si fragile... Les alchimistes ne s'y étaient pas trompés, qui en faisaient l'un des ingrédients majeurs d'élaboration de la Pierre Philosophale. Sa transparence était à récolter au petit matin (mais peut-on la récolter différemment ?), déroulant un linge sec sur herbes et feuillages pour l'imbiber de myriades de gouttelettes de rosée. Après essorage, l'eau pure est recueillie pour le "Grand Å'uvre". La rosée a, semble-t-il d'autres vertus : elle fait venir la beauté aux femmes qui, comme en Ukraine, se roulent nues dans la rosée matinale. Elle guérit les maladies de peau. Et bien d'autres choses encore...

La rosée, source d'inspiration des arts et des lettres, est aussi trÃ"s présente dans les religions. Dans la Bible, les Écritures emploient le mot "rosée" au sens figuré, pour



D'où vient la rosée ?

"La rosée est formée d'eau. Elle se forme la nuit, quand le ciel est dégagé". Ces quelques mots résument parfaitement phénomÃ"ne.

Au contact d'un support froid, la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphÃ"re se métamorphose en fines gouttelettes d'eau liquide. Pour que le phénomÃ"ne se produise, il faut que le support soit plus froid que l'atmosphÃ"re ambiante. L'agitation thermique désordonnée des molécules de vapeur dans l'air se transforme en ordre liquide grâce à la température plus basse et à la structure organisée du support : c'est le phénomÃ"ne de condensation. Cette température, où la vapeur d'eau est sursaturée et se transforme en eau liquide est précisément appelée "température de rosée".

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

L'importance des échanges radiatifs dans la température des surfaces où la rosée se forme a été suspecté trÃ⁻s tù la formation de la rosée; 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", publié en 1814 à Londres. Les échanges radiatifs ont, pour simplifier, deux actions antagonistes: chauffage, par le rayonnement solaire, et refroidissement, principalement par émission infrarouge, le rayonnement qu'émet un matériau à température ambiante. Le jour, le chauffage direct ou indire du soleil l'emporte sur le refroidissement. La nuit, sans chauffage solaire, le substrat se refroidit. Bien évidemment, les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphÃ⁻re comme le gaz carbonique et surtout la vapeur d'eau limitent le refroidissement infrarouge. Le refroidissement peut même s'annuler quand la couverture nuageuse est dense: c'est pour cela que la rosée se forme pendant les nuits claires.

Si la rosée est appréciée pour la fraîcheur qu'elle apporte les petits matins d'été et pour l'humidité qu'elle procure a plantes, même en périodes sà ches, la gelée blanche ou givre est elle généralement guà re appréciée. S'il y a givre c'est parce que la température de la surface descend en dessous de zéro degré et que les gouttelettes de rosée ont gelées. Ces gouttelettes gelées continuent de grossir sous forme d'aiguilles de glace qui forment le givre, véritable "cristal" de rosée.

Rosée et givre se produisent pourtant de la même manière et exigent les mêmes conditions : un ciel nocturne dégagé, un fort rayonnement d'où une baisse des températures, un vent calme et une forte humidité.

La croissance des gouttelettes de rosée s'effectue selon des rà gles simples, qui conduisent à un ordre étonnant. Quand de petites gouttelettes naissent sur une surface, elles sont de trà s petite taille, de l'ordre de quelques millionià me de millimà tre. Elles grossissent en agglomérant les molécules de vapeur autour d'elles : ce sont de véritables "pompes Ã

molécules". En augmentant leur taille, elles vont se toucher et fusionner - c'est le phénomà ne 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 troisià me 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 nano-©lectronique, ou des millions de fois plus grosses, comme celles que nous observons l'œil nu sur les feuilles du jardin ou les vitres embuées de nos cuisines, la surface restera sà che 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 modà le trà s populaire parmi les scientifiques qui étudient les propriétés statistiques de la matià re. Et on sait même faire "sauter les gouttes de rosée" S 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 désordonnées 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

Â

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 trÃ"s tà tessayer de collecter la rosée pour s'alimenter en eau douce. Il existe plusieurs témoignages, 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 mà tre, se trouvent deux sources d'où l'eau coule en abondance une eau trà pure et trà 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 Ã,ge, étaient chaque soir vidés par les villageois qui les retrouvaient le lendemain matin à nouveau remplis d'eau. Ces constructions étaient réalisées de manià tre trà simple : des bassins de quelques dizaines de mà tres de cà té étaient creusés en forme de coupe, leur fond recouvert d'une premià re couche de paille sà che 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 cans 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 de la cendre volcanique ; la rosée fournit l'humidité nécessaire à leur croissar

Des condenseurs d'eau atmosphérique semblent ainsi avoir existé dans les temps anciens. On les connait, 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 20à me sià cle. L'ingénieur belge Achille Knapen, lauréat de la Société des ingénieurs de France, a ainsi contruit, à Trans-en-Provence en 1930-31, une tour massive qui abritait en son centre un "puits aérien", haut de neuf mà tres et d'une dizaine de mà tres de diamà tre. La construction tombera en désuétude : les meilleures nuits, le condenseur ne récolta 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 Monpellier, Léon Chaptal, lequel avait échafaudé en 1929 une pyramide haute de 2,50 mà tres et 3 mà tres de large. En 1930, le condenseur de Chaptal avait permis de récupérer 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 Féodosia, en Crimée, durant l'été 1900, lors du nivellement de son district forestier, Zibold découvrit de grands tas coniques de pierres, d'un volume avoisinnant les 600 mà tres cubes. Des restes de tuyaux en terre cuite entouraient les tumuli. Zibold en conclut qu'il s'agissait de condenseurs de rosée servant à alimenter en eau potable l'ancienne Féodosia. L'hypothà se s'avérera 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 expérience, Zibold choisit un endroit sur le sommet Tépé-Oba, prà s de Féodosia, à 288 mà tres d'altitude. Il bâtit un condenseur en pierres, en forme de coupe, de 1,15 mà tre de profondeur et de 20 mà tres de diamà tre. La coupe est remplie de galets de 10 à 40 cm de diamà tre, entassés pour former un cà ne tronqué de 6 mà tres de hauteur et 8 mà tres de diamà tre au sommet. Le condenseur commença à fonctionner en 1912, et donna jusqu'à 360 litres d'eau par jour. Les expériences durent cesser en 1915 à cause de fuites dans le socle. Partiellement démonté, il a été totalement abandonné. Aujourd'hui il ne reste qu'une gigantesque coupe de 20 mà tres de diamà tre.

Nous le savons maintenant, le condenseur de rosée "idéal" se trouve à l'opposé des thèses du début du siècle se fondant sur des constructions de grande masse. Il doit être léger pour se refroidir rapidement la nuit. Il est en fait analogue à l'herbe des prés qui, recouverte de rosée, constitue une importante source d'eau pour nombre d'être vivants, qu'ils soient petits (insectes) ou grands (les moutons en Écosse, les chevaux en Namibie). Dans le désert, certaines plantes se nourrissent par les feuilles grâce à ce mécanisme.

{flv}200804_opur_film{/flv}

OPUR ou la conquÃate de la rosée

OPUR ou la conquÃate de la rosée

OPUR, Conquest of the Dew

réalisation Céline EUDIER

traduction anglaise Iryna MLILIMOUK Scott PHILLIPS

Jean-Pierre EUDIER Alexandra STEPANOVIC

montage Frédéric OUZIEL

musique MANITOBA - Leaf Records

production OPUR

durée 10'

Â

Créée en 1999 dans le but de promouvoir la récupération de la rosée atmosphérique comme ressource alternative d' l'association OPUR - Organisation pour l'utilisation de la rosée, a organisé une certain nombre d'actions scientifiques et techniques avec le concours du Commissariat à l'énergie atomique (CEA), du Centre national de recherches scientifiques (CNRS), de École supérieure de physique et chimie industrielle de Paris (ESPCI) et de l'Université de Corse. Elle est notamment intervenue pour des études sur la formation de la rosée à Ajaccio (Corse), mais aussi en Polynésie

française, au Maroc, en Tunisie, IsraëI, Croatie et Inde.

Elle installé des condenseurs radiatifs à Vignola en Corse, sur l'île de BiÅ¡evo en Croatie, en Éthiopie et dans la région Kutch en Inde. C'est aussi en Inde, qu'elle a construit sa première usine de rosée. D'autres condenseurs sont en projet au Maroc et au Burkina-Faso.

L'association a aussi initi \tilde{A} © un certain nombre de programmes de recherche sur l' \tilde{A} ©valuation de "gisements" de ros \tilde{A} ©e, l'analyse de l'eau de ros \tilde{A} ©e, la simulation num \tilde{A} ©rique de la condensation, le refroidissement radiatif, etc.