

Comment le parfum des forêts produit des particules et permet aux nuages de grandir



Hyytiälä est une station de recherche dans la forêt finlandaise. Les scientifiques du groupe de recherche sur les aérosols de l'Université d'Helsinki y travaillent en collaboration avec de nombreux autres groupes. Ils y étudient, comment les particules atmosphériques (aussi nommées "aérosols") se forment, et quel rôle elles jouent dans la formation des nuages.



1. Vue de la tour de recherche sur la forêt environnante à Hyytiälä. Source: ISAS Dortmund, campagne SMEAR II



2. Rayons de soleil matinaux dans la forêt

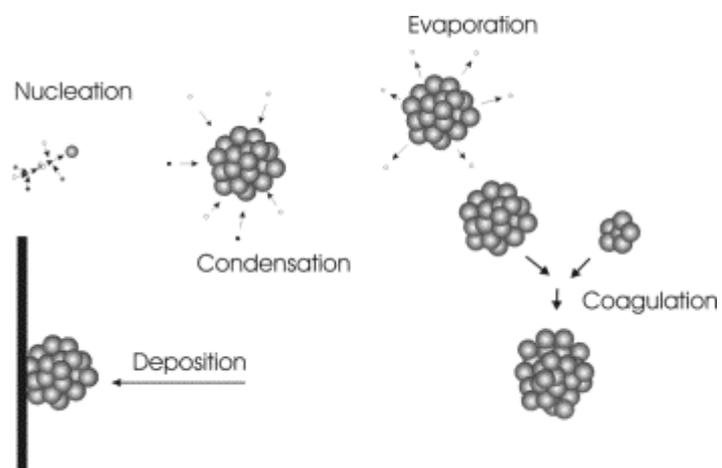
Au lever du soleil, les forêts se réveillent. Elles émettent de nombreuses substances chimiques, comme l'isoprène ou le monoterpène. Ces gaz organiques donnent à l'air de la forêt son parfum typique.



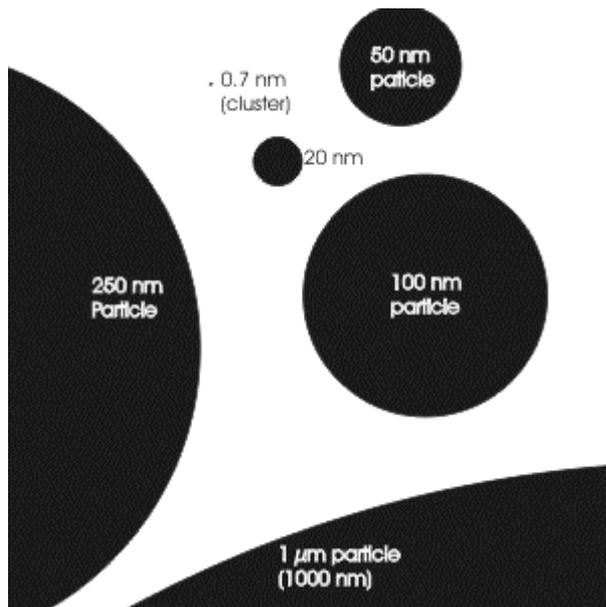
Oxydation et formation de particules

Ces substances organiques sont oxydées dans l'atmosphère, par exemple par les "radicaux OH". Les substances oxydées ont souvent une pression de saturation beaucoup plus basse que les gaz originaux libérés par les arbres. Elles tendent donc à condenser.

Des substances si peu volatiles peuvent se déposer à la surface des feuilles, des bâtiments ou de la terre. Mais elles peuvent aussi se lier entre elles dans l'air et former des agrégats (*clusters*). Ce processus est appelé "nucléation". Plusieurs agrégats peuvent fusionner et former des particules plus grosses. C'est la "coagulation". Des molécules peuvent s'échapper de ces agrégats (évaporation) et d'autres peuvent s'y déposer (condensation).

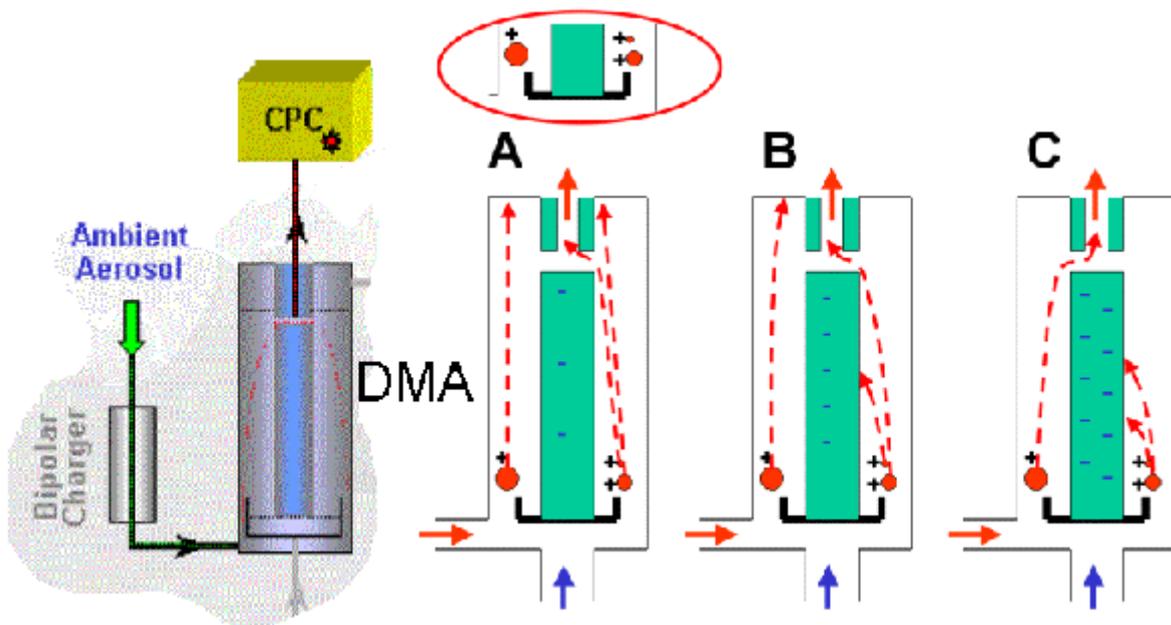


3. Formation de particules © Ari Asmi



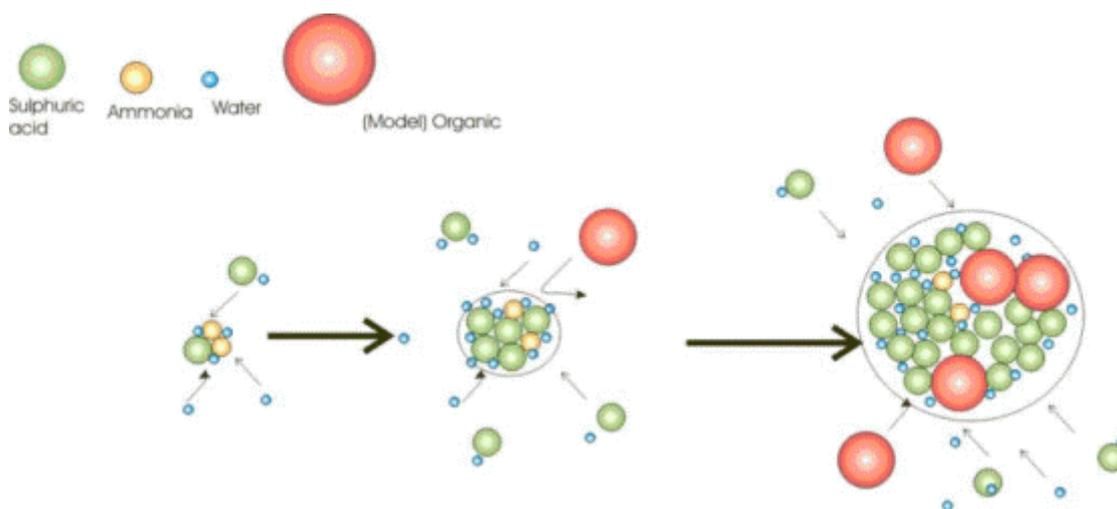
4. Tailles des particules, du plus petit agrégat (*cluster*) aux plus grandes particules de 1 µm. Pour comparaison, un cheveu a un diamètre de 20 à 100 µm. © Ari Asmi

Comparons la taille des particules avec des grandeurs que nous pouvons percevoir (figure 4). Il est incroyable que nous puissions détecter d'aussi petites particules. Les scientifiques utilisent des instruments qui dévient les particules chargées dans un champ électrique. De cette façon, on peut les trier par taille (comme en spectrométrie de masse). Plus une particule est petite, plus elle est mobile et plus sa trajectoire est déviée par le champ électrique. Après le tri, dans cet "analyseur différentiel de mobilité", on fait condenser de la vapeur sur les particules, afin qu'elles croissent, jusqu'à être détectables. La mesure de très petites particules se déroule ainsi en trois pas : 1) chargement électrique, 2) tri, 3) croissance et détection.



5. Analyse de particules : Les particules sont chargées électriquement, triées et décomptées (*CPC*). La partie de droite montre comment les particules chargées (en rouge) de trois différentes tailles sont triées. Les trois schémas, A, B et C, correspondent à des champs électriques différents (dans l'ordre croissant d'intensité, de A à C). Pour chaque intensité, seules les particules de taille adéquate atteignent la sortie. Schéma: Elmar Uherek

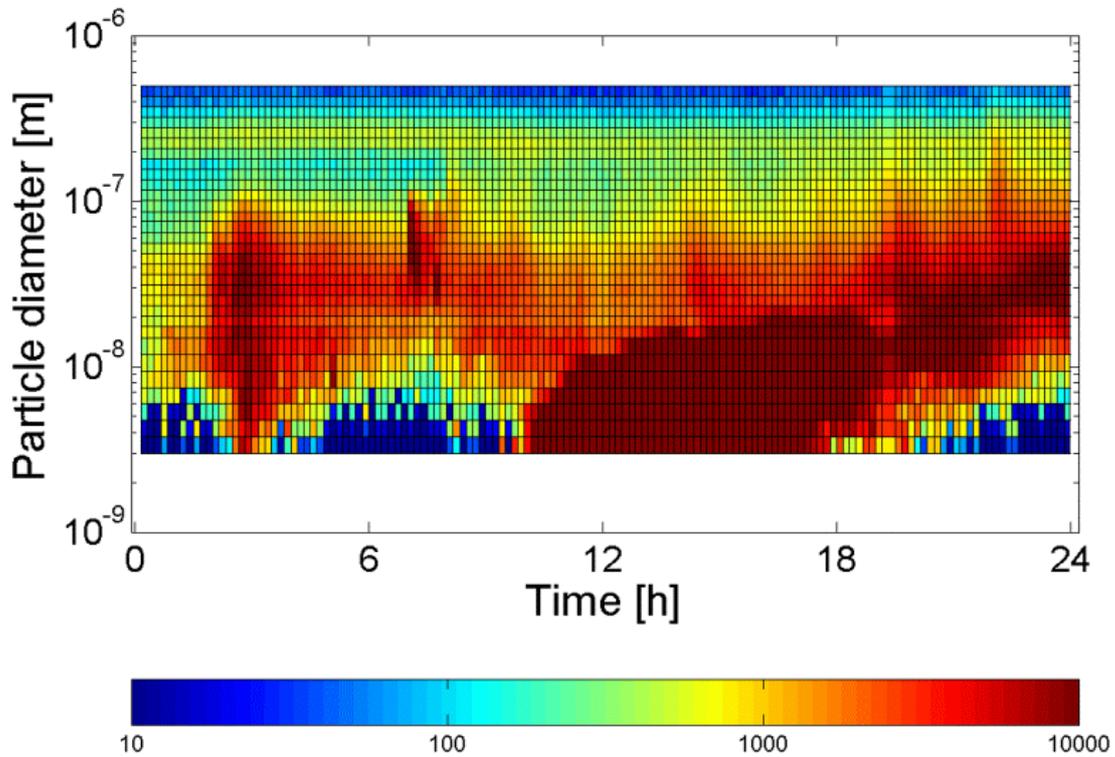
Comparées à de grosses molécules organiques, ou à des sels, l'eau pure est très volatile. Les molécules d'eau ne peuvent ainsi pas facilement se lier en agrégats et former des gouttelettes dans l'atmosphère. Un agrégat de molécules d'eau s'évaporerait très rapidement à nouveau. Par contre, la vapeur d'eau peut beaucoup plus facilement condenser sur de petites particules (aérosols), déjà présentes dans l'air. Cette particule grandit, jusqu'à former une goutte d'eau. Un tel processus de condensation dépend fortement de la capacité de la particule à attirer les molécules d'eau, donc de sa composition chimique.



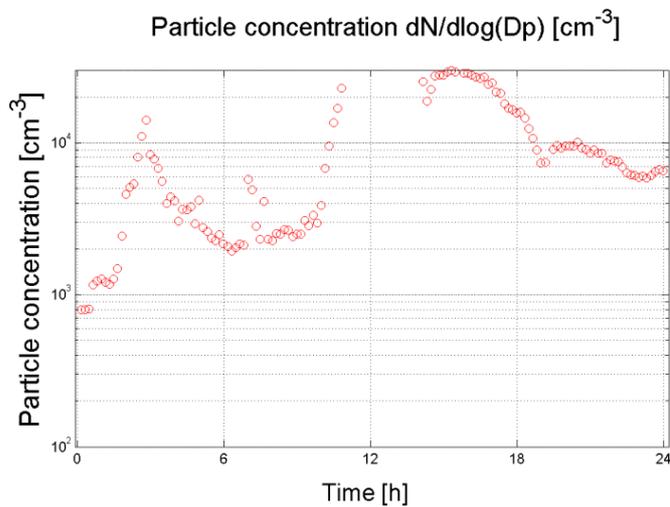
6. Processus de croissance d'une particule. Schéma: Ari Asmi

Les particules sont composées de molécules aux propriétés chimiques propres. La composition chimique des plus petites particules peut être très diverse : On trouve presque partout, dans l'atmosphère, des particules d'acide sulfurique et de sulfate d'ammonium. Elles attirent facilement l'eau. On les trouve aussi dans l'air au-dessus des océans. C'est pourquoi les scientifiques supposent qu'au-dessus des océans, les nuages se forment surtout grâce à l'acide sulfurique. Sur les continents, on trouve aussi de grandes quantités de molécules organiques, comme celles qui donnent aux forêts leur parfum. Le modèle ci-dessus montre comment de telles particules organiques condensent sur des molécules d'acide sulfurique ou de sulfate d'ammonium. Peut-être condensent-elles même entre elles.

Hyytiälä 01-04-2003



7. En ce matin d'avril, le nombre de petites particules dans l'air a soudainement augmenté (zone en rouge foncé). De nouvelles particules se sont formées par nucléation.



8. Le diagramme à gauche montre que le nombre total de particules dans l'air a aussi augmenté. Attention à l'échelle logarithmique (10^4 est dix fois plus grand que 10^3)!

Auteur: Lauri Laakso

Aujourd'hui, nous pouvons détecter des particules de moins d'un nanomètre (1nm = 1 millionième de mm). Nous pouvons ainsi observer les processus de nucléation. Dans ce contexte, l'activité biologique de la forêt joue un rôle essentiel. La figure ci-dessus montre comment la concentration de très petites particules a augmenté durant les premières heures du matin dans la forêt de Hyytiälä. La plupart de la matière qui compose ces particules provient des émissions de substances organiques par les arbres. Ce processus peut avoir eu une influence sur la formation des nuages durant cette journée de printemps.

9. La tour de mesures de Hyytiälä (image de droite) permet l'analyser l'air de la forêt à différentes hauteurs.

Source: ISAS Dortmund, campagne SMEAR II

Auteur: Elmar Uherek

Max-Planck-Institut für Chemie Mainz

Traduction: Silvio Borella, IUKB Sion



© ACCENT 2005 | www.accent-network.ch