CONCOURS CGÉNIAL
Collège Lycée

LYCÉE BRANLY
BOULOGNE-SUR-MER

Sciences à l'École

FONDATION CGENIAL

La tête dans les nuages!

CONCOURS CGÉNIAL Collège Lycée

LYCÉE BRANLY BOULOGNE-SUR-MER

Sciences à l'École

FONDATION CGENIAL

Présenté par

Léa Bouret, Guillaume Cadet, Amélie Crépin, Kathy Nadjombe

Encadrés par Christophe Verna, professeur de SVT

Assistés par Christophe Van De Walle et Rozenn Froget, adjoints techniques

Sébastien Déjean, professeur de biotechnologie

Sommaire

Présentation de l'équipe

Le contexte

Problématique

Analyse microbiologique de l'eau de pluie

Analyse de l'eau de condensation à l'origine des nuages

Détermination de l'action du vent dans la contamination

Préparation du vol pour échantillonner un nuage.

Analyse microbiologique du prélèvement dans les nuages.

Rôle des bactéries dans la formation de la pluie

Applications actuelles et futures

Notre projet valorisé à plusieurs reprises

Lexique & sources

Présentation de l'équipe

Léa

« J'envisage des études de médecine pour devenir psychiatre… »

Guillaume

« J'aimerais être technicien dans un laboratoire d'analyses médicales. Pour moi, ce sera donc un BUT de génie biologique… »

Amélie

« Je veux travailler dans la recherche. Pour cela, j'envisage une licence puis un Master de biologie … »

Kathy

« J'aime les sciences mais je m'oriente vers une Prépa ECG pour intégrer une école de commerce pour travailler dans la finance.

Le contexte

De nombreuses études confirment que les nuages ne sont pas qu'un aérosol constitué de gouttelettes d'eau, mais qu'ils sont également un milieu de vie pour de nombreux microorganismes: bactéries, champignons, virus. Des bactéries pourraient même jouer un rôle dans le déclenchement des pluies.

SCIENCE&VIE le site

Les nuages fourmilleraient de vie

PUBLIÉ LE 12 JUIL 2020 À 09H30 | MODIFIÉ LE 12 JUILLET 2020 | PAR ANNE DEBROISE

© Andrea Pistolesi/Getty Images

Purs et blancs ou sombres et menaçants, les nuages ne sont pas qu'un de vapeur d'eau flottant dans le ciel. En fait, la vie y pullule ! Bactéries, champignons, virus... Ces microorganismes peuplent l'atmosphère utilisent les nuages et la pluie comme véhicules pour se répandre

Sur la Planète bleue, la vie a proliféré partout. Elle habiterait même... l'air ! 2005 quand l'équipe d'Anne-Marie Delort à l'institut de Chimie de Clermont révèle qu'elle a comptabilisé dans les filtres de son « aspirateur à nuage » e 100.000 microorganismes au millilitre, des algues, des champignons, des vi eux on trouve sur terre.

En 2016, Jessica Green, à l'université d microorganismes y étaient actifs, et passé. Il y a probablement des résid habitat pour la vie microbienne ». S biologistes suggèrent qu'ils transp

Sciences et Avenir audio

NATURE & ENVIRONNEMENT

Des microbes dans les nuages

Par Joël Ignasse le 30.01.2013 à 14h31, mis à jour le 30.01.2013 à 14h31

Lecture 3 min.

Une nouvelle étude confirme que les bactéries peuvent s'adapter aux milieux les plus extrêmes y compris les nuages d'orage. Elles pourraient même jouer un rôle dans le déclenchement des pluies.

Cumulonimbus.

SUPERSTOCK/SUPERSTOCK/SIPA

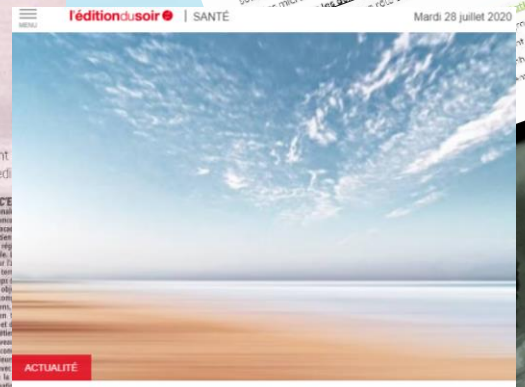
MERCREDI 8 MARS 2023

BOULOGNE-SUR-MER | 17

BIOLOGIE

Des élèves du lycée Branly ont la tête dans les nuages

Ce mercredi 8 mars, trois groupes d'élèves de terminale du lycée Édouard-Branly de Boulogne-sur-Mer participaient au concours des olympiades académiques de biologie à Lille, avant la finale nationale qui aura lieu à Toulouse le samedi


l'éditiondusoir | SANTÉ

Mardi 28 juillet 2020

ACTUALITÉ

Les virus et bactéries parcourent le monde via des autoroutes aériennes

Par Predrag SLUEPCEVIC, maître de conférences en biologie, Université Brunel de Londres

Les bactéries ne sont pas les seules minuscules formes de vie dans le ciel. Des scientifiques ont en effet mis au jour la présence d'un microbiome, qui est aussi constitué de virus et même de champignons. La basse atmosphère est comme vivante : elle grouille de microbes.

FUTURA

Les bactéries rythment la météo et se déversent par milliers au sol

Lorsqu'un stade éclate et que la pluie suit, des milliers de bactéries sont déversées sur le sol. Des chercheurs avaient déjà qualifié l'atmosphère de mini microbiome et ils avaient montré que des microbes pouvaient traverser le Pacifique, embarqués dans l'atmosphère et jouer un rôle sur la météo. Elles pourraient bien être le moteur de la

Courrier international

CLIMATOLOGIE. Les micro-organismes tutoient les anges

Des algues qui voyagent dans les nuages. Des bactéries et des champignons qui déclenchent la pluie - ou comment des êtres minuscules influent sur le temps...

Sommaire

La problématique

Quelle est l'origine des bactéries présentes dans les nuages ? Quel est leur rôle dans le cycle de l'eau ?

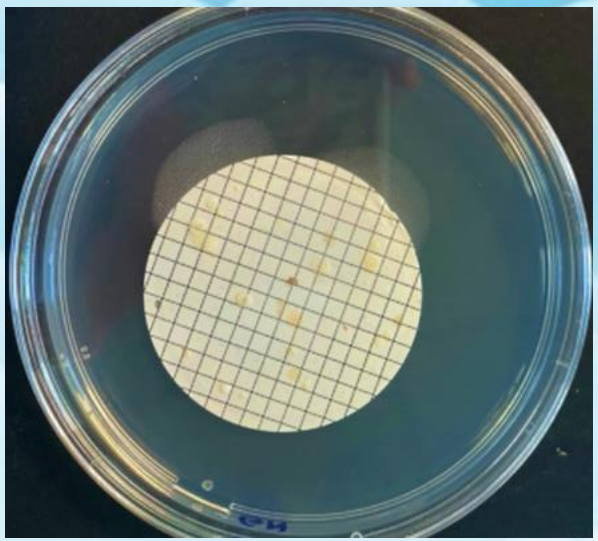
Analyse microbiologique de l'eau de pluie

Dans un premier temps, nous avons récolté de l'eau de pluie à l'aide d'un dispositif préalablement stérilisé.

Nous avons ensuite effectué une analyse microbiologique de
cette eau après une filtration sur membrane.

Nous pouvons observer la présence de nombreuses colonies de bactéries.

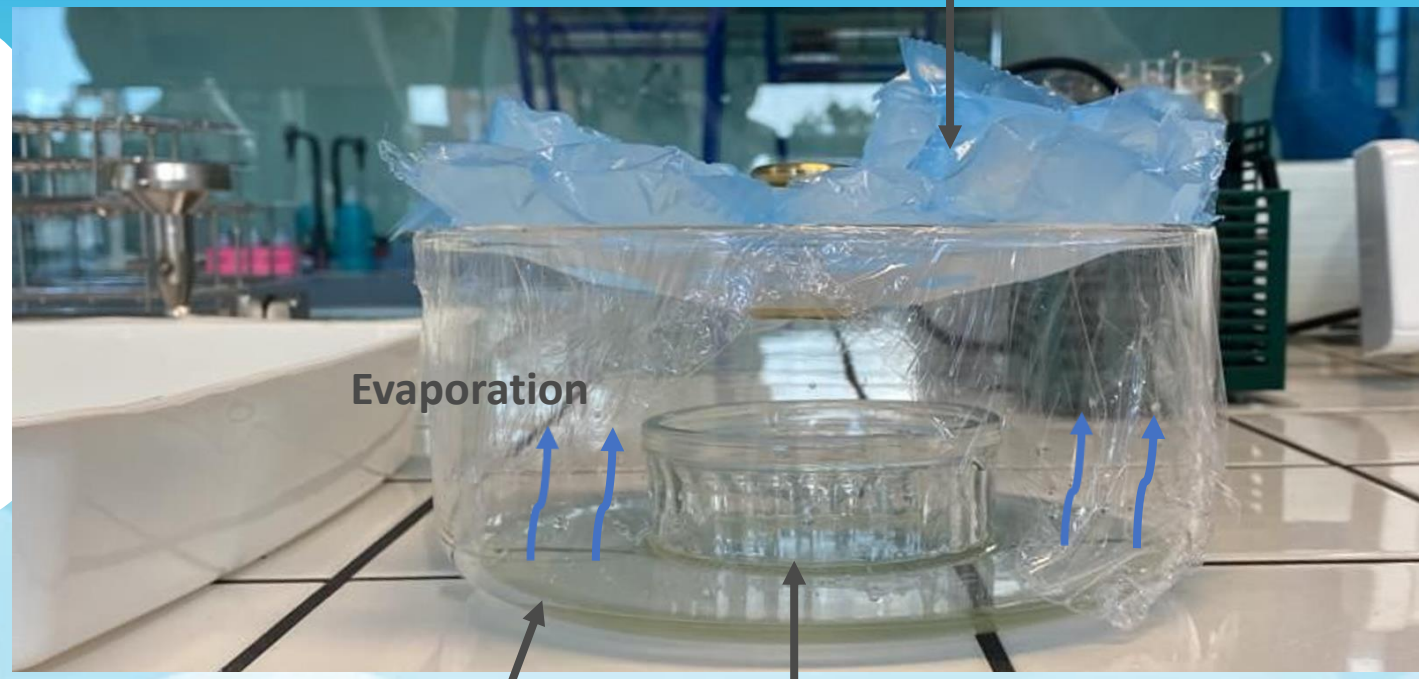
L'eau de pluie contient donc des bactéries



Analyse microbiologique de l'eau de condensation

Nous avons ensuite construit un dispositif expérimental permettant de récupérer de l'eau de condensation provenant de l'évaporation d'un bouillon de culture.
Notre objectif: vérifier si les bactéries sont capable d'être transmises aux nuages au cours de l'évaporation.

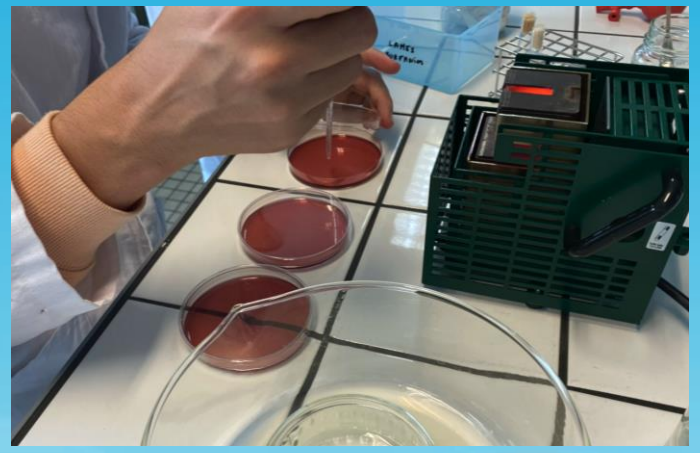
Glaçons pour favoriser la condensation.



Bouillon de culture

Eau de condensation

Analyse microbiologique de l'eau de condensation



Suite à cette expérience et à l'isolement, nous avons observé que l'eau de condensation récupérée dans le récipient central ne contient aucune bactérie. Ces résultats prouvent que les bactéries présentes dans le bouillon de culture n'ont pas été transportées lors de l'évaporation de l'eau. Ceci est logique car l'eau évaporée se trouve sous forme gazeuse et ne peut pas constituer un support pour les bactéries.
Nous avons donc émis l'hypothèse d'un transport mécanique.

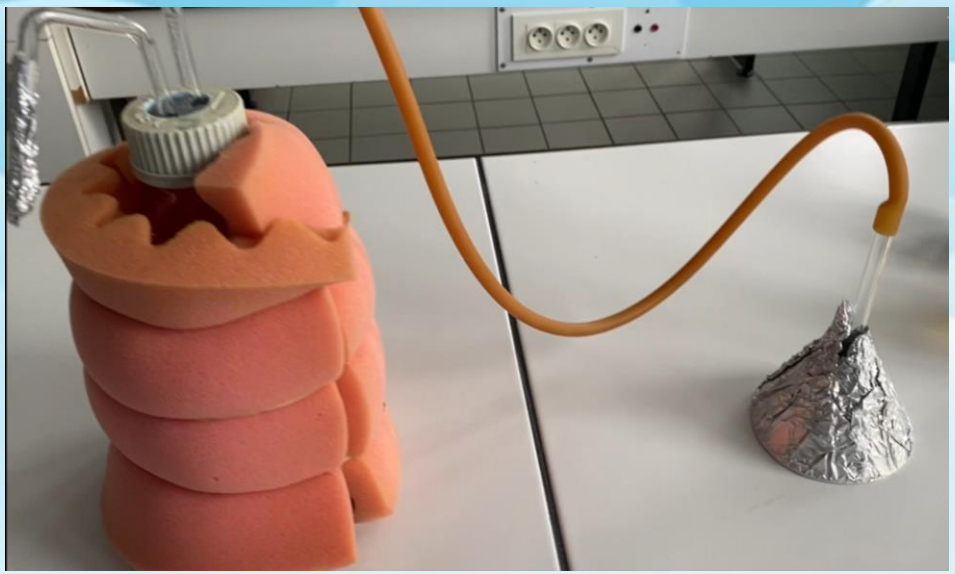
Mise en évidence d'une contamination mécanique

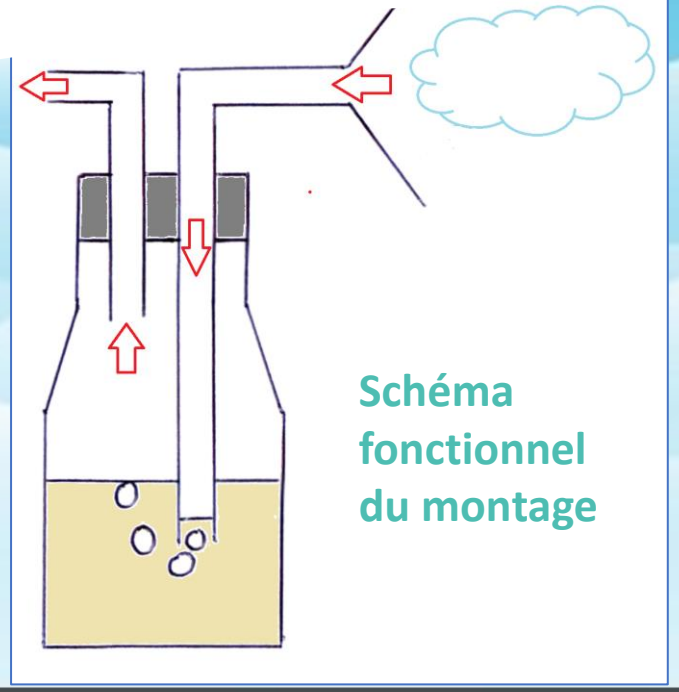
Afin de vérifier si les bactéries sont transportées mécaniquement par les déplacements d'air, nous avons disposé des boites de pétri dans différentes situations, et dans différentes positions.

On constate ici que des bactéries sont présentes dans l'air, et que les contaminations sont favorisées lorsque cet air est mis en mouvement.

Conception et mise en place du « glouglouteur »

Reste à montrer que cette contamination s'effectue au niveau des nuages, et pas seulement au niveau des gouttes de pluie lors de leur descente.
Pour le montrer , nous avons décidé d'effectuer des prélèvements au contact des nuages à l'aide d'un dispositif que nous avons mis au point avec les techniciens du laboratoire. Avant d'utiliser ce dispositif, nous l'avons testé à bord d'une voiture (vidéo ci-dessous)





Préparation du vol

LE PILOTE

PRÊTS!

GUILLAUMME… PEU RASSURE

INSTALLATION DU GLOUGLOUTEUR ET DE LA GOPRO

Et c'est parti!

Le décollage…

…et quelques minutes plus tard, l'enlèvement des protections du « glouglouteur » afin d'échantillonner un peu de nuage.

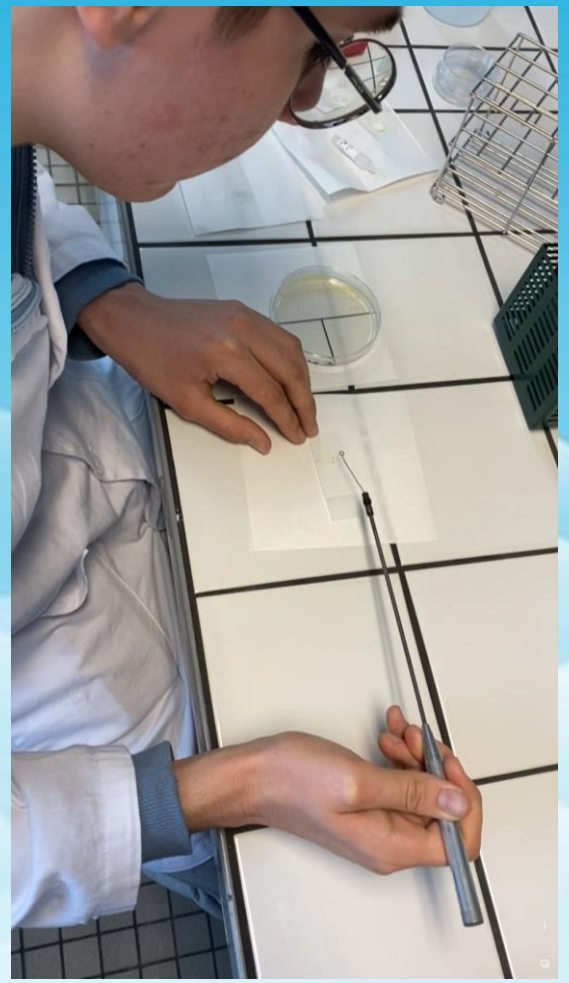
Analyse microbiologique du prélèvement

Après quelques heures d'incubation, nous avons constaté un trouble dans les deux flacons de prélèvement.

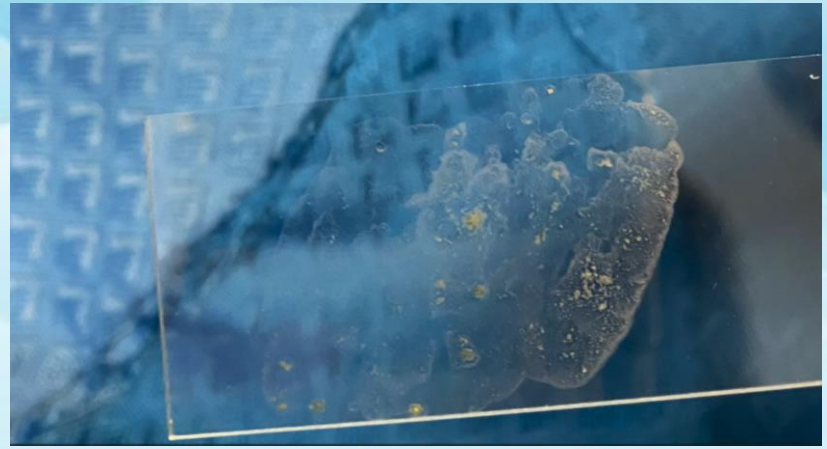
Nous avons alors effectué des analyses afin d'identifier les microorganismes présents.

Analyse microbiologique du prélèvement

Filtration sur membrane



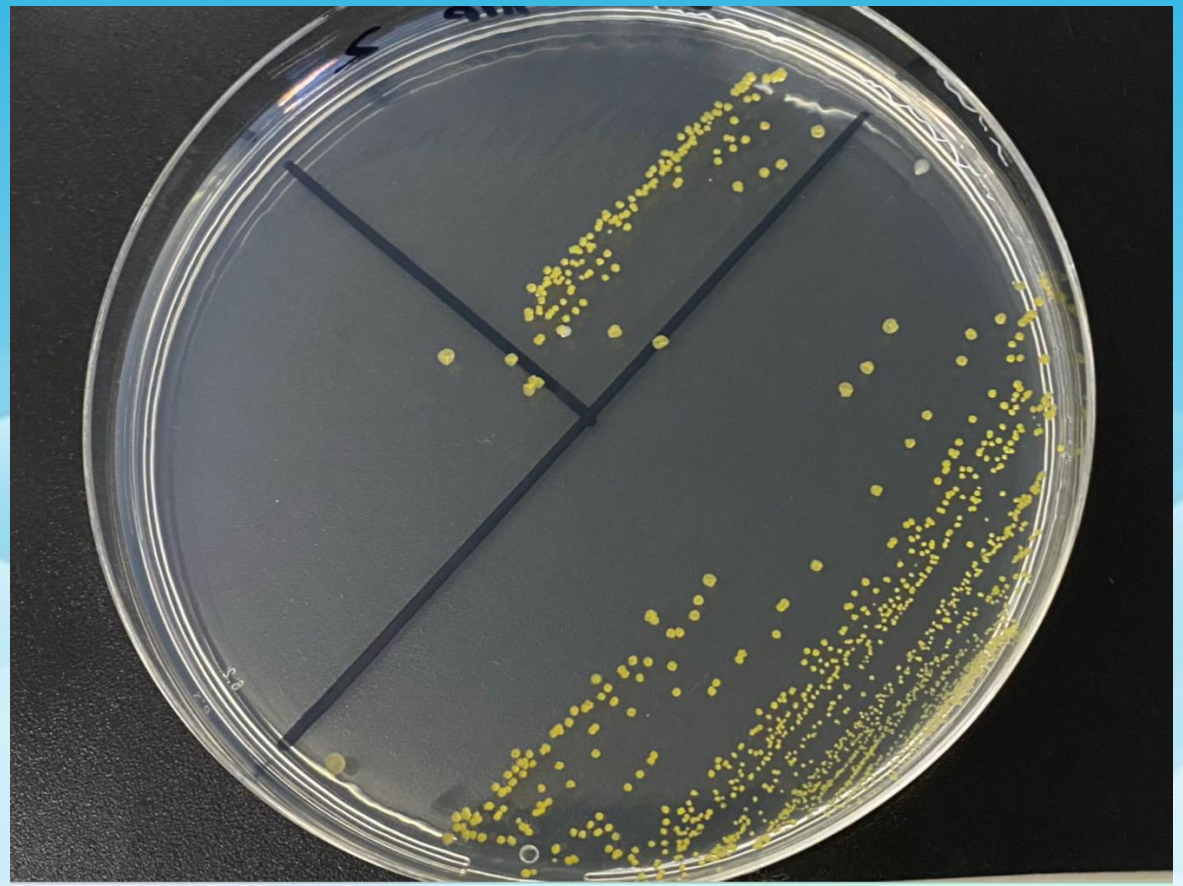
Nombreuses mises en culture sur gélose nutritive, cétrImide, milieu King A, King B.



Analyse microbiologique du prélèvement

Galerie API 20 E permettant d'identifier les bactéries à partir de leur équipement enzymatique

Résultats de l'identification

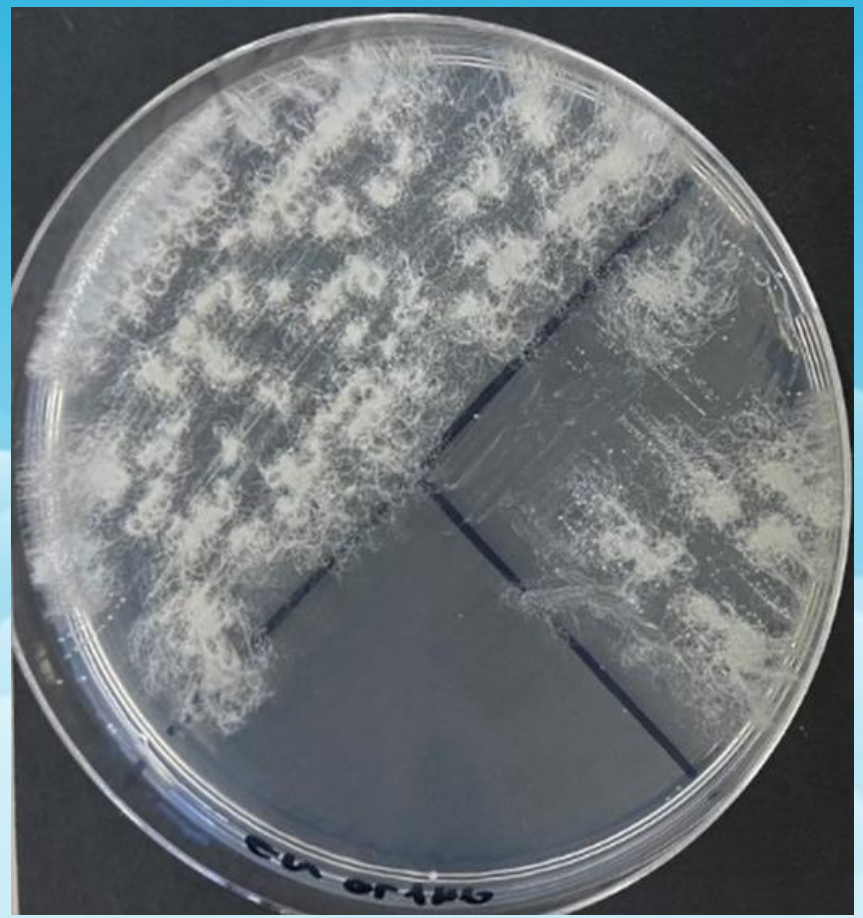


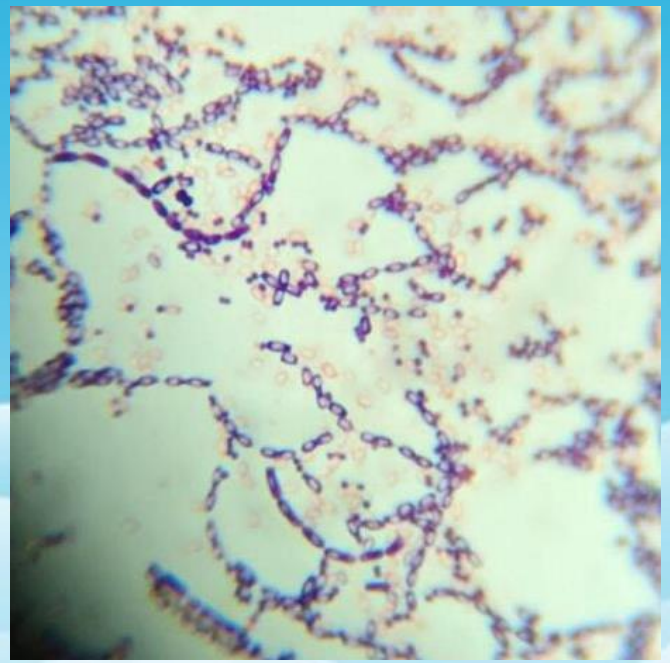
Bactéries identifiées comme Pseudomonas luteola, type GRAM-

On peut remarquer que ces bactéries sont colorées. Or, les études scientifiques ont montré que plus de la moitié des bactéries et des levures isolées à partir de l'eau des nuages sont pigmentées. La plupart sont de couleur orange (63 %), les autres sont jaunes ou roses.

Ces pigments sont connus pour agir en protégeant les cellules vivantes dans des conditions hostiles tels que les rayonnements UV ou les faibles températures, expliquant la forte proportion de cellules pigmentées dans l'eau des nuages.

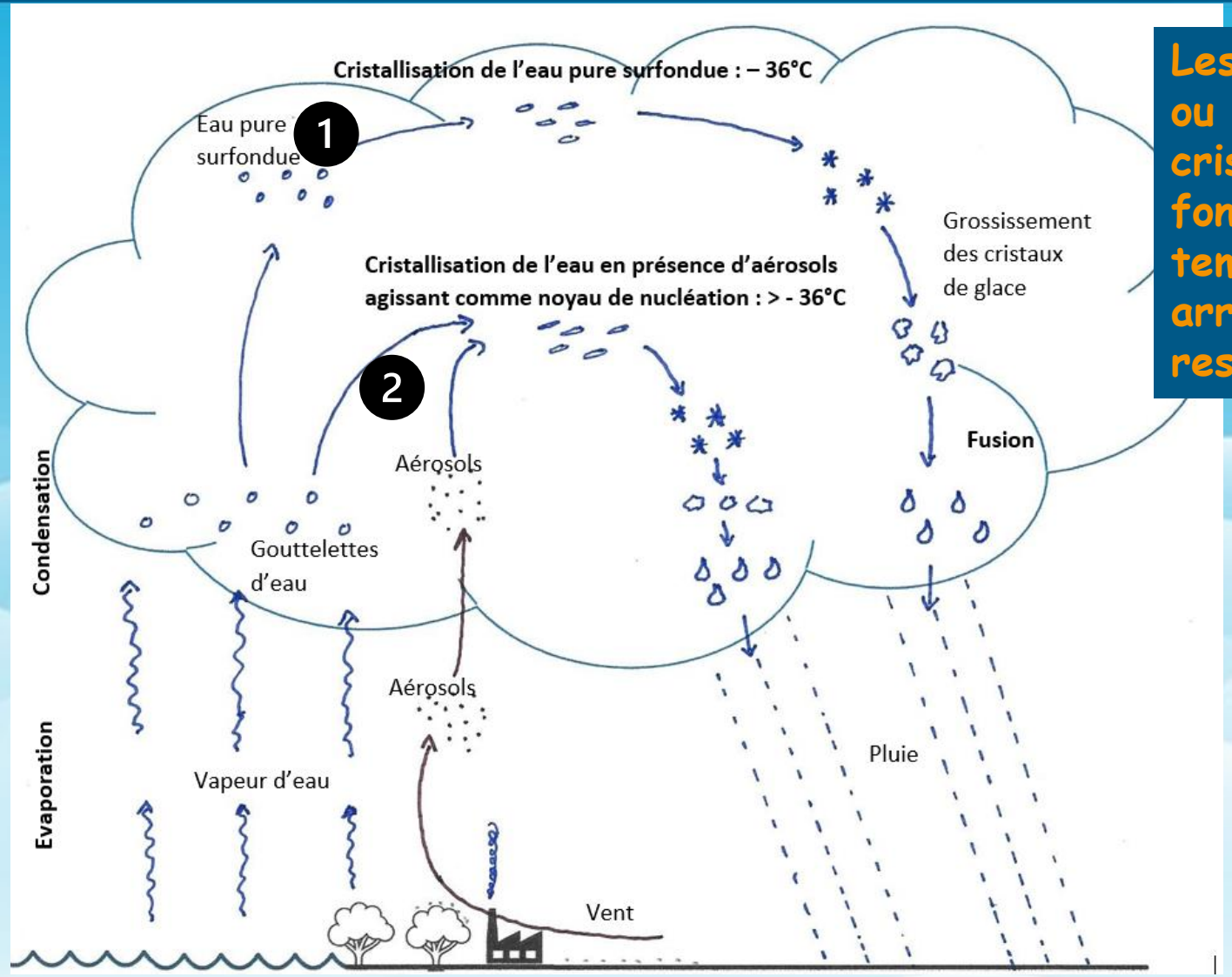
Résultats de l'identification





Bactérie sporulée non identifiée, type GRAM+

Rôle des bactéries dans la formation de la pluie

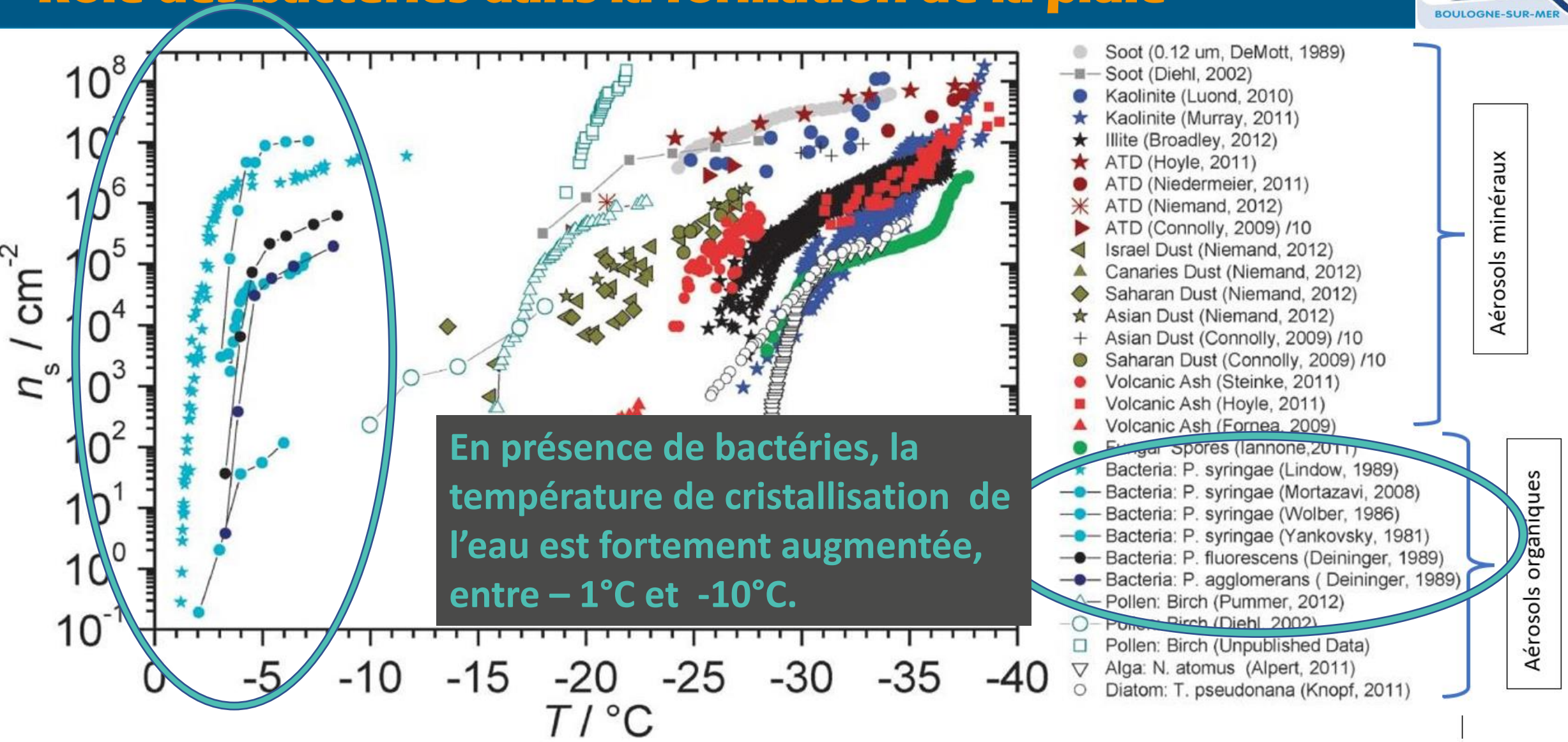


Les précipitations qui arrivent au sol (liquides ou solides) proviennent de la formation de cristaux de glace. Ces cristaux tombent et fondent en cours de route quand la température de l'air atteint plus de 0 °C et arrivent sous forme liquide au sol (sinon elles restent sous forme solide).

1 La formation de cristaux de glace à partir d'eau pure s'effectue à – 36°C

2 En présence d'aérosols, la formation de cristaux de glace est facilitée, à des température plus chaudes. Les particules agissent comme des noyaux de nucléation, favorisant la cristallisation: c'est ce que l'on appelle un noyau glaçogène

Rôle des bactéries dans la formation de la pluie



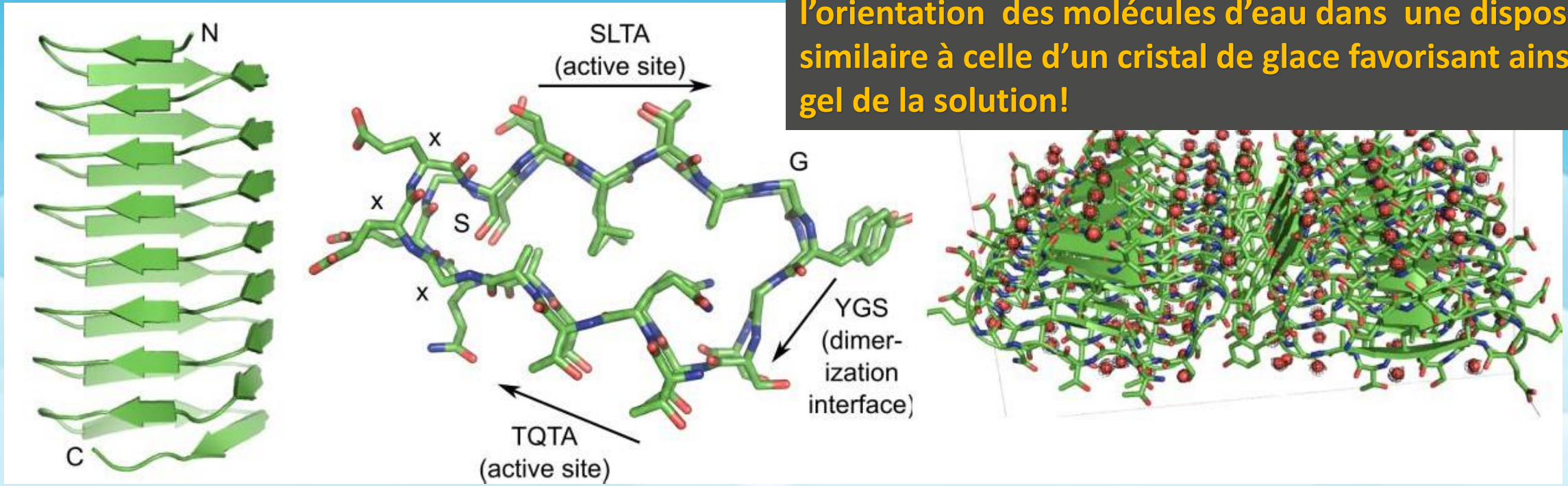
En présence de bactéries, la température de cristallisation de l'eau est fortement augmentée, entre – 1°C et -10°C.

Récapitulatif des températures d'activité des différentes classes de particules glaçogènes rencontrées dans l'atmosphère (Murray et al., 2012).

Mécanisme d'action des bactéries glaçogènes.

L'action glaçogène des bactéries est permise par la fabrication de protéines de surfaces qui ont une structure cristalline qui favorise la formation de cristaux, augmentant ainsi la température de congélation.

Les sites de liaison avec les molécules d'eau, induisent l'orientation des molécules d'eau dans une disposition similaire à celle d'un cristal de glace favorisant ainsi le gel de la solution!



Représentation de la structure 3D des protéines glaçogènes des bactéries. Les flèches vertes correspondent aux feuillets β ; (b) Vue du dessus de la structure. Les sites TQTA, YGS et SLTA correspondent aux feuillets β ; (c) Alignement des molécules d'eau (sphères rouges) sur la surface des protéines (T : thréonine, Q : glutamine, A : alanine, Y : tyrosine, G : glycine, S : sérine, L : leucine) *(*Garnham et al.*, 2011).*

Expérimentation sur l'action glaçogène des bactéries.

Notre prochaine expérience: montrer que les bactéries que l'on trouve dans les nuages augmentent la température de congélation de l'eau. Sur l'expérience ci-dessous, on peut voir la différence de congélation entre une eau ultrapure, qui est encore en surfusion à – 4,6°C et une eau minéralisée qui est en cours de congélation, comme en témoigne la température de O°C alors que le tube est plongé dans de l'eau salée, dont la température est de -6,4°C.

Une application actuelle…

Snomax

SNOMAX est un « snow inducer » (« inducteur de neige ») qui exploite les protéines de Pseudomonas syringae. Elles ont un effet de nucléides supplémentaires et accroissent le processus de cristallisation.

Pour la production de SNOMAX, ces protéines sont extraites de Pseudomonas syringae. Après la fermentation, la protéine est séparée du liquide et transformée en sédiment grâce à un filtrage spécial. Ce dernier est ensuite congelé et lyophilisé. Les bactéries qui pourraient avoir survécu sont tuées dans une procédure complémentaire.

activité nucléation

…la fabrication de neige artificielle sur les pistes de ski.

Cette technologie, actuellement exploitée fait l'objet de controverses. Certains organismes de santé publique mettent en doute son innocuité

Et peut-être dans le futur…

…un moyen de déclencher la pluie sur commande en respectant au mieux les processus naturels.

Actuellement, certains pays déclenchent la pluie en pulvérisant des particules d'iodure d'argent dans les nuages. Le but est d'apporter des noyaux glaçogènes afin de provoquer la glaciation des gouttelettes surfondues.

Cette technique a été appliquée pour la première fois en 1946, aux États-Unis, afin de lutter contre la sécheresse qui sévissait dans la région de New York. Elle s'est ensuite répandue pour lutter contre le manque d'eau à travers le monde.

Les publications scientifiques existantes montrent l'absence d'effets néfastes induits par l'ensemencement des nuages à l'aide d'aérosols d'iodure d'argent. Cependant, un procédé à base de bactéries ou de protéines bactériennes pourrait sembler plus respectueux de l'environnement.

Cessna 210 avec un dispositif pour l'ensemencement de nuages.

Un projet valorisé à plusieurs reprises

Lors de la journée « Portes ouvertes » du Lycée.

Grâce à des articles dans la presse locale

MERCREDI 8 MARS 2023

BOULOGNE-SUR-MER | 17

BIOLOGIE

Des élèves du lycée Branly ont la tête dans les nuages

Ce mercredi 8 mars, trois groupes d'élèves de terminale du lycée Édouard-Branly de Boulogne-sur-Mer participaient au concours des olympiades académiques de biologie à Lille, avant la finale nationale qui aura lieu à Toulouse le samedi 8 avril

ANTOINE BARDEL

Après les Olympiades de physique (voir notre édition du mercredi 15 février 2023), place aux Olympiades de biologie ! Ce mercredi 8 mars, trois groupes d'élèves en classe de terminale au lycée Édouard-Branly de Boulogne-sur-Mer, tentaient de décrocher leur place à la finale nationale de ces olympiades de biologie qui auront lieu samedi 8 avril prochain à Toulouse. Pour cela, ils diffuseront une vidéo de cinq minutes qu'ils ont réalisées, puis seront questionnés durant dix minutes par un jury de quatre personnes, à Lille, composé de chercheurs, d'inspecteurs en Sciences et vie de la terre (SVT) et de scientifiques. Le thème de ces olympiades est l'« eau et le vivant » cette année. Nous avons rencontré l'un de ces trois groupes d'élèves, dans leur établissement lycéen, mercredi 1er mars, alors qu'ils finalisaient la préparation de leur dossier et de leur vidéo qu'ils devaient envoyer au jury vendredi 3 mars. Autant dire que pour les quatre élèves – Léa Bouvret, Guillaume Cadet, Amélie Crépin et Kathy Nadjembe – le stress montait. Bien qu'en même temps, ils ont un peu « la tête dans les nuages ». C'est le nom de leur projet scientifique.

UN VOL EN ULM POUR UNE EXPÉRIENCE

Les quatre lycéens, passionnés par les sciences, se sont en effet donnés pour mission de mieux connaître le monde bactérien vivant dans les nuages et de comprendre leur rôle sur la formation de la pluie. Leur but ? Montrer qu'un nuage n'est pas un simple ensemble de fines gouttelettes d'eau ou de glace. C'est également un écosystème méconnu, dont les habitants microscopiques sont impliqués dans le cycle de l'eau. Mais pas facile d'étudier les nuages sans s'y rendre, à moins de demander un coup de main à Gaëtan Ruet, pilote émérite au club de pilotage Opale/Formation ULM, situé sur l'aérodrome d'Alprech entre Équihen-Plage et Le Portel (voir notre édition du mercredi 25 janvier 2023). C'est ainsi que Guillaume Cadet a embarqué à bord d'un Ultralégère motorisé (ULM), par un temps nuageux du samedi 4 février, encadré par son professeur de SVT Christophe Verna, Christophe Van de Walle et Rozenn Fraget, techniciens de laboratoire.

DES PSEUDOMONAS LUTEOLA ET DES BACTÉRIES SPORULÉES

Guillaume Cadet a pu se rendre un peu plus près des nuages pour y récolter la condensation présente, à l'aide d'un instrument collé sur le fuselage, fabriqué manuellement à partir de papier aluminium et d'un entonnoir, avec un bouillon de culture stérile à l'intérieur. Une fois redescendus sur terre, la moindre bactérie présente dans les nuages se développe dans ce bouillon de culture. L'équipe a donc pu démontrer la présence d'une quantité importante de la bactérie pseudomonas luteola, omniprésente dans les environnements humides, et d'une quantité moins importante de bactéries sporulées. Les pseudomonas luteola prennent une couleur jaune pour mieux résister dans les nuages. La présence de ces bactéries dans les nuages agit sur la température de cristallisation des gouttelettes de pluie, qui se forment alors à -10°C au lieu de -30°C habituellement. Ces cristaux devenant progressivement trop lourds, ils tombent et se transforment en pluie par effet de fusion. Les pseudomonas luteola seraient également utilisés pour fabriquer de la neige de culture avec des canons à neige. Deux autres groupes du lycée se rendent aussi à Lille pour présenter leurs sujets de travail : l'un sur la dépollution de l'eau par les plantes et les conséquence de la pollution sur le corps humain, l'autre sur l'utilisation de l'adiramat des fourmis pour détecter des cellules cancéreuses. ■

Kathy Nadjembe, Léa Bouvret, Amélie Crépin et Guillaume Cadet, dans le hall du lycée Édouard-Branly, à Boulogne-sur-Mer.

QU'EST-CE QUE C'EST ?

Les Olympiades nationales de biologie (ONB) sont un concours scientifique initié dans l'académie de Toulouse avec le soutien de l'inspection pédagogique régionale et de l'inspection générale. Les olympiades se déroulent sur l'année de première et l'année de terminale et couvrent tous les champs de la biologie. Elles ont pour objectifs de faire émerger les compétences scientifiques des lycéens, de promouvoir la biologie en tant que discipline scientifique et de valoriser les filières et les métiers qui lui sont associés, au niveau académique et national. Ce concours, récompensant les meilleurs projets scientifiques en lien avec la biologie, est une étape de la sélection aux Olympiades internationales de biologie (OIB), une compétition internationale se déroulant chaque année en juillet dans un des quelque 70 pays participants.

Lors de la réunion publique « Métiers de l'aérien » à l'aérodrome d'Alprech au Portel.

…et une qualification pour la finale nationale des olympiades de biologie lors des qualifications académiques

Lexique

Aérosol: ensemble de fines particules, solides ou liquides, en suspension dans un milieu gazeux.

Action glaçogène: capacité à induire la formation de cristaux de glace de l'eau en surfusion.

Cétrimide: Antiseptique bactériostatique non bactéricide, actif essentiellement sur les Gram + et inactif sur les pseudomonas.

Feuillet β: Structure secondaire en accordéon d'une chaîne polypeptidique.

Glouglouteur: Nom donné par notre équipe au matériel expérimental destiné à échantillonner un nuage.

Nucléation: Apparition des premiers germes cristallins.

Surfusion: Etat d'une matière qui demeure en phase liquide alors que sa température est plus basse que son point de solidification.

Sources

Interactions Microorganismes – Nuage :Activité Glaçogène et Survie – THÈSE Présentée par Muriel JOLY Master Recherche de l'Université Blaise Pascal - UNIVERSITE CLERMONT II

Articles scientifiques:

SCIENCE ET VIE – Les nuages fourmilleraient de vie

FUTURA SCIENCES – Ces virus qui tombent du ciel- https://www.futura-sciences.com/sante/actualites/vie-ces-virus-tombent-atmosphere-70112/

ECHOSCIENCES GRENOBLE – La neige et la bactérie P. syringae

https://www.echosciences-grenoble.fr/communautes/le-master-cst/articles/la-neige-et-les-bacteries

Contacts par mails et visio:

P. Dubuisson - Laboratoire d'Optique Atmosphérique - Université Lille - Université Lille