



Bonjour,  
Nous sommes l'atelier scientifique du collège de La Réole. Notre équipe est constituée de 11 élèves de 14 ans et de 2 professeurs.

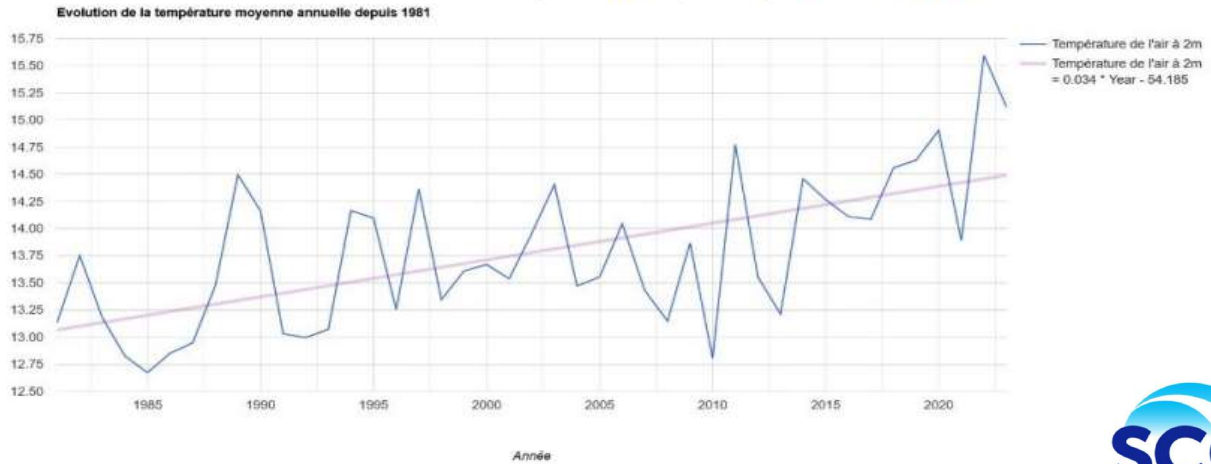


© Crédit photo : Sdis33/Service communication, protocole

- **l'été 2022 nous avons subi de gros incendies en Gironde.**
- **on s'est posé plein de questions sur sa propagation**
- **on a aussi entendu parlé des mégafeux en Australie et on a cherché à les comparer aux nôtres**
- **on se demande aussi si cela va arriver plus souvent avec le réchauffement climatique**

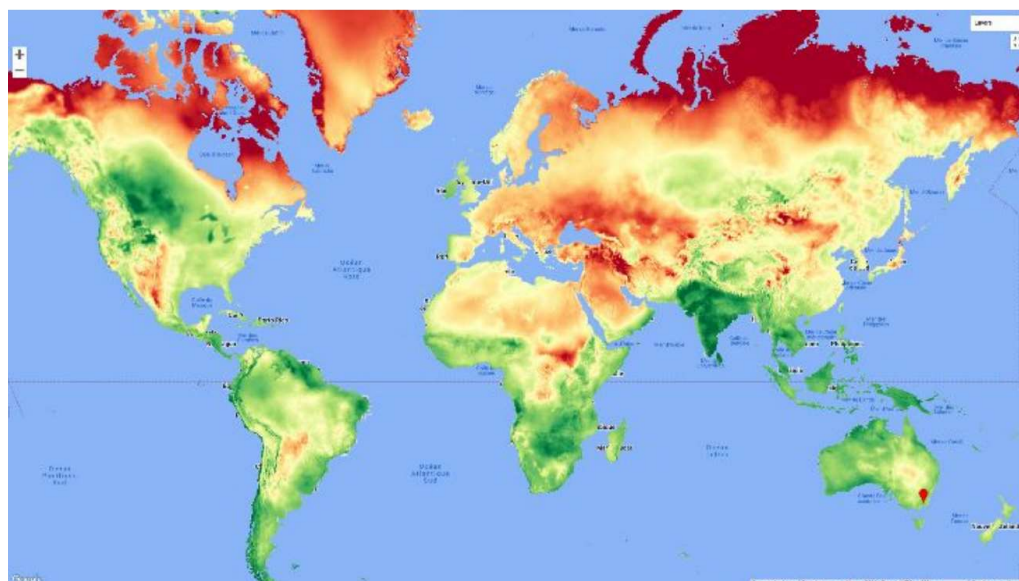
# Le réchauffement climatique

Température moyenne près de Bordeaux

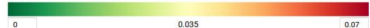


- pour suivre le réchauffement climatique il faut mesurer la température et calculer la température moyenne annuelle.
- Chez nous, on voit que cette température moyenne annuelle (en bleu sur le graphique) varie beaucoup mais qu'elle a tendance à augmenter petit à petit
- la tendance est à une augmentation de 3,4 centième de °C par an

# Un réchauffement mondial hétérogène



Echelle de la couche nommée Tendence  
Coefficient directeur de la tendance des températures de l'air à 2m (°C / an)

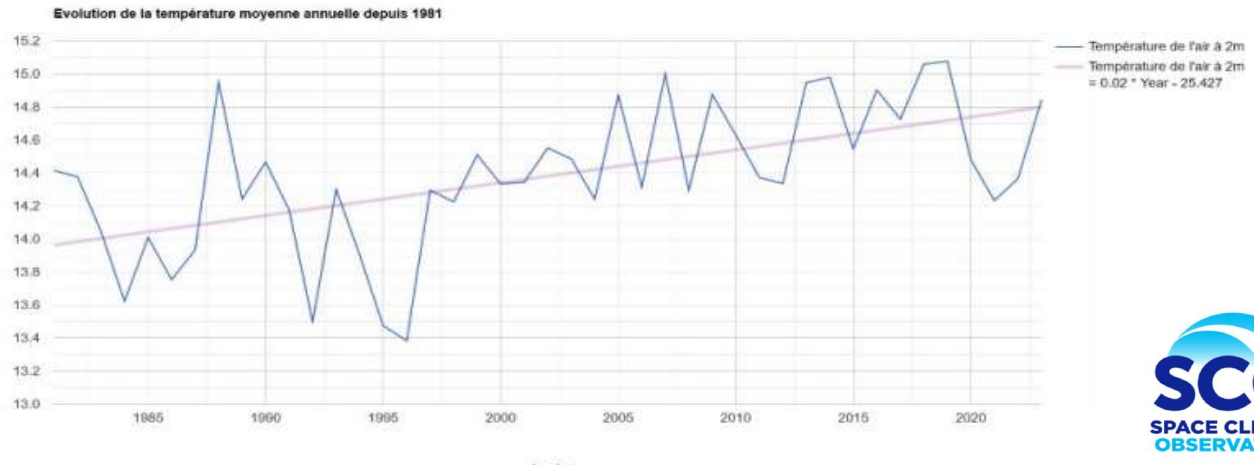


**SCO**  
SPACE CLIMATE  
OBSERVATORY

- le réchauffement est un phénomène mondial
- mais il n'est pas aussi rapide partout
- nous sommes en jaune, cela veut dire que notre augmentation est dans la moyenne.
- les zones en rouge ont tendance à augmenter 2 fois plus vite que nous (souvent vers le pôle Nord)
- les zones en vert deux fois moins vite (souvent vers l'équateur)

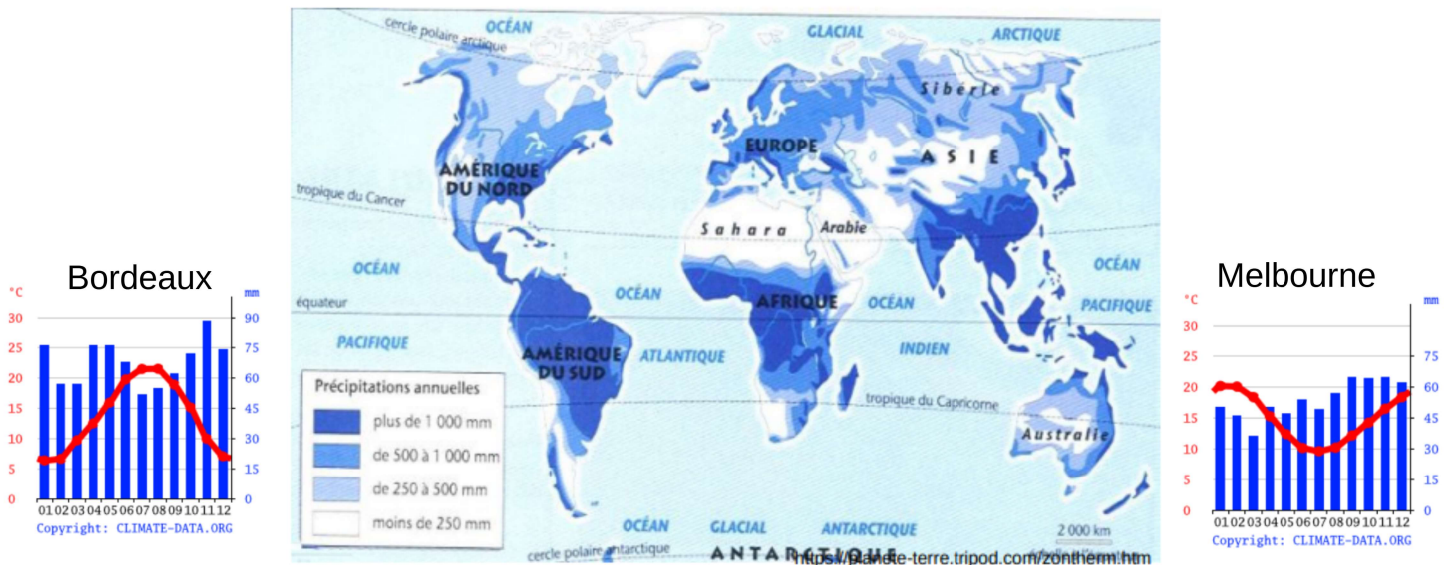
Pour étudier l'Australie, on a choisi la zone continentale la plus au Sud-Est, c'est à dire la plus éloignée de l'équateur. Vers Melbourne, la latitude est de  $38^\circ$  alors que la notre est de  $45^\circ$

## Température moyenne près de Melbourne



- près de Melbourne, la température moyenne annuelle y est supérieure à la notre d'à peine 1°C
- mais elle a tendance à augmenter 2 fois moins vite que chez nous

# Un climat qui nous ressemble



- Cette région de l'Australie nous ressemble. C'est un climat océanique. Il est un peu plus doux en hiver et un peu moins humide en général.
- Il pourrait donc tout à fait ressembler à notre climat futur.

# Des forêt différentes



Pin des Landes



Eucalyptus d'Australie

- par ailleurs nous avons deux forêts différentes
- comment s'adaptent elles aux incendies ?  
Nous avons voulu en savoir plus.

# Propagation du feu



Pointes de pin séché pour mini-forêt



Mini-forêt de pin



Forêt d'allumettes

Pour étudier la propagation du feu, nous avons créé des forêts miniatures.

- nous avons sélectionné des pointes de branche de pin que nous avons séché pour en faire des pins miniatures
- Pour les allumettes, la pointe très inflammable modélise le sommet des pins chargés d'aiguilles



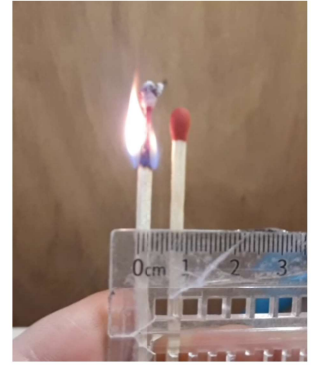
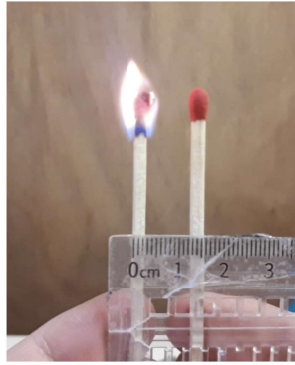


Nous avons d'abord réalisé des forêts plus ou moins resserrées pour voir à partir de quelle distance les allumettes voisines allaient s'enflammer.

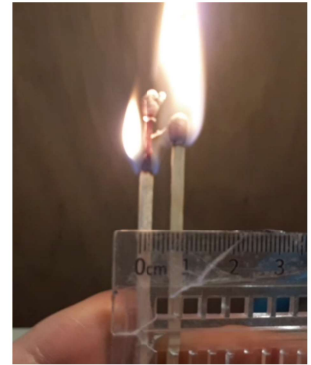
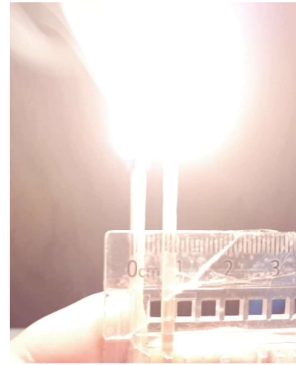
Quand les allumettes sont suffisamment espacées, l'allumette ne s'enflamme pas si la flamme ne reste pas assez longtemps pour chauffer la pointe de l'allumette.

La distance entre les arbres est donc un paramètre essentiel de la propagation du feu.

On  
approche  
doucement  
une  
allumette ...



Elle s'allume  
à 6 mm de  
l'allumette  
enflammée.



Pour aller plus loin, nous avons cherché à mesurer la distance minimale pour enflammer l'allumette : on trouve une distance de 6 mm. On observe qu'il faut attendre que la flamme réchauffe la pointe de l'allumette. Pour cela, elle doit être en dessous car la chaleur monte.



Notre mini-forêt était constituée d'une rangée d'arbres espacée afin de voir si le feu allait se propager malgré la distance.

On peut observer que quand le feu est très intense, les flammes sont très grandes. Et un simple coup de vent a suffit pour enflammer la rangée.



On observe également que la présence d'un grand nombre d'arbre entraîne des dégâts plus importants pour tous. Ainsi, les troncs isolés n'ont pas complètement brûlé.

# Départ du sol vers les cimes



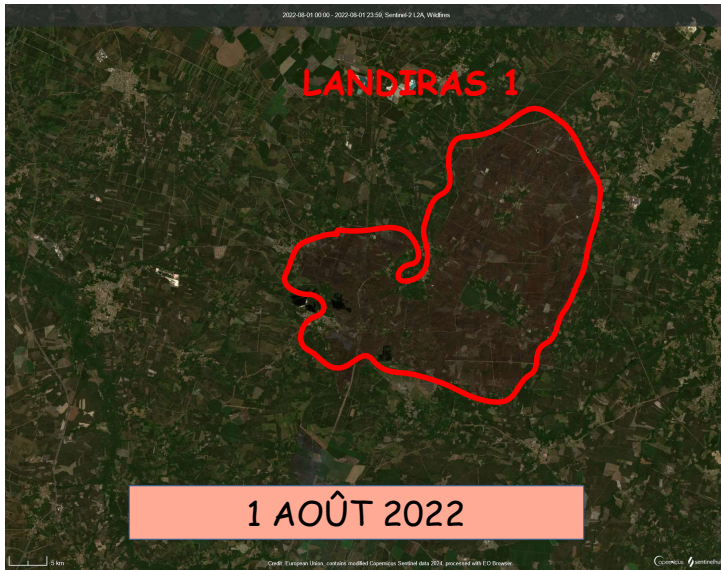
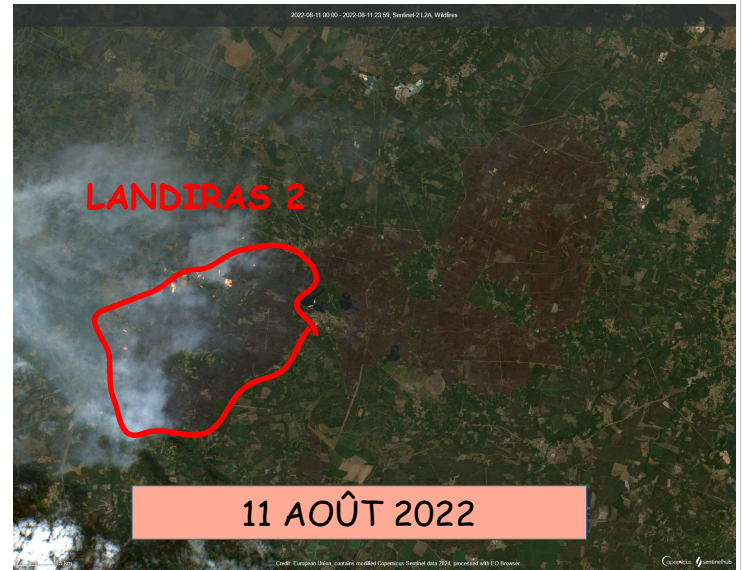
Sébastien Barré  
Conseiller forestier



Défense des forêts contre les incendies en Aquitaine



Monsieur Barré, le conseiller forestier qui travaillait avec nous, nous a dit que les feux partaient du sol. Comme la chaleur monte, le feu finit par atteindre les cimes des pins.

**Premier incendie le 12 juillet 2022****Deuxième incendie le 9 août 2022**

Le premier incendie se serait propagé par le sol, ce qui aurait déclenché le deuxième.

On pense que l'origine du premier incendie dit de Landiras serait criminelle. Il est donc parti du sol.

Par contre, le 9 août, l'incendie serait reparti en passant dans le sol.

Comment le feu peut-il se propager dans le sol ?

# Hostens brûle encore !



Les fumerolles sont toujours visibles à Hostens, où le feu continue de brûler, sous la terre. • © France 3 Aquitaine



Les fumerolles sont observées quotidiennement par des drones pour évaluer l'activité du feu sous la terre. Ici, le point chaud culmine à 200 degrés. • © France 3 Aquitaine

- les pompiers qui étaient sur place nous ont dit qu'ils n'arrivaient pas à éteindre les feux sous terre
- M. Barré, notre conseiller forestier, nous a filmé des fumerolles au bord du Lac d'Hostens
- d'après France3, la température dans le sol serait encore aujourd'hui proche de 200°C

## LE TRIANGLE DU FEU



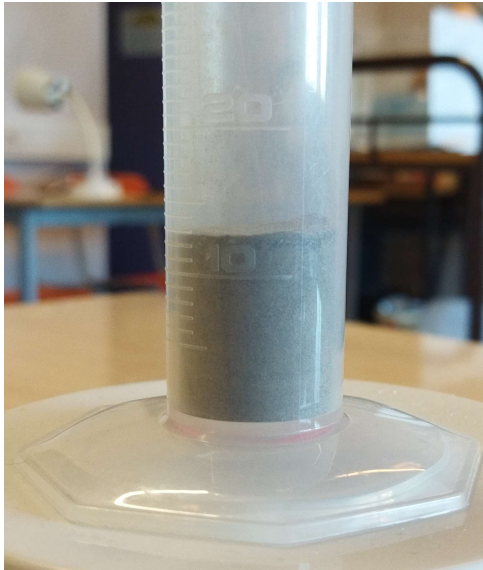
Les pompiers savent bien qu'il faut trois ingrédients pour qu'un feu soit possible :  
Un comburant (le dioxygène de l'air), un combustible (le bois) et une source de chaleur. C'est le triangle du feu.

Dans le cas du 2eme incendie de Landiras, la chaleur provenait du premier incendie. Et dans la région d'Hostens on trouve de la lignite dans le sol, un bois fossilisé qui a servi de charbon pour alimenter une centrale électrique pendant des années. Il en reste donc encore.

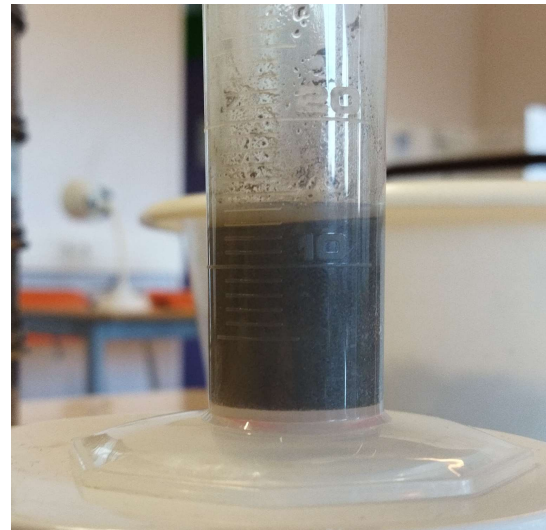
Ce qui nous a surpris c'est que le feu n'a pas pu se propager sans air. Donc il y aurait de l'air dans le sol. C'est ce que nous avons voulu vérifier.



# Porosité des sols



VOLUME DE SOL (mL)



VOLUME D'EAU ajoutée (mL)

On a donc mesuré la porosité du sol pour savoir la quantité d'air présente dans le sol.

Pour savoir quel est le volume d'air dans un sol, on a pris un volume de sol et on a ajouté de l'eau jusqu'à ce que le sol soit complètement imbibé d'eau.

S'il n'y a pas de bulles, le volume d'eau qu'on a versé correspond au volume d'air dans le sol.

La porosité est le pourcentage d'air dans le sol.

# Porosité des sols

Échantillon	Sable tamisé	Sable tamisé	Sable tamisé	Sol des Landes
Taille des grains	Supérieure à 2 mm	Entre 1 mm et 2 mm	Entre 0,25 mm et 0,5 mm	variable
Volume de sol	20 mL	10 mL	13 mL	22 mL
Volume d'eau	8 mL	4 mL	6,1 mL	6,7 mL
porosité	$8/20 = 40 \%$	$4/10 = 40 \%$	$6,1/13 = 47 \%$	$6,7/22 = 30 \%$

On trouve des porosité autour de 40 % pour le sable tamisé et seulement 30 % pour le sol des Landes car il n'est pas tamisé donc des petits grains viennent boucher les trous entre les gros grains.

En conclusion, tant que l'eau de pluie n'a pas imbibé le sol, il y a en fait beaucoup d'air dans le sol.

# Le feu rend le sol imperméable ?

## Protocole de Sécurité

### Liste du matériel :

- 2 extincteurs
- tissu ignifugé ( 2m sur 3m )
- un seau de sable
- un seau d'eau
- un masque pour toutes les personnes présentes (quel type protège des fumées?)

### En présence:

- d'un(e) sapeur(e) pompier
- de deux professeurs (Mme Marty et M. Rivier)

### Rôles à désigner

- un élève vérifie la présence du matériel de l'expérience
- un élève vérifie la présence du matériel de sécurité
- un élève vérifie la mise en place du matériel de l'expérience
- un élève vérifie la mise en place du matériel de sécurité

### Contraintes

- connaître la puissance du vent, l'humidité, la température...(la météo)

### Protocole

- mettre en place le matériel de l'expérience au centre de la zone sécurisée
- s'assurer que toutes les personnes sont à 2 m de distance du feu minimum
- 2 m du feu minimum



Un autre problème nous a été rapporté par les pompiers volontaires : quand ils ont voulu éteindre le feu avec de l'eau, l'eau ne pénétrait pas dans le sol.

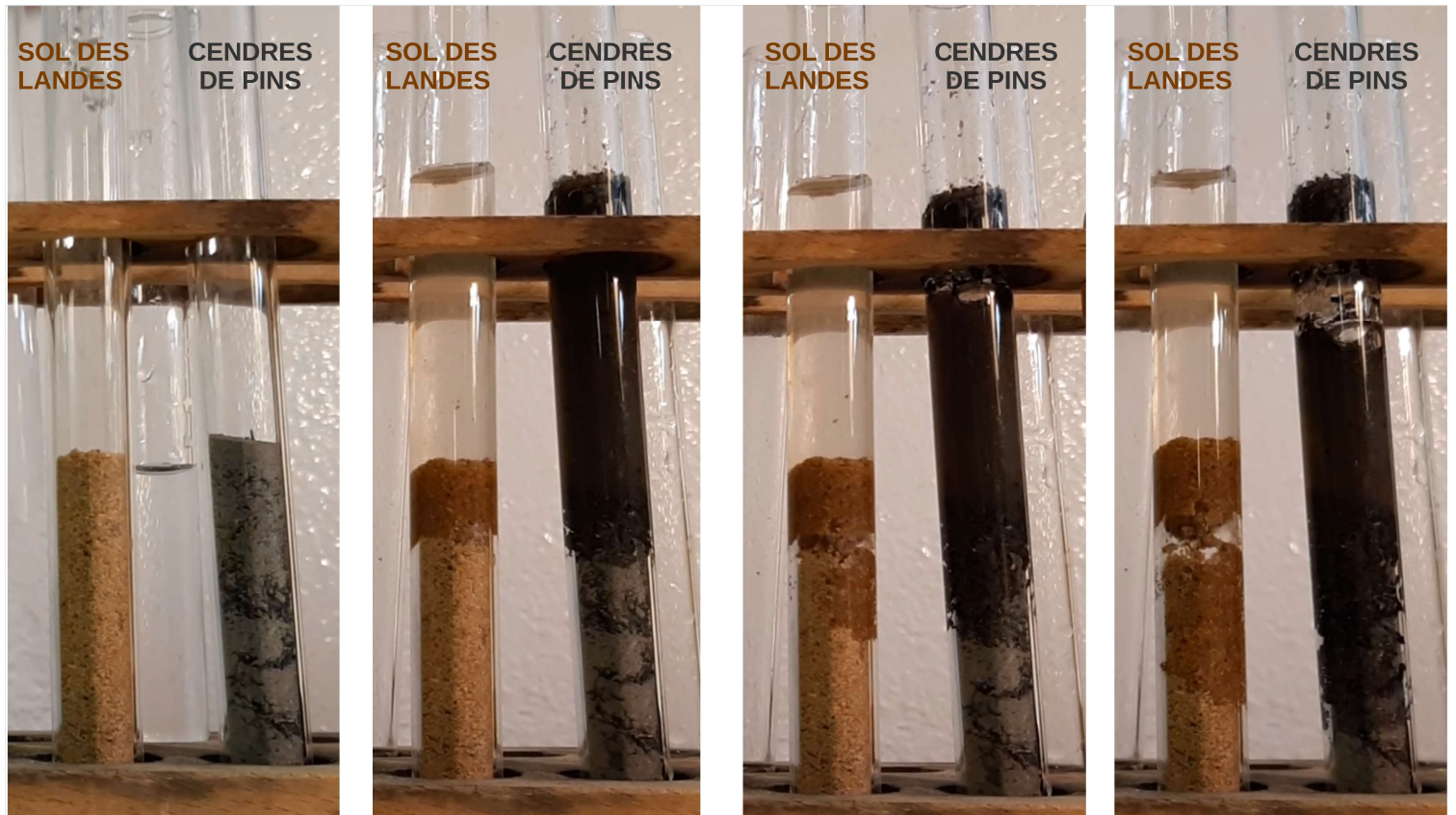
Nous avons d'abord supposé que cela provenait des résidus de combustion qui rendaient le sol imperméable

On a donc travaillé sur un protocole de sécurité validé par les pompiers pour faire un grand feu d'aiguilles de pins afin de récupérer des résidus

# Analyse des résidus



- nous avons alors analysé ces résidus : ils contiennent des bouts de branches qui n'ont pas brûlé, des aiguilles de pins qui n'ont pas fini de brûler et une sorte de cendre. Mais pas de cire ou de matière imperméable.
- Après une analyse de granulométrie, on voit que toute la cendre est très fine (inférieure à 0,1 mm)
- Nous avons supposé que la cendre serait comme l'argile, très fine et imperméable.



Nous avons alors fait des expériences pour mesurer la vitesse d'infiltration.

On filmait l'infiltration de l'eau à travers un tube à essai.

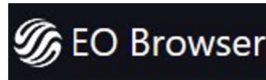
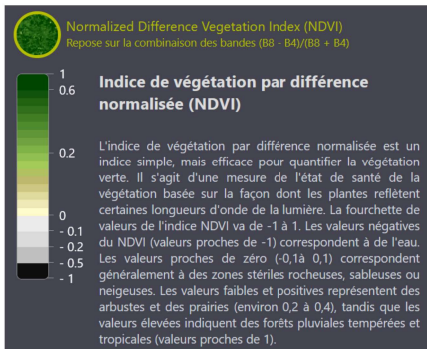
Les premiers essais montrent que les cendres ne sont pas plus imperméable que le sol sableux de la forêt des Landes

# Formation de cire à 190°C ?



- Les scientifiques qui travaillent avec nous dans le cadre du projet Climate Detective de l'ESA (Agence Spatiale Européenne) nous ont dit qu'ils avaient lu qu'entre 170°C et 200°C, la matière organique du sol se transformait en cire imperméable
- nous avons demandé à notre professeur de faire un essai dans sa cuisine. Notre premier essai contenait des aiguilles de pin chauffées pendant 2h à 190°C mais nous n'avons pas obtenu de cire. Par contre la cuisine de notre professeur a été parfumée d'une odeur nauséabonde pendant quelques jours

# Quel avenir pour nos beaux pins ?



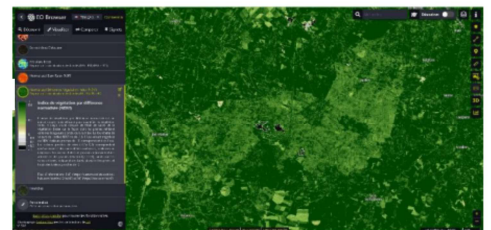
Avant l'incendie (mai 2022), la végétation est en pleine forme (vert foncé)



Juste après l'incendie (août 2022), il n'y a presque plus de végétation (zones blanches)



Un an et demi après (mars 2024), la végétation n'est toujours pas revenue à son état normal. La plupart des pins sont morts et des pins (de 50cm) ont été replantés à certains endroits.



Grace à la plateforme EO Browser, nous avons pu suivre l'état de la végétation avant et après les incendies. Elle est obtenue par les mesures du satellite Sentinel-2 qui analyse les lumières émises par la végétation.

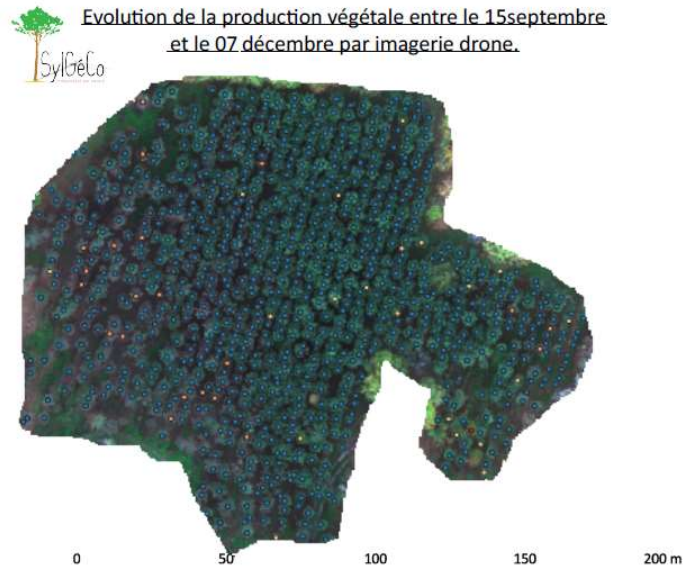
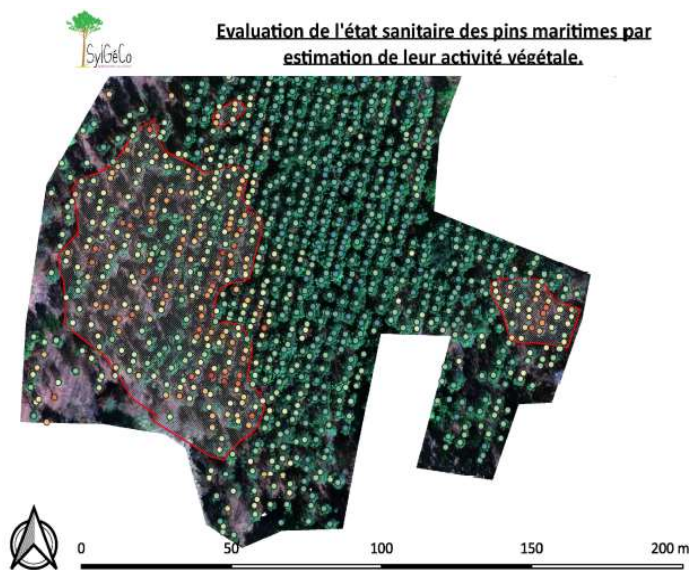
Avant l'incendie, la carte est en vert foncé, cela veut dire que la végétation est en pleine forme.

Juste après l'incendie, tout est blanc : la végétation a disparue

Après un an et demi, la végétation n'est toujours pas revenue à son état normal car tous les jeunes pins sont morts. Des pins ont été replantés mais sont encore trop petit.

Est-ce que certains grands pins ont survécu ?

# Quelques pins sont repartis ...

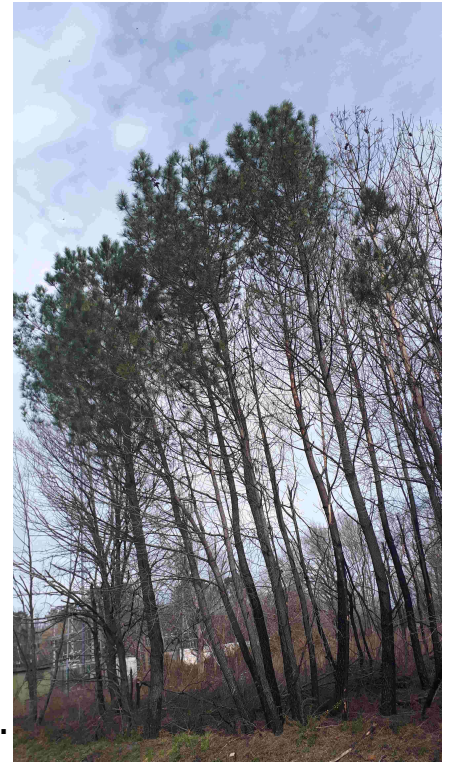


- Concernant les plus gros pins. Notre conseiller forestier a pu observer l'état d'une parcelle avant et après les incendies grâce à un drone qui utilise la même analyse de lumière que les satellites.

Il a été très surpris de voir que des pins qui étaient très endommagés avaient réussi à repartir entre les mois de septembre et décembre 2022.



# Beaucoup ont été coupés ...

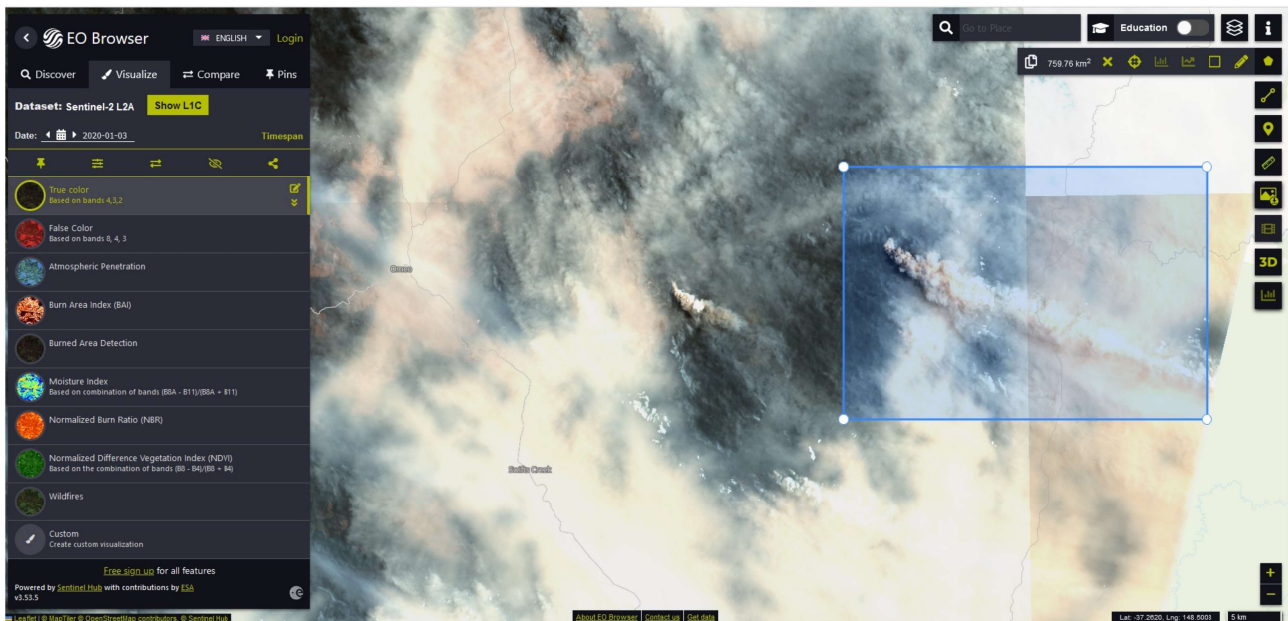


Alors que d'autres n'ont été touchés qu'au pied ...

- mais ce n'est pas le cas de nombreux pins qui ont été coupés pour récupérer leur bois. On peut encore voir de grands tas aux bords des routes.

On croise également des grands pins qui n'ont été touchés qu'au pied et qui ont donc survécu.

# Et pour les Eucalyptus australiens ?

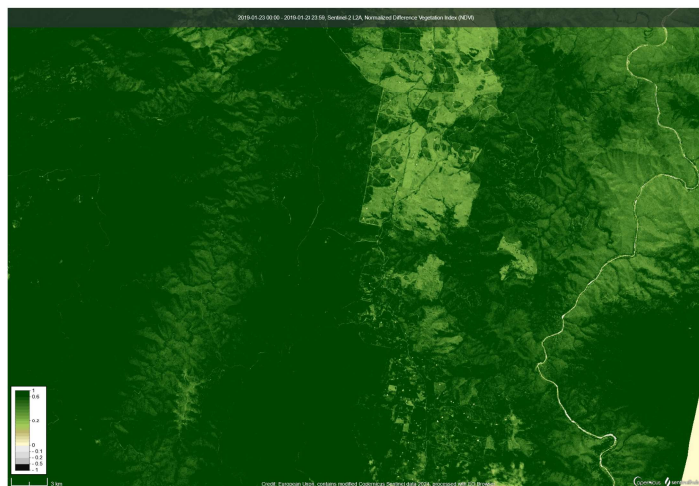


EO Browser Incendie du 3 janvier 2020 près de Swift Creek en Australie

Nous avons alors voulu savoir comment les Eucalyptus survivent après un incendie.

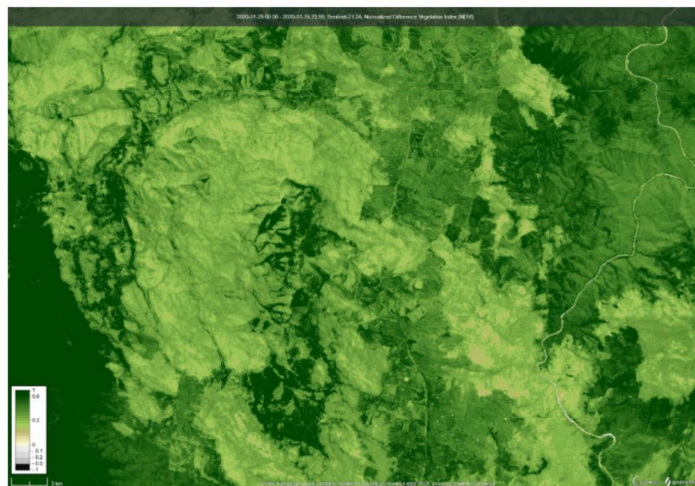
Nous avons donc utilisé la plateforme EO Browser pour repérer un incendie dans la région de Melbourne.

Nous avons étudié la zone encadrée en bleu dans laquelle on peut voir un nuage de fumée le 3 janvier 2020



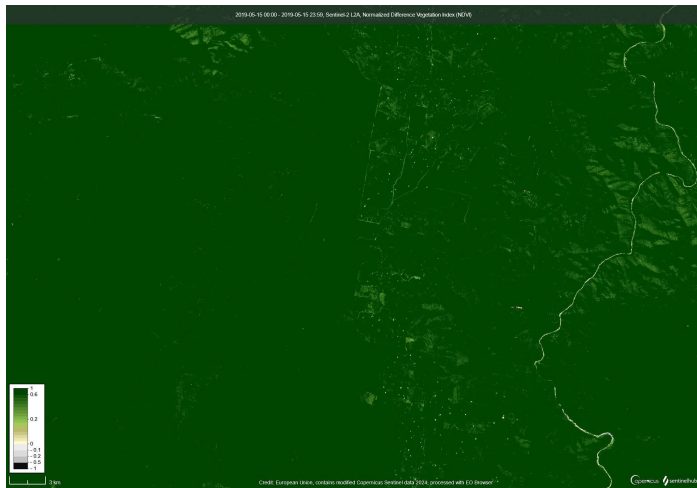
JANVIER 2019

Dans cette zone, quasiment tous les Eucalyptus ont brûlé (zone vert clair)

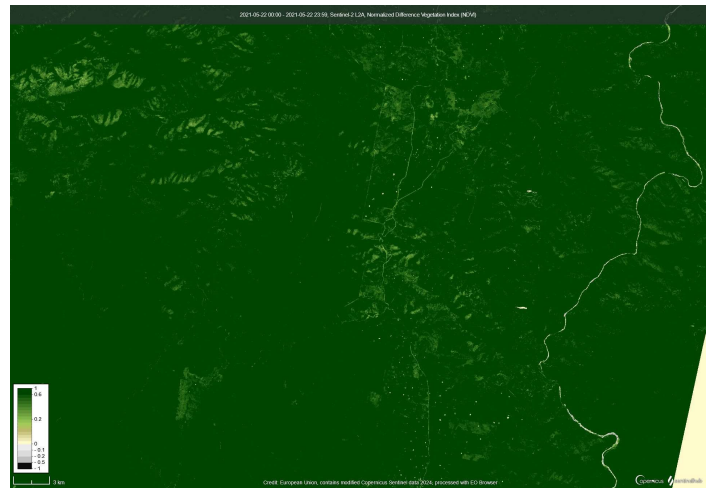


JANVIER 2020

-Quand on compare les images satellite, on voit que la forêt a été très touchée.



MAI 2019



MAI 2021

Par contre, un an et demi après l'incendie, on peut remarquer que l'état de la végétation est presque aussi bonne qu'avant.

On peut donc en conclure que l'Eucalyptus est un arbre qui se régénère rapidement.

Alors pourquoi ne pas planter des Eucalyptus dans les Landes ?

# De l'eucalyptus dans les Landes ?



Pins Lande Corse  
(tous bien grands et droits)



Eucalyptus  
(un seul arbre à peu près correct)

- Nous avons posé la question à notre conseiller forestier. Et il nous a dit qu'il avait suivi une parcelle avec de nombreuses essences d'arbres pour pouvoir comparer leur croissance. Il nous a filmé la visite.

L' Eucalyptus n'est pas adapté aux terrains pauvres des Landes de Gascogne. Les eucalyptus ont arrêté de grandir au bout de 4 ans.

En plus, l'Eucalyptus sert à faire de la pâte à papier et nous dans les Landes, on aime faire des planches avec le pin.

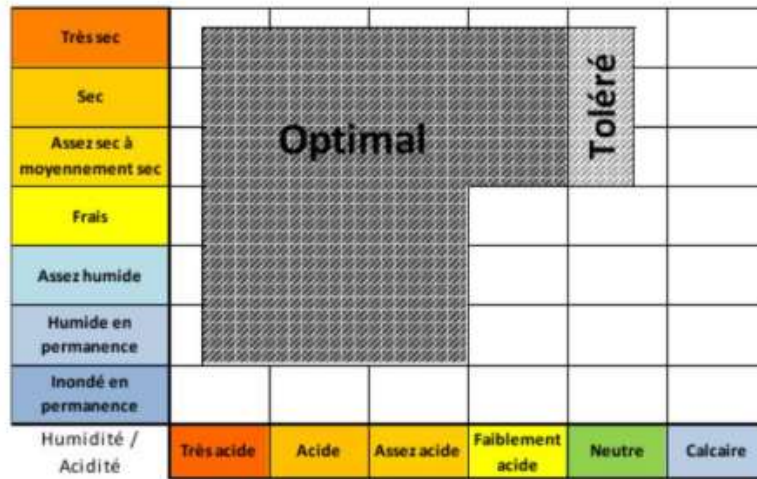
## **Le Pin maritime : essence d'avenir, adapté au changement climatique.**

Source : GIEC - Scénario RCP 8.5



- d'après le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) l'évolution du climat est plutôt favorable au pin. Dans le modèle pessimiste où le réchauffement est le plus élevé, les pins maritimes pourront même être planté en altitude.

## Le Pin maritime : essence d'avenir, adapté au changement climatique.



*Diagramme de répartition de l'espèce selon les gradients trophiques et hydriques adapté de la Flore forestière française, tome 1. Dumé et al. 2018*

-En effet, le pin maritime supporte bien les terrains acides et pauvres. Il supporte très bien les été secs mais aussi les hivers très humide.

En plus, il supporte assez bien les gelées

## La prévention : le débroussaillage

La végétation : le carburant du feu

2 peuplements adultes → 2 feux différents



Feu puissant avec un fort radian et une montée en cimes plus rapide  
→ Plus de dégâts



Feu qui restera plus longtemps au sol, qui passera plus vite, qui pourrait ne pas abîmer les pins



En conclusion, le pin maritime est la solution idéale pour l'avenir de notre forêt des Landes de Gascogne.

La solution que nous proposons pour les problèmes liés aux incendies est le débroussaillage.  
En effet, si le terrain est bien entretenu, les incendies ne pourront pas se propager jusqu'au sommet des pins et les arbres survivront aux incendies.

Merci pour votre attention.