

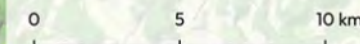
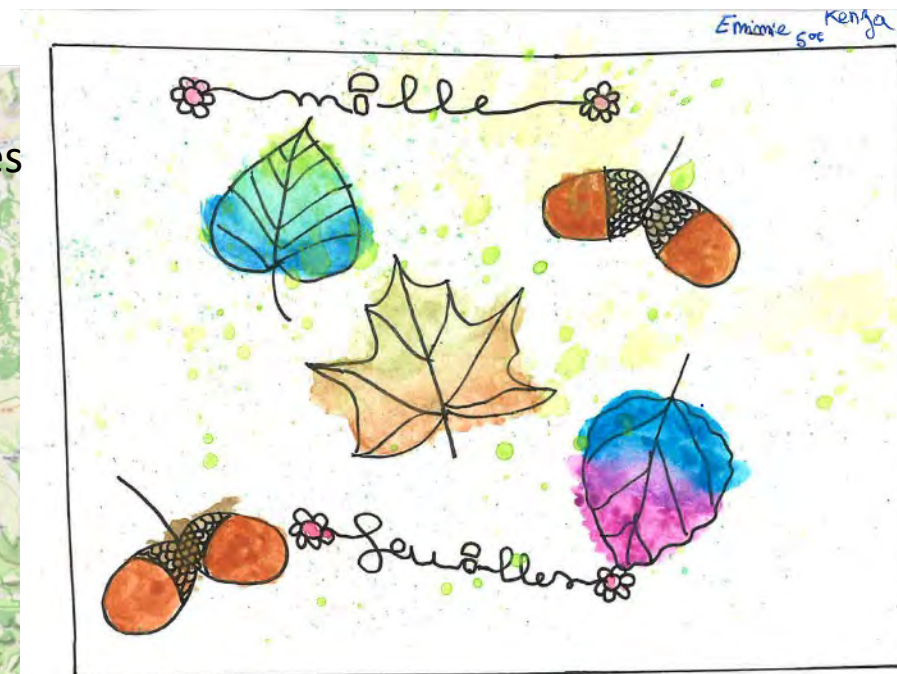
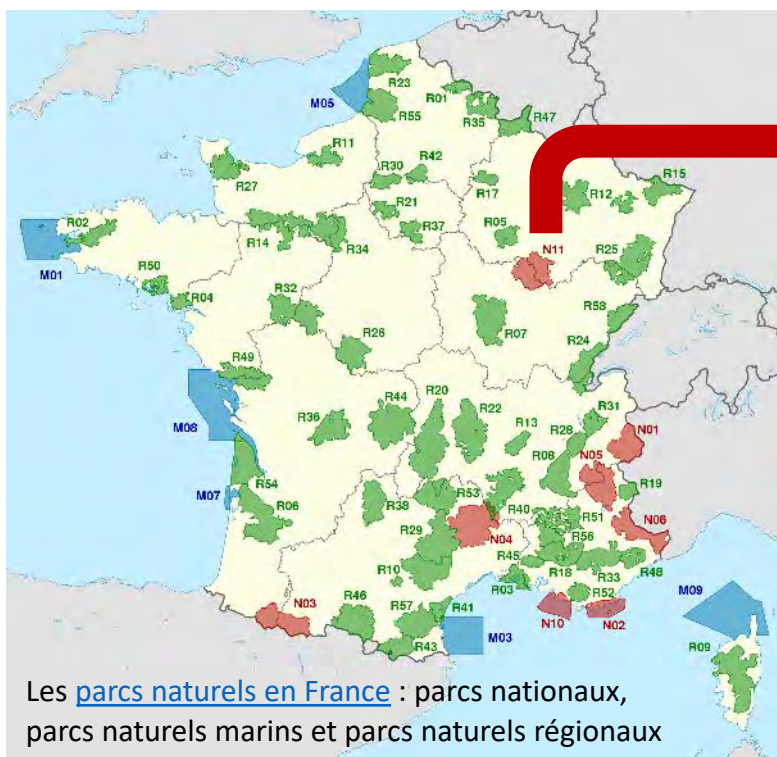
➤ Mille-Feuilles : recherches participatives avec des collégiens en forêts mélangées à couverts continus (FMCC)

Nathalie BREDA, INRAE – Centre de Nancy Grand Est
(nathalie.breda@inrae.fr)



➤ Mille-Feuilles : un projet dans le territoire du Parc National des Forêts

un projet de recherche participative visant à évaluer les liens santé des forêts mélangées irrégulières, intensité des sécheresses et dépérissement ; deux forêts, 20 placettes contrastées en composition et ouverture.



Sources :
fonds OpenStreetMap / © les contributeurs
d'OpenStreetMap
Limites communales/ADMINEXPRESS

Forêt Irrégulière École
Conception :
FIE, 2022-09-29

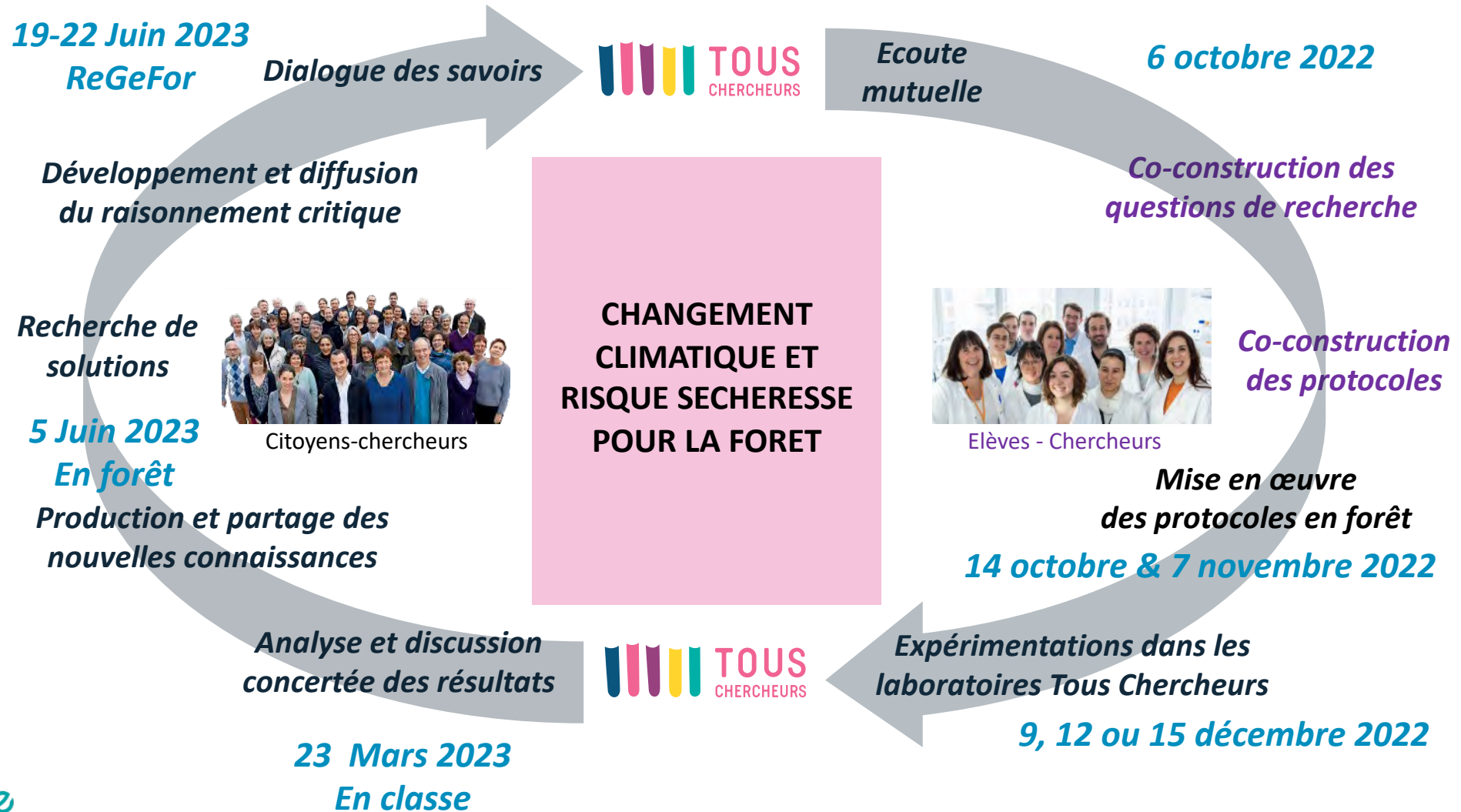


INRAE

Mille-Feuilles

19-21 juin 2023/ ReGeFor 2023/ Nathalie BREDA

➤ Un fil conducteur : rendre les élèves acteurs du projet Mille-Feuilles au cours d'une année scolaire (5^{ème})



INRAE

Mille-Feuilles

19-21 juin 2023/ ReGeFor 2023/ Nathalie BREDA

➤ Poser les étapes de la démarche scientifique : en classe





Observations

deux alignés - plante
écarts entre les arbres
feuilles naturelles
jeunes arbres
trous sans branche
≠ espèces

très hauts
plusieurs espèces
arbres écartés
trous entre les arbres
≠ couleurs de feuille

Hypothèses

manque d'eau dans le sol
sécheresse des racines / sécheresse
champignons pathogènes
maladie / trous
chaleur
pollution
manque abris
déforestation
changements brusques entre les saisons

Hypothèses

incendie / feu
automne
sécheresse
arbres morts
arbres ont souffert de la chaleur / soleil
manque d'eau
pollution
pesticides
manquent feuilles
≠ espèces
chenilles
maladie

Problèmes

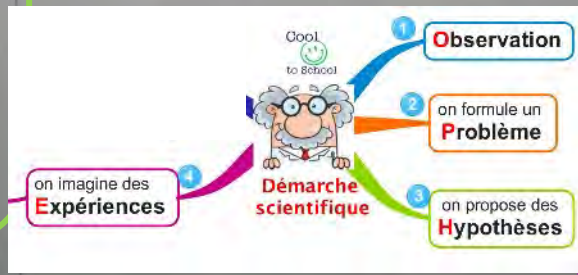
Manque pluie
Chaleur
Manque renouvellement
Manque infiltration dans nappes phréatiques
Vapour de sécheresse trop
Pompage eau dans nappes phréatiques

Problèmes

Perméabilité sol
obstacle des feuilles
Trous entre les arbres
effet ≠ selon la taille des feuilles
espaces entre les arbres
Compromis à trouver entre beaucoup et peu de feuilles

Expériences

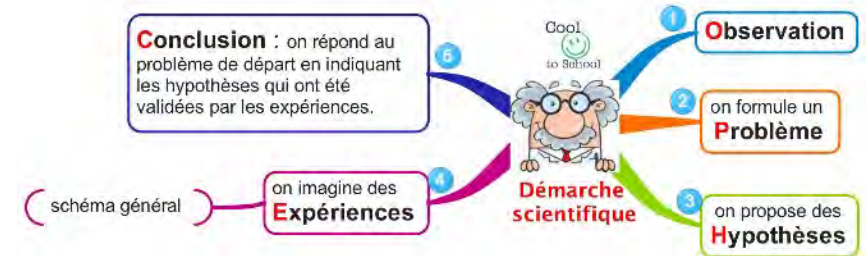
- expérimenter sur des pousses d'arbre avec 1/2 d'eau
- mesurer l'humidité du sol dans 1 lieu avec beaucoup de feuilles et 1 lieu avec peu de feuilles
- mesurer effet quantité de feuille et quantité d'eau sans branches
- on compte feuilles d'un arbre et on compte le nombre d'arêtes pour chaque espèce
- on regarde sur internet
- on fait sur 1 surface donnée



INRAE

Mille-Feuilles
19-21 juin 2023/ ReGeFor 2023/ Nathalie BREDA

➤ 1-Observation : photos déclenchantes



feu/bûlé
Mélangé/sève
impénétrable
forêt à gibier
chaleur
automne → feuilles sont tombées
arbres morts
défeuillé
chenilles

MILLE

SVT = mille-feuilles

1K Feuilles

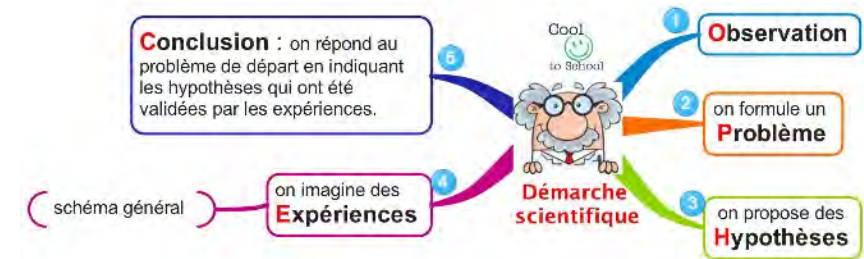


INRAE

Mille-Feuilles

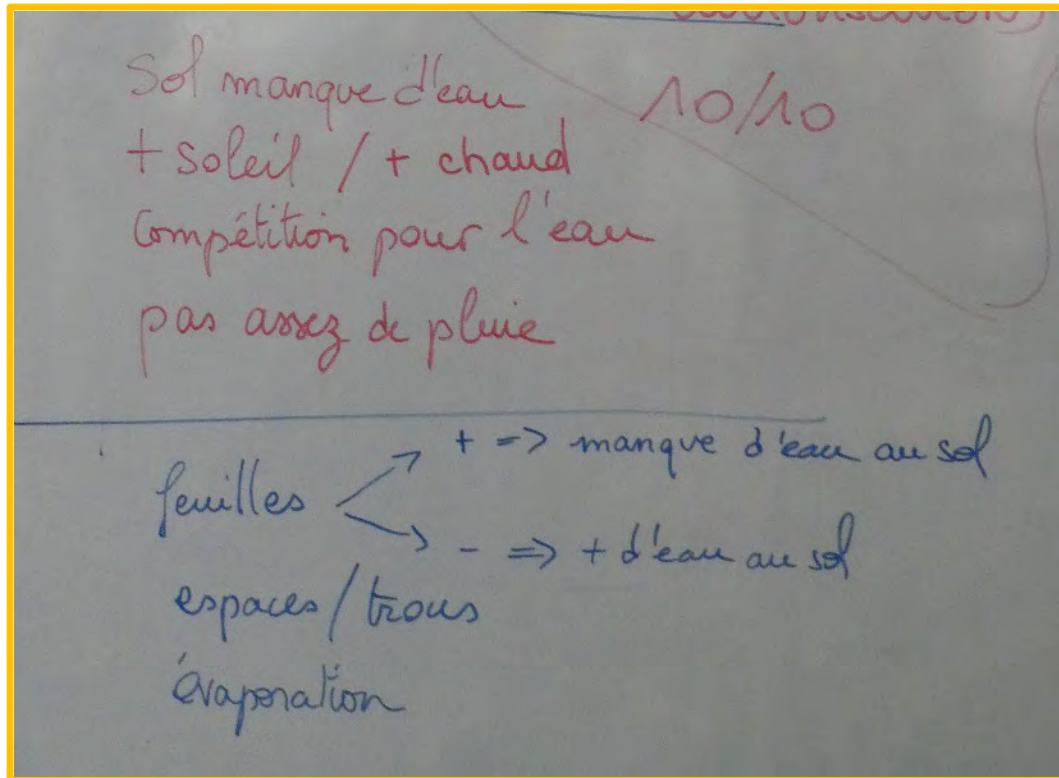
19-21 juin 2023/ ReGeFor 2023/ Nathalie BREDA

➤ 2- Formulation d'un problème

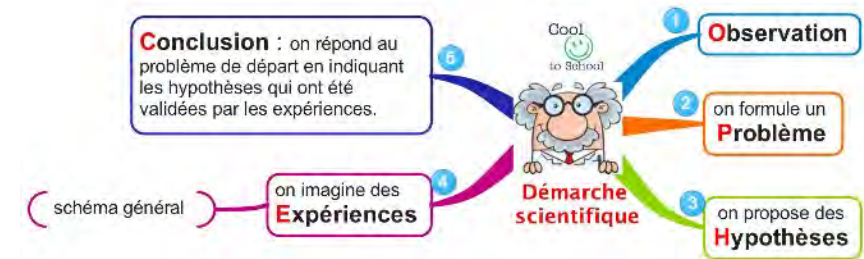
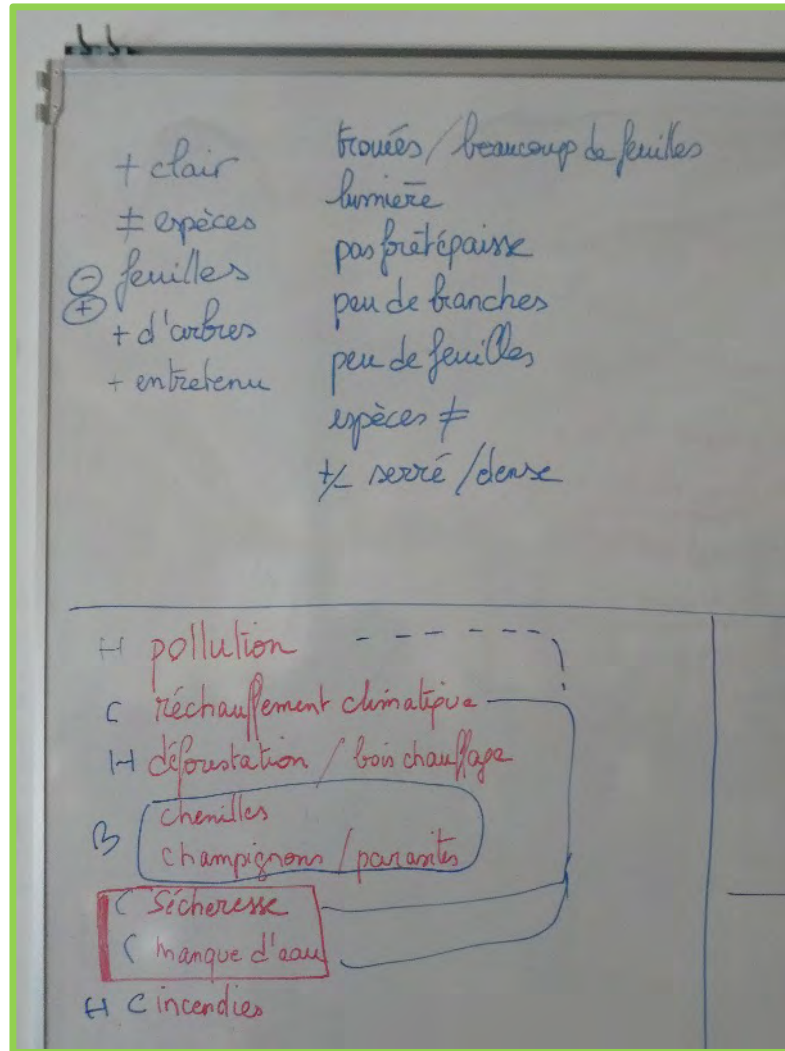


Problématique

COMPRENDRE LES EFFETS DE LA SÉCHERESSE DU SOL SUR LES FORÊTS

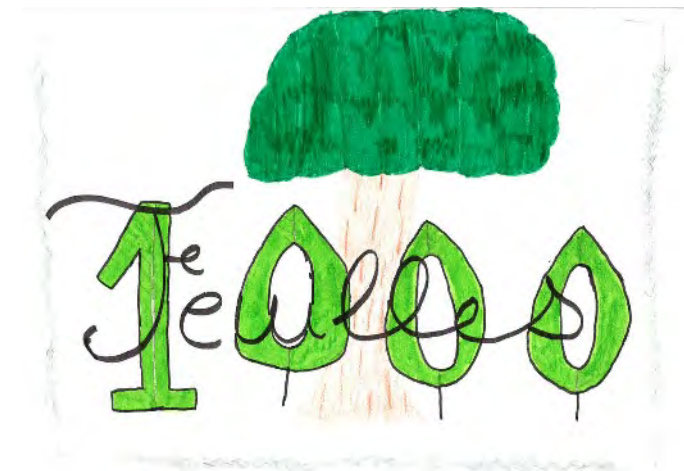


➤ 3-Proposition d'hypothèses



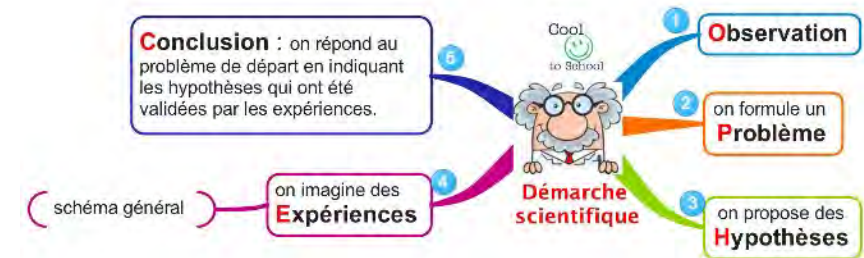
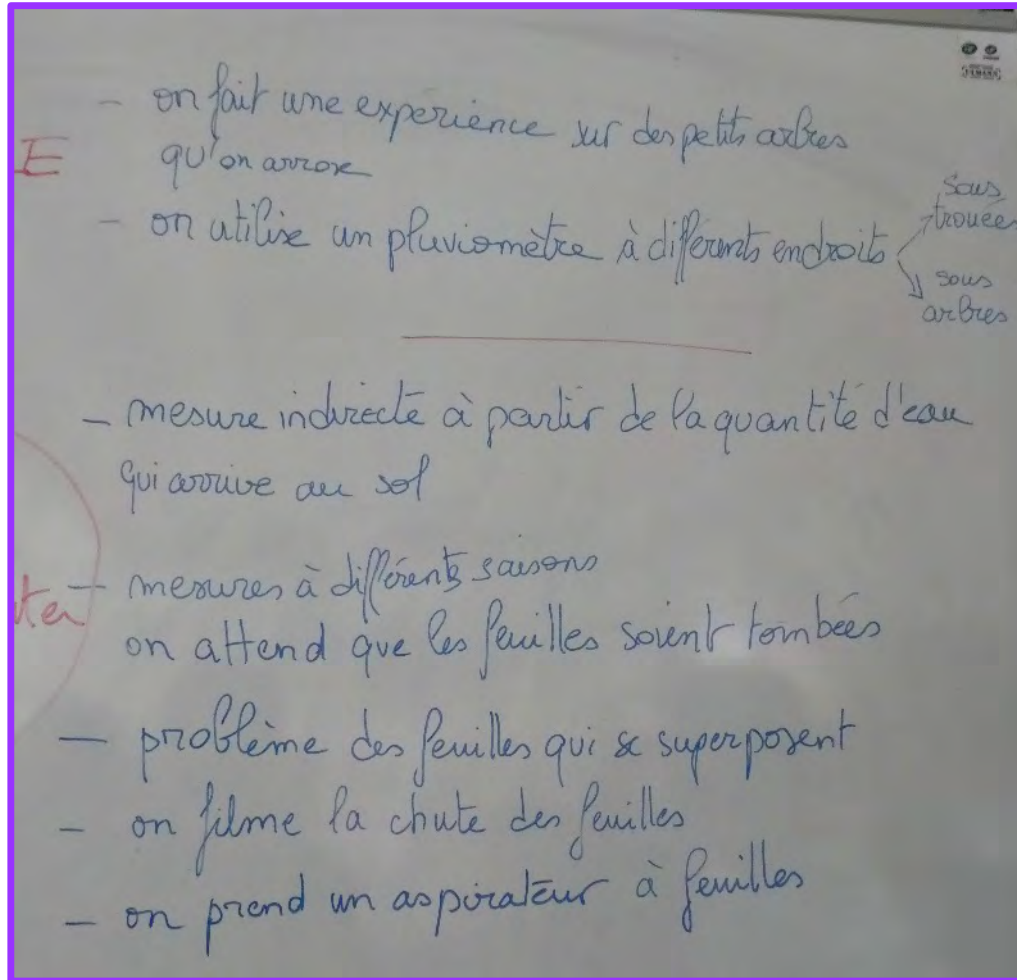
Question de recherche retenue après discussion (choix d'une hypothèse parmi celles proposées)

L'OUVERTURE ET LA COMPOSITION DU COUVERT FORESTIER (= toit de la forêt) MODIFIENT-T-ELLES LA SÉCHERESSE DU SOL ?



➤ 4- Imaginer des expériences

Comment peut-on mesurer la surface de feuilles d'une forêt ?



INRAE

- Le protocole : mesure d'indice foliaire par méthode directe, la collecte de litières



➤ Protocole retenu (ICP Forest, 2004, 2020)

http://www.icp-forests.org/pdf/Chapt11_compl2004.pdf



Part XIII Sampling and analysis of litterfall

Prepared by:

ICP Forests Expert Panel on Foliage and Litterfall

(Liisa Ukonmaanaho, Rona Pitman, Annemarie Bastrup-Birk, Nathalie Breda, Pasi Rautio)

Can. J. Remote Sensing, Vol. 29, No. 3, pp. 371-390, 2003

Leaf area index from litter collection: impact of specific leaf area variability within a beech stand

O. Bouriaud, K. Soudani, and N. Breda



INRAE

Mille-Feuilles

19-21 juin 2023/ ReGeFor 2023/ Nathalie BREDA

http://www.icp-forests.org/pdf/manual/2020/ICP_Manual_part13_2020_Litterfall_version_2020-1.pdf

➤ Mise en œuvre du protocole en forêt

4 campagnes de récoltes : octobre & novembre avec les collégiens, décembre avec les bénévoles, janvier avec ONF et FIE



INRAE



➤ Accueil des collégiens dans les laboratoires Tous Chercheurs



➤ Traitement des litières au laboratoire : protocole en 5 opérations

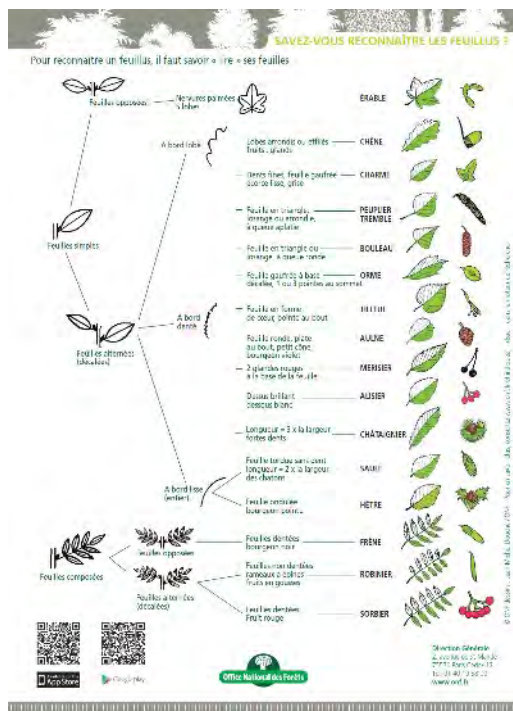
-> déterminer la surface spécifique des feuilles, pour chaque espèce et placette

ATELIER 1



1- trier des feuilles récoltées par espèces

ATELIER 2



2- identifier les espèces d'arbre ou d'arbuste

Avant la venue des élèves
4-sécher à l'étuve

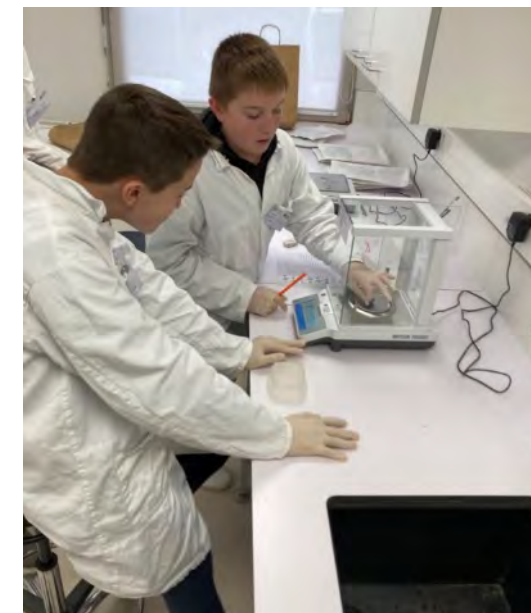


ATELIER 3



3-mesurer les surfaces des feuilles humides

ATELIER 4



5-peser feuilles sèches



INRAE

Mille-Feuilles

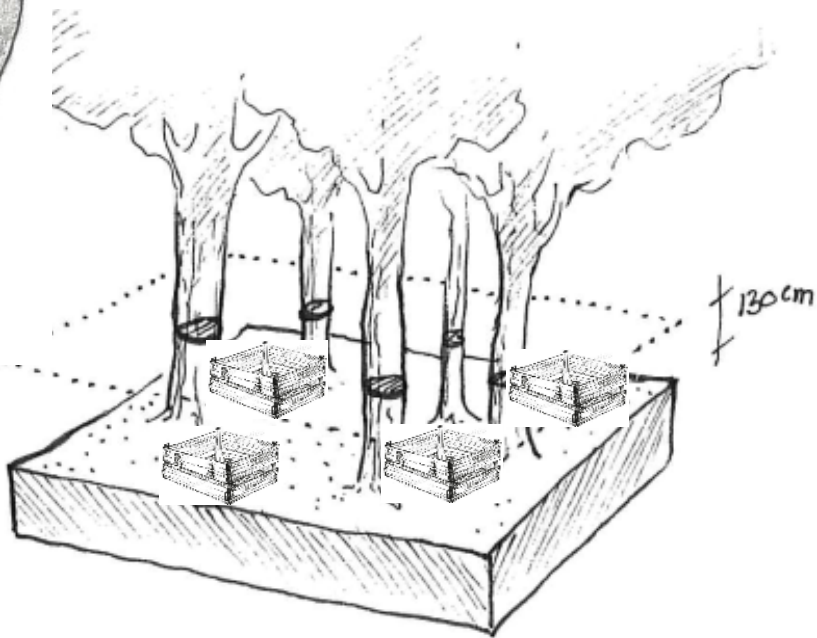
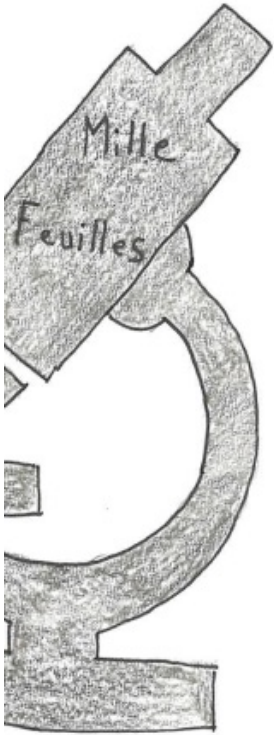
19-21 juin 2023/ ReGeFor 2023/ Nathalie BREDA

➤ Le travail sur les données et les premiers résultats

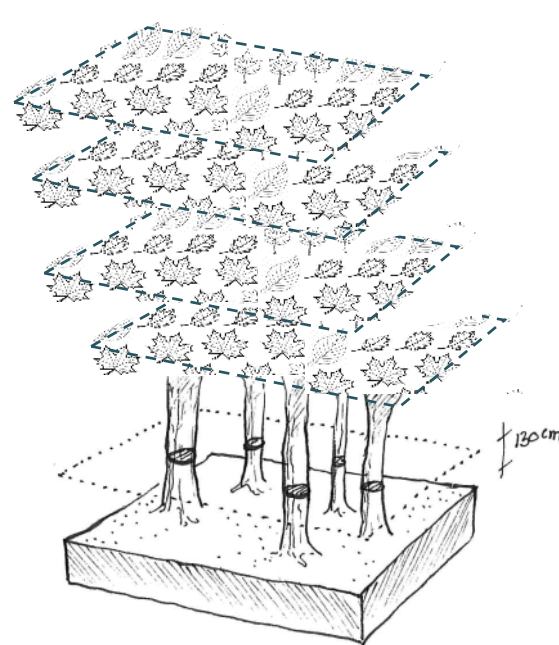
Retour en classe, 23 mars 2023



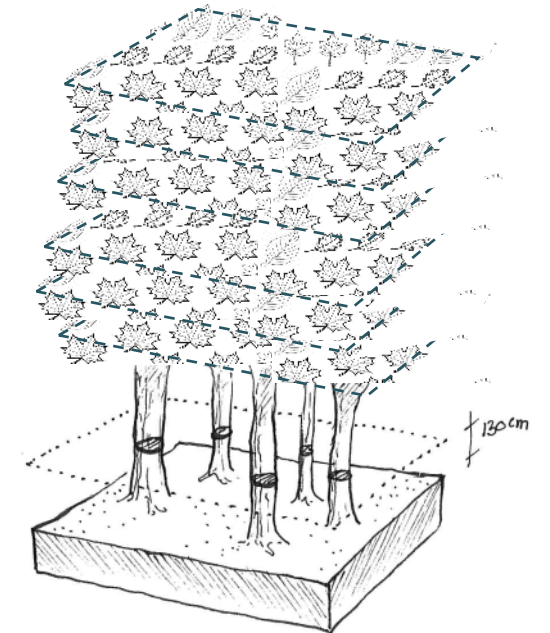
➤ Le paramètre recherché : l'indice foliaire



LAI = 4
4 m² feuilles/m² sol
= 4 ha feuilles/ha forêt



LAI = 6
6 m² feuilles/m² sol
= 6 ha feuilles/ha forêt



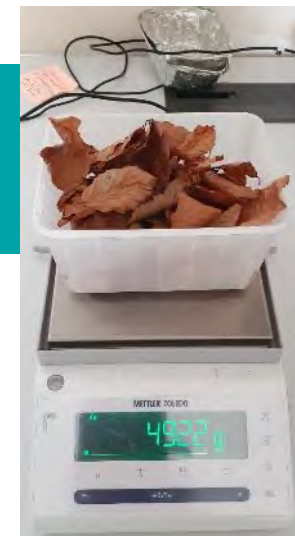
➤ Comment calculer l'indice foliaire des forêts

Séance en classe, 23 mars 2023

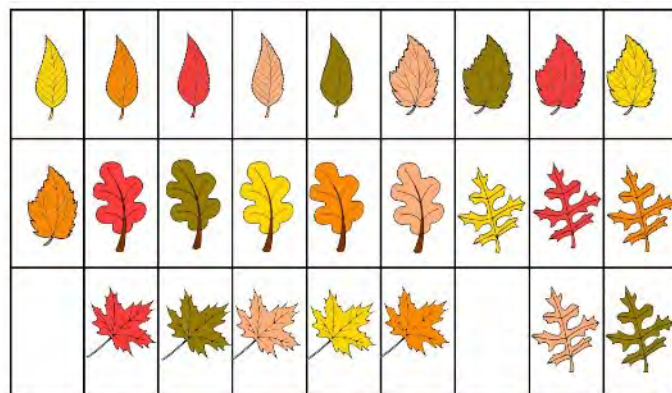
$$\text{Indice foliaire} = \frac{\text{biomasse feuilles (g/m}^2\text{)} \times \text{surface foliaire/poids sec (m}^2\text{/g)}}{\text{Surface spécifique}}$$

Surface spécifique

5-pesée
feuilles
sèches



1- collecte



2- tri des feuilles récoltées par espèce

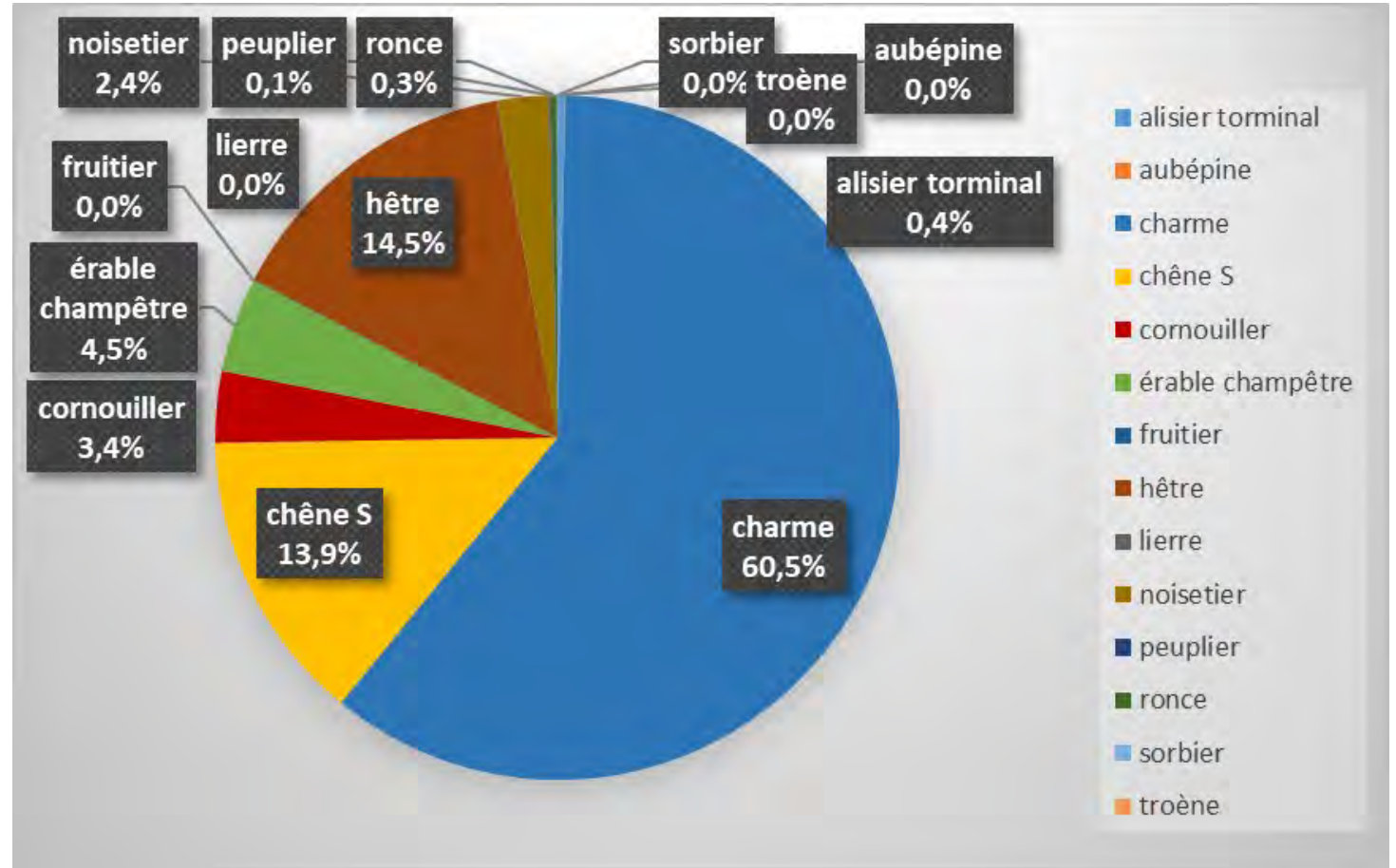


3-mesures de surface
des feuilles fraîches



4-séchage à l'étuve

➤ Exemple d'une placette – indice foliaire total = 6,4





➤ Conclusion : comment ces indices foliaires jouent-ils sur la sécheresse du sol ?

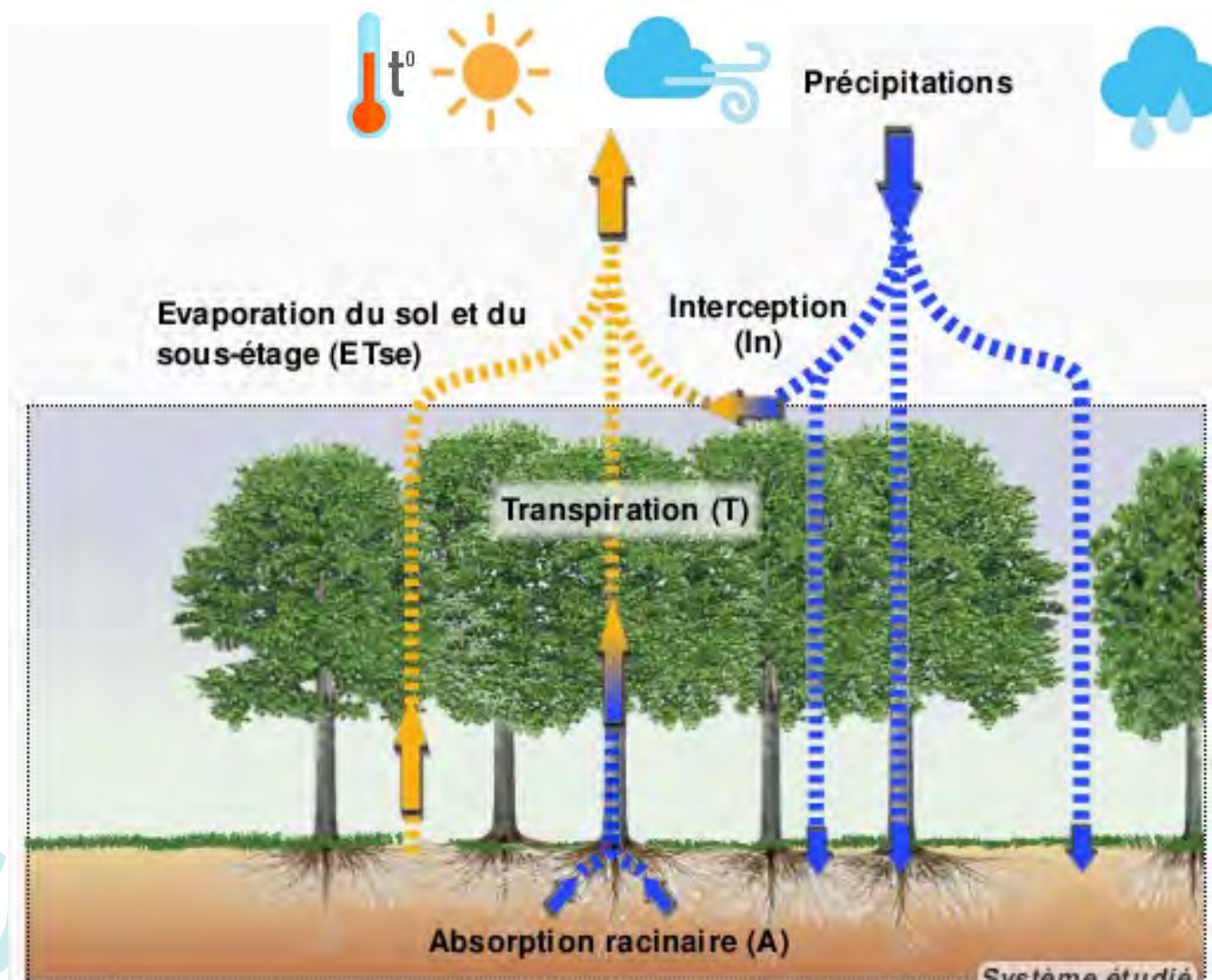
Apport de connaissances et questions-réponses avec les élèves



➤ Comment l'arbre accède à l'eau et comment l'eau arrive jusqu'au sol ?


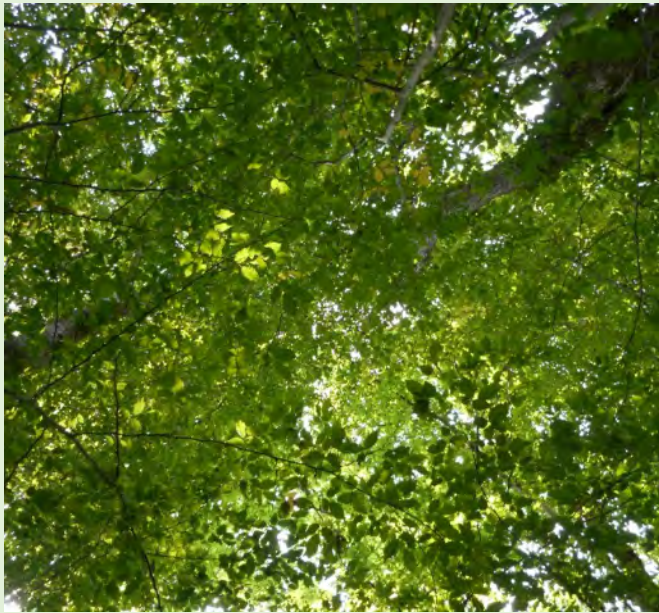
Des connaissances à apporter (dès la première rencontre en classe, remobilisé plusieurs fois)

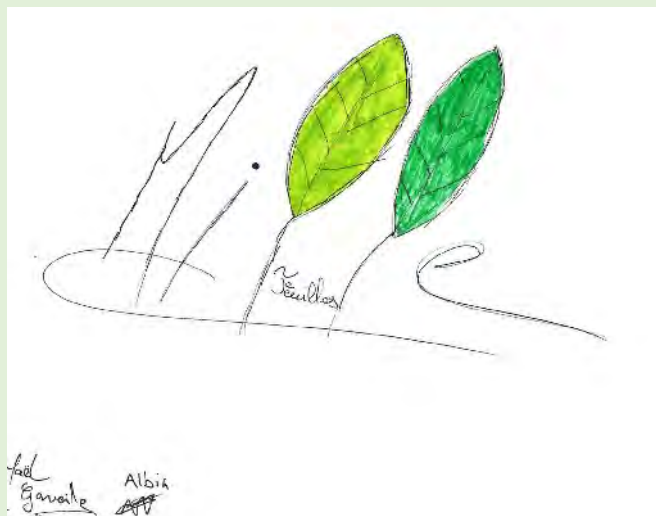
<https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/fr/fiche/bilan-hydrigue>



- 1 « Les arbres boivent l'eau dans le sol -> plus il y a de feuilles, plus la forêt boit. »
- 2 « La pluie n'arrive pas facilement par terre s'il n'y a pas de trou dans le toit de la forêt. »

- En 2018 par exemple, la sécheresse commence 45 jours (= 1,5 mois) plus tôt là où on a ramassé le plus de feuilles

	Placette à faible indice foliaire	Placette à fort indice foliaire
Indice foliaire Nombre d'espèces	4 m ² feuilles / m ² sol 12 espèces	10 m ² feuilles / m ² sol 11 espèces
Illustration		
Date de début de sécheresse 2018	24 juin	10 mai
Durée de la sécheresse 2018	118 jours	133 jours



Une sécheresse plus longue et plus précoce

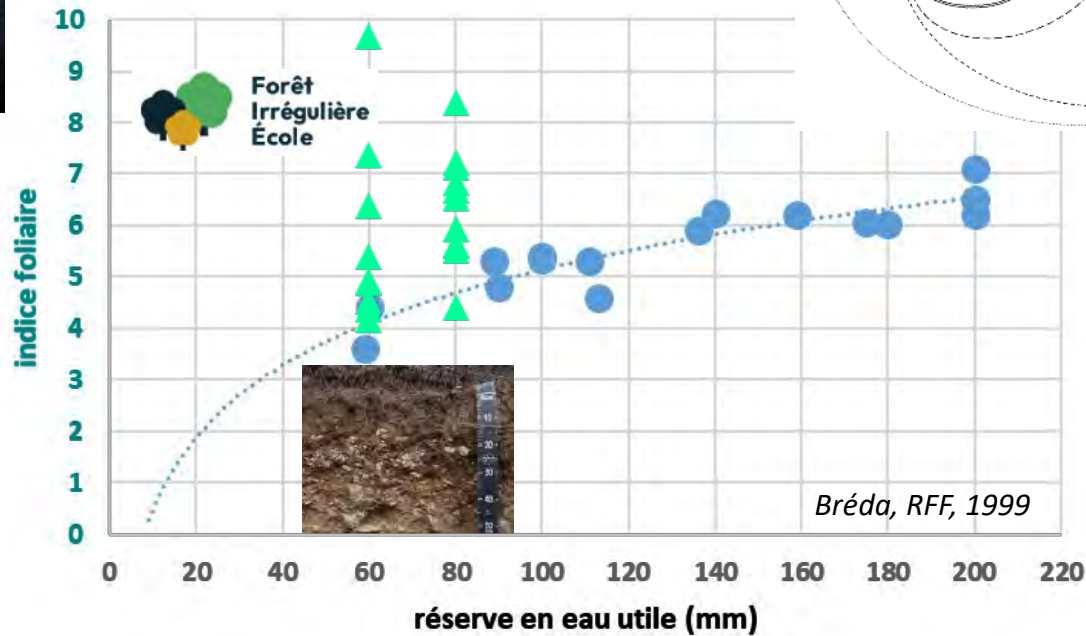
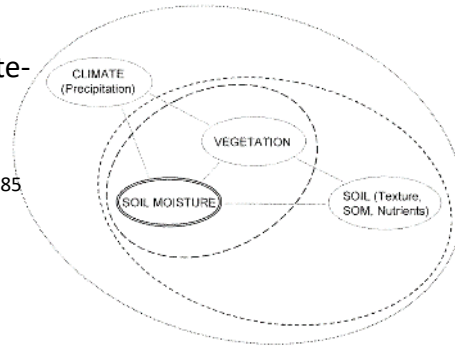
➤ Des indices foliaires compris entre 4,2 et 9,7 mais des réserves utiles < 100 mm

Notion d'équilibre éco-hydrique

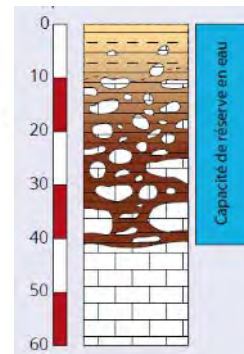


description système sol-plante-atmosphère centrée sur l'humidité du sol

<https://doi.org/10.1080/02626660209492985>



Bréda, RFF, 1999

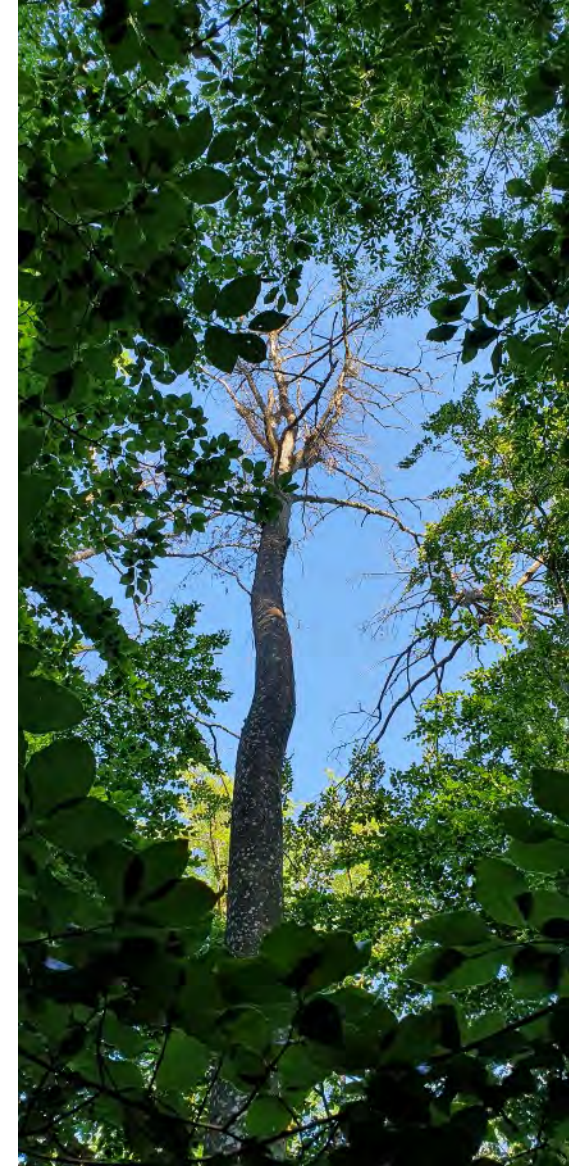


➤ Cette période de manque d'eau s'est prolongée en 2018-2019-2020

Voilà ce que l'on constate en 2022 dans certaines parcelles ...



Les élèves ont discutés des résultats avec les collègues de l'ONF en juin dernier, en forêt.



➤ Merci de votre attention et merci à tous les intervenants !



Projet associant



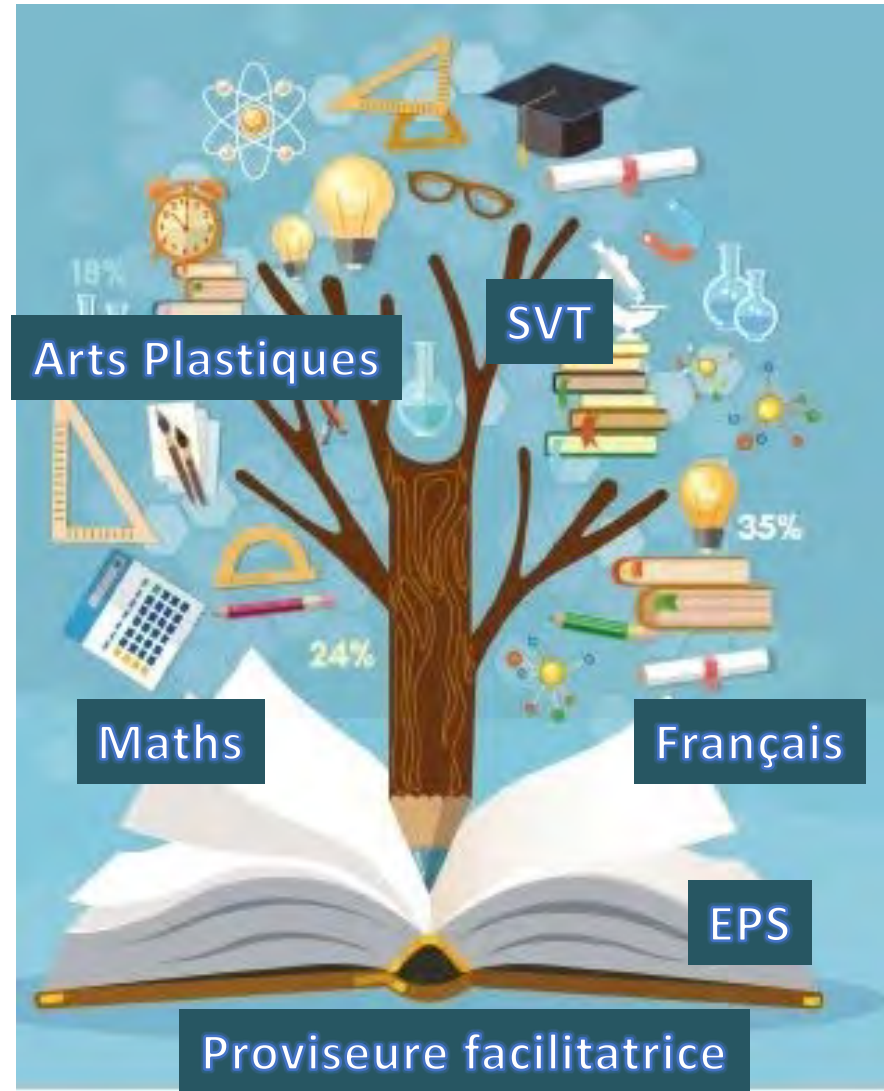
Les partenaires de la FIE



Projet conduit avec le soutien financier de



Projet conduit avec le soutien financier de la Région Grand Est



60 collégiens curieux et participatifs



INRAE

Mille-Feuilles

19-21 juin 2023/ ReGeFor 2023/ Nathalie BREDA