



Activités transversales à faire sur le terrain

Ce document regroupe plusieurs activités que vous retrouverez aussi de **manière séparée sur le site**. Il regroupe plusieurs activités transversales sur les thématiques que nous proposons, de manière à faire une suite cohérente d'activités qui vont de la compréhension de l'arbre, aux services rendus par la forêt, en passant par la gestion forestière.

Au sein de ce document le professeur trouvera des activités regroupées qui peuvent être conduites lors d'une sortie en forêt sur une demi-journée.

Ces activités comprennent :



Activité 1 : Utilisation d'une clé de détermination

Cette activité a pour but d'aider les élèves à identifier les arbres autour d'eux lors d'une sortie en forêt, grâce aux clés de détermination.



Activité 2 : Comprendre le rôle de la litière dans la protection du sol

Cette activité permet de se rendre compte de l'importance du couvert végétal sur les érosions du sol par l'eau. Afin de réaliser cette activité il est préférable que le professeur ait déjà récolté la terre et la litière avant (si ce n'est pas possible de le faire sur le terrain directement, ou si la terre est encore mouillée)

Du matériel est nécessaire pour réaliser cette activité (voir page 5)



Activité 3: Calcul de biomasse, estimation du CO2 stocké dans un arbre

Cette activité a pour but d'estimer combien de carbone est stocké en forêt [Cycle 4+]. Cette activité suppose que les enfants aient à leur disposition : des arbres à observer, un mètre ruban et une calculatrice. Ils calculeront d'abord le volume d'un arbre puis le volume total de carbone qu'il contient. Il peut être intéressant d'avoir numéroté quelques arbres en amont et de faire des groupes, chaque groupe ayant un mètre ruban afin de mesurer la circonférence du tronc à 1m30 et des baguettes de 20cm environ pour mesurer la hauteur de l'arbre (méthode de la croix du bûcheron)

Le matériel nécessaire est le suivant :

- Mètre ruban
- Baguettes de 20cm
- Calculatrice
- Fiche de terrain



Activité 1

Utilisation d'une clé de détermination

Quand on se balade en forêt, nous avons l'habitude de voir des arbres partout, mais si on s'arrête sur le chemin et que l'on observe bien autour de nous, on remarque alors qu'il y a beaucoup d'éléments différents (arbres, mousse, arbuste, fleur, fougère...). Si on regarde bien les différents arbres présents on se rend comptes qu'ils possèdent des caractéristiques communes ou à l'inverse très différentes. C'est notamment grâce à ces caractéristiques que nous pouvons reconnaître et nommer une espèce. Afin de mettre de l'ordre dans le tri des caractéristiques, les scientifiques ont créé des outils pour simplifier la détermination des espèces : des clés de détermination. Cela correspond à des fiches ou des livres rédigées et imagées pour faciliter la détermination des espèces présente sur la planète. Elles sont généralement construites comme des arbres de décisions avec des choix à faire à chaque embranchement et une fois arrivé à la fin du cheminement, nous arrivons à un nom d'espèce.

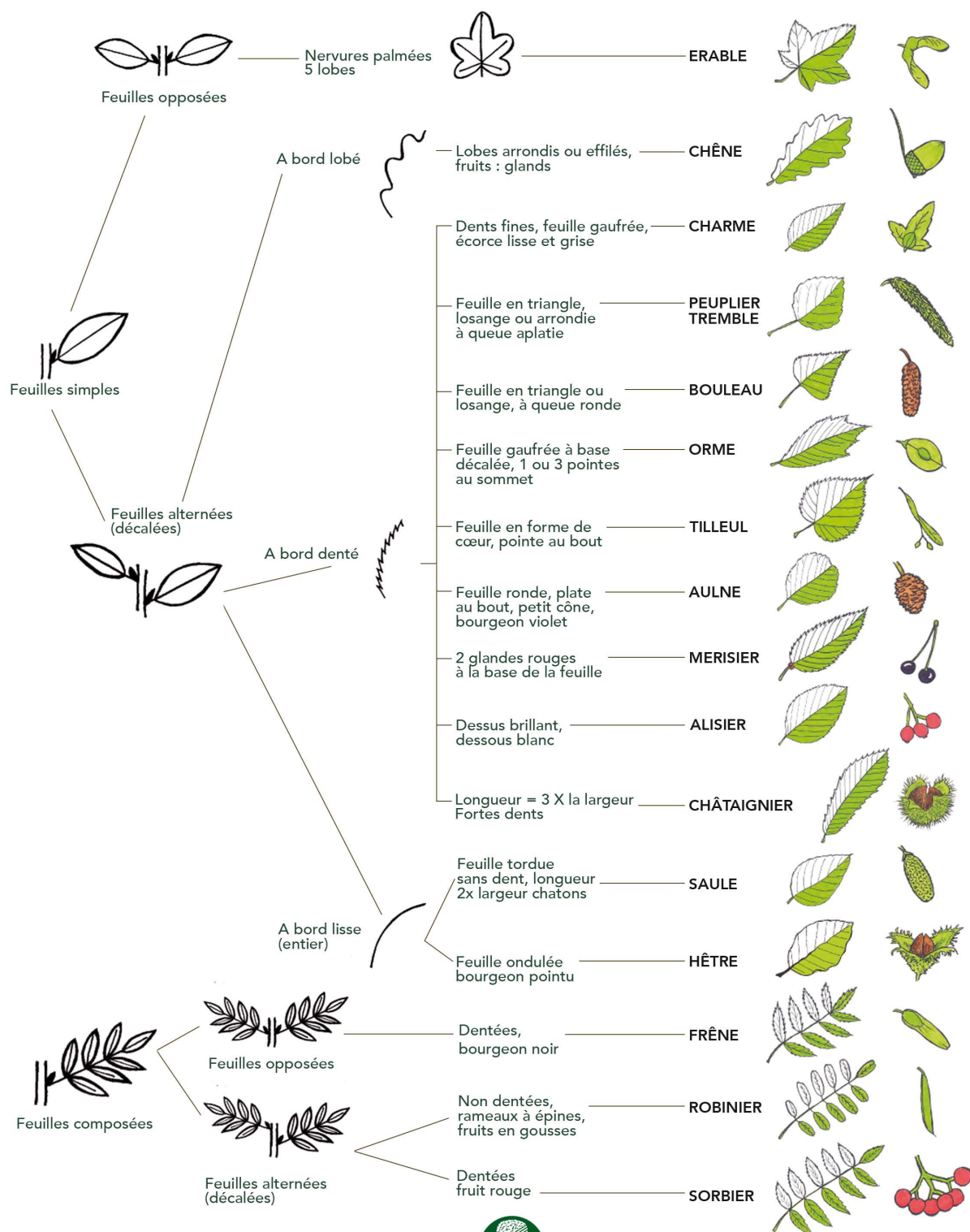
Cette première activité permet de se familiariser avec ce genre d'outil, qui sont indispensables pour reconnaître et différencier les espèces. À l'aide des clés de détermination simplifier ci-dessous, on peut alors reconnaître les arbres et savoir le nom de l'espèce que l'on va mesurer pas la suite !



Activités transversales à faire sur le terrain



CLÉ SIMPLIFIÉE DE DÉTERMINATION DES FEUILLUS

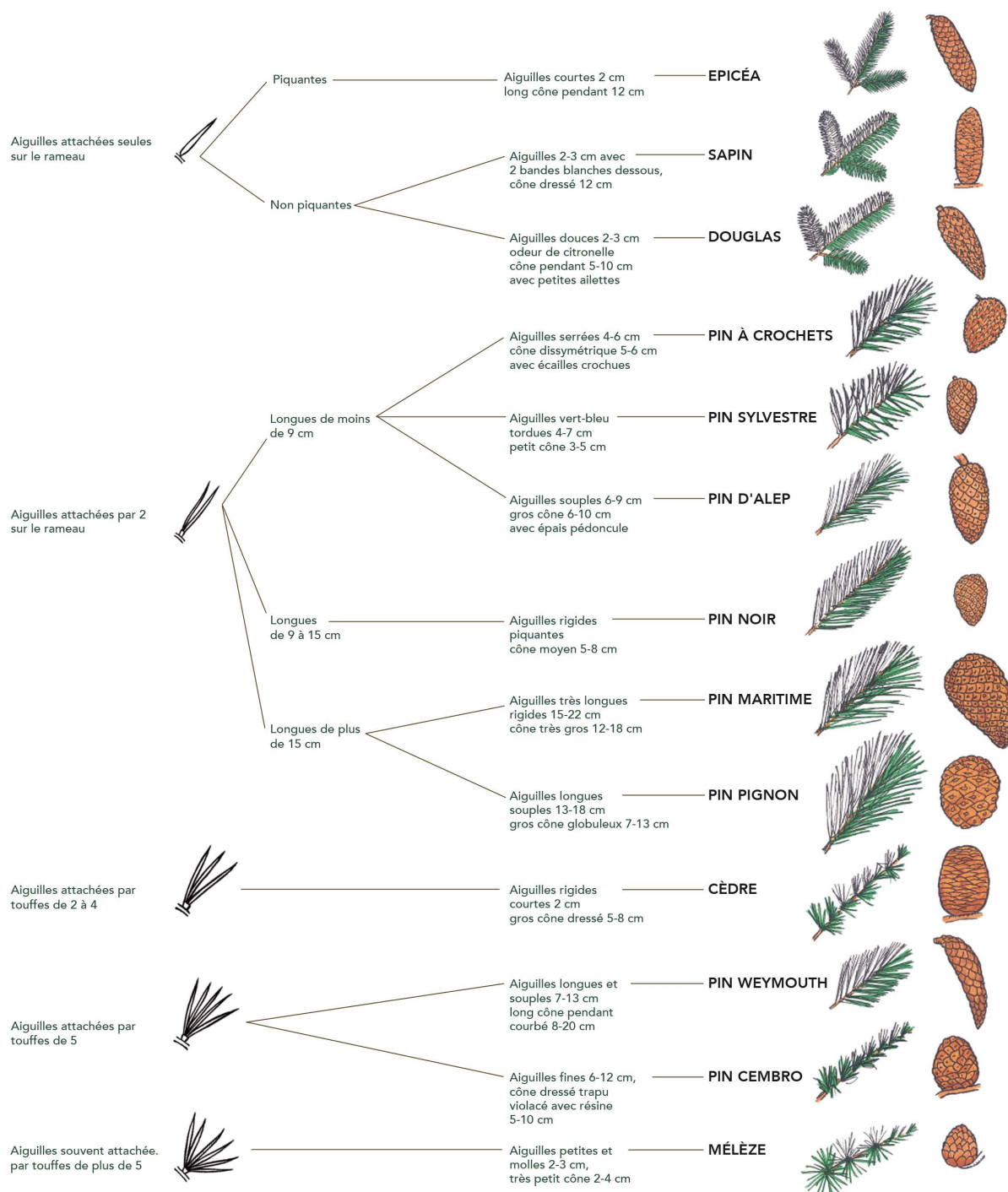




Activités transversales à faire sur le terrain



CLÉ SIMPLIFIÉE DE DÉTERMINATION DES RESINEUX



© www.onf.fr - Dessins : Jean-Michel Douche / ONF - Pour en savoir plus, consultez www.onf.fr et indiquez +8ac dans le moteur de recherche



Activité 2

Comprendre le rôle de la litière sur la protection du sol

L'objectif de cette activité est de permettre aux élèves de constater l'effet positif de la litière de feuilles pour la protection du sol contre l'érosion.

Nous aurons besoin du matériel suivant :

- 2 grandes bouteilles en plastique transparent
- Un cutter ou des ciseaux
- 2 gobelets en plastique
- Corde ou fil de fer
- Deux verres ou arrosoirs avec la même quantité d'eau
- Échantillon de sol naturel
- Litière collectés dans l'environnement (feuille, humus, mousse...)
- Une surface inclinée comme base



La litière correspond à des matières végétale mortes des arbres et des plantes qui sont tombées au niveau du sol et qui forment une couverture organique sur le sol.

La litière se compose principalement de feuilles, de fleurs, de fruits et de graines, de morceaux d'écorce, de branches et de tiges, qui sont tombés des plantes et des arbres.

Cette couche qui se forme sur le sol joue plusieurs rôles dans l'écosystème forestier.

- Il s'agit d'une réserve de carbone et d'autres nutriments essentiels qui, à court ou moyen terme, par décomposition, seront disponibles pour les arbres, les plantes, les insectes et les micro-organismes de l'écosystème.
- La litière est également une couche protectrice pour le sol, offrant un abri, régulant la température et l'humidité des premiers centimètres du sol.
- Elle favorise la germination des graines, car elle crée un environnement propice à la germination et à la survie des semis dans leurs premiers stades en régulant la température et en empêchant la perte d'eau par évaporation.
- Elle protège également le sol contre l'érosion par impact, car elle empêche les gouttes de pluie de frapper directement la surface du sol. Elle ralentit également la vitesse de l'eau qui s'écoule sur la surface et réduit l'érosion grâce aux aspérités qu'elle crée en surface.



Activités transversales à faire sur le terrain

Lorsque cette couche protectrice n'existe pas, le sol se compacte, l'érosion et le drainage des matériaux du sol augmentent, ce qui entraîne une perte importante de nutriments, accroît les variations de température dans le sol et diminue la teneur en eau du sol en raison de l'évaporation.

Nous allons faire une expérience dans laquelle nous testerons l'effet positif de la litière de feuilles sur l'érosion du sol par rapport à un sol nu.

Dans cette vidéo, vous pouvez suivre les étapes détaillées ci-dessous :

<https://youtu.be/cXsprsF-m9s>

1. Au moins trois jours avant le début de l'expérience, l'échantillon de sol (la terre) naturel doit être collecté et laissé sécher à l'air libre, afin qu'il soit complètement sec pour l'expérience.
2. Préparez les bouteilles. Il doit s'agir de deux bouteilles en plastique transparent identiques. À l'aide d'un cutter ou de ciseaux, coupez la moitié supérieure des bouteilles dans le sens de la longueur, en laissant les deux extrémités intactes.
3. Remplissez les bouteilles avec l'échantillon de sol. Mettez la même quantité de terre dans chaque bouteille sans atteindre le niveau de l'ouverture. Pressez le sol pour le compacter légèrement.
4. Dans l'une des bouteilles, recouvrez le sol d'une bonne couche de la litière que nous avons recueillie précédemment. Dans l'autre bouteille, le sol sera laissé nu, sans couverture végétale.
5. Placez les deux bouteilles couchées sur une surface inclinée, l'embouchure vers le bas de la surface.
6. Nous allons utiliser les deux gobelets en plastique pour recueillir l'eau qui tombe des bouteilles, nous ferons donc deux petits trous opposés dans la partie supérieure par lesquels nous passerons une corde ou un fil que nous attacherons au goulot des bouteilles. Un verre sera suspendu à chaque bouteille.





Activités transversales à faire sur le terrain

7. Versez petit à petit la même quantité d'eau dans les deux bouteilles, en simulant l'eau de pluie, donc si nous le faisons avec un arrosoir ce sera mieux, et observez comment l'eau s'accumule dans les verres accrochés aux bouteilles.



Analyse du résultat :

On peut voir que dans l'eau recueillie de la bouteille avec le sol nu, beaucoup plus de particules de sol ont été emportées, contenant une grande partie des nutriments et des minéraux dont les plantes ont besoin pour leur développement. A l'inverse, l'eau obtenue à partir de la bouteille recouverte de litière est beaucoup plus propre, les nutriments ont été retenus dans le sol et seront disponibles pour les plantes, les insectes et les micro-organismes.

S'il y a de la végétation en plus de la litière, l'effet de protection du sol est beaucoup plus important, car les racines maintiennent également le sol en place, ce qui réduit encore la quantité de matière emportée par les eaux.





Activité 3

Calcul de biomasse, estimation du CO₂ stocké dans un arbre

Cette activité est liée à la partie théorique des services écosystémiques et fait appel à la compétence mathématique. Cette activité de terrain peut être réalisée ou poursuivie en classe avec les données du tableau Excel.

Le carbone est un élément chimique très présent dans tous les êtres vivants. Toute forme de vie est principalement composé de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. Les arbres sont constitués à 50% de carbone car ils en stockent une grande quantité dans la paroi de leurs cellules notamment. Tous les arbres effectuent la photosynthèse, qui leur permet de créer de nouveaux tissus et de se développer. En particulier, ils utilisent le CO₂ atmosphérique pour le stocker sous forme de matière organique ou végétale (bois/feuilles/fruits/racines...).

L'activité suivante vous permet d'estimer la quantité de CO₂ qu'un arbre ou une forêt peut stocker dans sa biomasse. De cette façon, nous connaissons la quantité de deux services écosystémiques que nos forêts génèrent, l'un étant la quantité de bois, en tant que service d'approvisionnement, et l'autre étant le CO₂ absorbé, en tant que service de régulation.

Pour avoir accès à la quantité de carbone stockée dans un arbre, nous devront calculer dans un premier temps le volume d'un arbre V_t puis nous calculerons la biomasse totale de l'arbre B_t et enfin nous pourrions estimer combien de carbone il y a dans toute cette biomasse QCO_2 .

Pour effectuer ces calculs, il est nécessaire d'avoir des mesures sur un même arbre : mesure de hauteur H_t , mesure de circonférence $C_{1,3}$ (circonférence prise à 1,3m du sol) .
(On peut utiliser des moyennes si on raisonne à l'échelle d'une forêt.)

Pour les mesures réalisées par les élèves, ils pourront aller en dehors de l'établissement par groupe de 2-3 afin de mesurer la hauteur et la circonférence des arbres préalablement numérotés par le professeur. Chaque groupe devra ainsi mesurer 5 arbres et ensuite mettre les données dans un tableau commun (travail collaboratif optionnel).

Pour comparer ces quantités de carbone contenu dans un arbre et dans les produits de la vie quotidienne, on peut utiliser le calcul suivant :

Carbone stocké dans une planche de bois = Longueur*Largeur*Hauteur pour B_t puis calcul on calcul directement QCO_2 (il ne faut pas oublier de multiplier par la densité du bois, pour des résineux on peut prendre 0,438 tMS/m³ ; sachant que lors du sciage d'une planche on peut perdre jusque 50% de la biomasse)



Activités transversales à faire sur le terrain

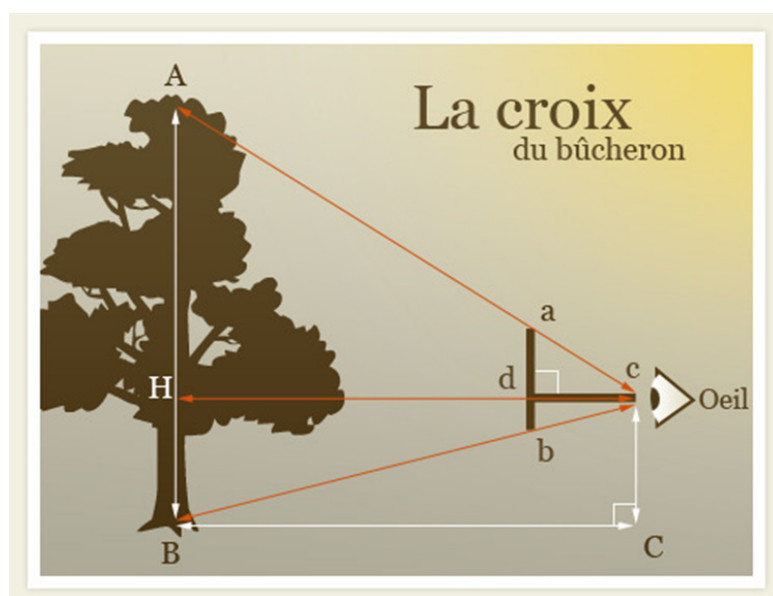
Mesure de Hauteur et de la circonférence d'un arbre :

La collecte de données à effectuer sur le terrain est simplement la circonférence du tronc et la hauteur du tronc.

- Hauteur

Dans le cas de la hauteur, un instrument basé sur la trigonométrie sera nécessaire pour calculer ce paramètre. L'instrument utiliser est ici une croix de bûcheron, constitué de deux baguettes d'environ 20cm chacune.

- Méthode d'utilisation de la croix du bucheron



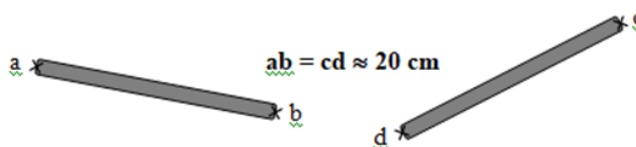


Activités transversales à faire sur le terrain

Protocole expérimental

Utilisation de la Croix du Bûcheron pour déterminer la Hauteur de l'Arbre

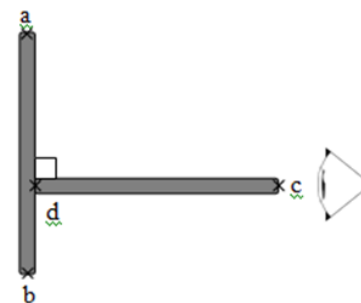
1. Prendre deux baguettes de mêmes dimensions (environ 20 cm)



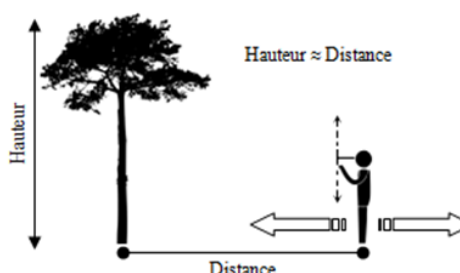
2. Placer la première baguette en position **horizontale** (parallèle au plan du sol) de telle sorte qu'une de ses extrémités soit face à un œil,



3. Placer la seconde baguette **perpendiculairement** à la première et à l'extrémité la plus éloigné de vos yeux,



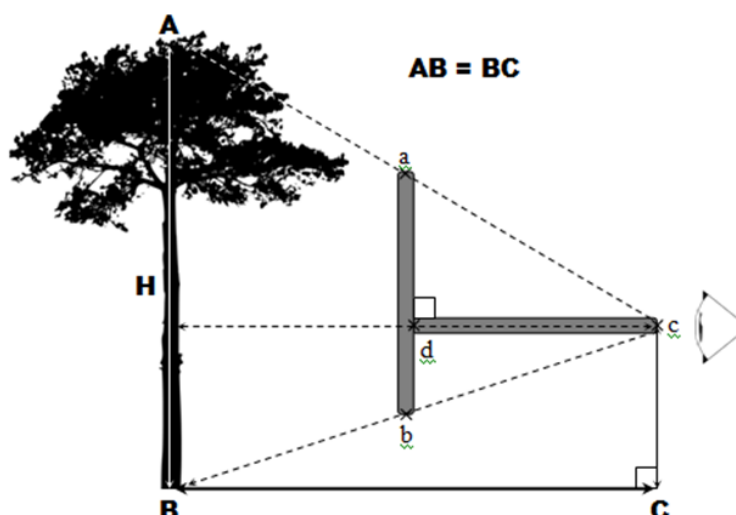
4. Se placer face à l'arbre dont on souhaite déterminer la hauteur à une **distance approximativement** voisine de sa hauteur,



5. Puis **avancer ou reculer** et faire coulisser la baguette verticale tout en maintenant l'autre baguette à l'horizontale de manière à faire **coïncider sur une même ligne** :

- Le pied de l'arbre, le bas de la baguette verticale et son œil (cB)
- La cime de l'arbre, le haut de la baguette verticale et son œil (cA)

6. Lorsque les deux extrémités de l'arbre correspondent aux deux extrémités de la baguette verticale, la mesure de la distance BC vous séparant de l'arbre vous donne la hauteur AB ou H de l'arbre.





Activités transversales à faire sur le terrain

- Circonférence :

Mesure de la circonférence avec un ruban

Pour prendre la circonférence, un mètre ruban classique sera utilisé pour embrasser le tronc et mesurer son diamètre.

Tous les forestiers du monde ont décidé que la circonférence d'un arbre se mesure à 1,3 m du sol. Vous prenez donc votre mètre ruban pour mesurer à 1,3 m du sol, vous faites le tour de l'arbre à l'horizontale, en tenant fermement le mètre ruban, pour connaître sa circonférence.

- Calcul du volume aérien d'un arbre :

Un arbre ressemble plus ou moins à un cylindre quand il est en forêt. C'est ce que l'on peut voir sur la figure ci-après :

Nous utilisons la formule suivant pour calculer le volume totale de l'arbre :

$$V_t = 0,496 \times \frac{H_t \times C_{1,3}^2}{4\pi}$$

avec :

V_t volume total de bois aérien (m)

$C_{1,3}$ circonférence à 1,3 m de hauteur (m)

H_t hauteur totale de l'arbre (m)

f facteur de forme de l'arbre, que l'on peut estimer à 0,496 pour toutes les espèces



- Calcul de la quantité de CO2 dans un arbre :

Un autre service écosystémique produit par la forêt, en plus de celui calculé ci-dessus, est l'absorption de CO2. L'estimation de cette fixation de CO2 se fait en tonnes et il est de plus en plus important de la connaître, car cet élément est directement lié au changement climatique.

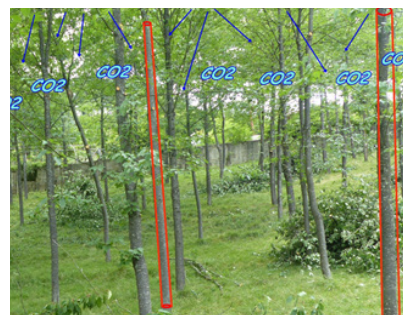
Un réservoir de carbone est une réserve de carbone qui peut fonctionner comme une source ou un puits de carbone. Les forêts emmagasinent plus de carbone qu'elle n'en rejette, elles sont donc considérées comme des puits de Carbone. Le dioxyde de carbone ou CO2 inerte de l'atmosphère qu'elles absorbent est directement stocké sous forme de biomasse (matière organique vivante).

Afin d'avoir accès à cette quantité de carbone stocké dans les arbres, il faut auparavant calculer la biomasse d'un arbre.

• calcul de la biomasse aérienne

Ensuite, à partir volume total de bois aérien V_t et de l'infradensité du bois d_i , il est possible de calculer la biomasse aérienne de matière sèche B_a . L'infradensité est définie comme le rapport entre une masse de bois anhydre et son volume de l'état de saturation (en eau). Elle est exprimée en tonnes de matière sèche par m3 (tMS/m3).

$$B_a = V_t \times d_i$$





Activités transversales à faire sur le terrain

avec :

B_a biomasse aérienne en tonne de matière sèche (tMS)

V_t volume total de l'arbre (m³)

d_i infradensité de l'espèce (tMS/m³) qui peut être estimé à 0,546 tMS/m³ pour les feuillus et 0,438 tMS/m³ pour les résineux.

- Calcul de la biomasse totale

Ensuite, une fois que la biomasse aérienne B_a a été obtenue, il faut intégrer la partie souterraine des arbres. Elle est estimée à l'aide de facteurs d'expansion des racines ou d'équations basées sur la biomasse aérienne BEF_r .

$$B_t = B_a \times BEF_r$$

avec :

B_t biomasse totale, aérienne et racinaire (tMS)

B_a biomasse aérienne (tMS)

BEF_r le facteur d'expansion des racines, qui peut être estimé à 1,28 pour les feuillus et à 1,30 pour les résineux

- Calcul de la quantité de carbone

Enfin, la quantité de carbone contenue dans un arbre Q_{CO_2} peut être calculée à partir de la biomasse totale (aérienne et racinaire) et de la teneur en carbone dans la matière sèche. Enfin, pour passer d'une valeur en tonnes de carbone à une valeur en tonnes de CO₂, il suffit de multiplier la masse de carbone par la masse molaire d'une molécule de CO₂, soit $\frac{44}{12} \approx 3,67$

$$Q_{CO_2} = \tau_c \times B_t \times \frac{44}{12}$$

avec :

Q_{CO_2} la quantité de CO₂ séquestrée dans un arbre (t)

τ_c le taux de carbone, qui peut être estimé à 0,475 tC/tMS

B_t biomasse totale, aérienne et racinaire (tMS)

Pour passer d'une valeur en tonnes de carbone à une valeur en tonnes de CO₂, il suffit de multiplier la masse de carbone par la masse molaire d'une molécule de CO₂, soit $\frac{44}{12} \approx 3,67$

Remarque : attention aux résultats obtenus, ce sont des estimations ! On estime prendre un risque de $\pm 15-20\%$ pour les feuillus et $\pm 20-25\%$ pour les résineux

Pour illustrer les résultats, en 2017, les émissions de CO₂ dans l'atmosphère étaient de 36,8 milliards de tonnes.

On estime que chaque seconde 1 000 tonnes de CO₂ sont émises dans l'atmosphère.

Et le nombre de tonne de CO₂ que nous avons calculé représente la quantité de CO₂ absorbée sur terre pendant la durée de vie de l'arbre (c'est-à-dire 20-30-40 ans selon la date de plantation).



FICHE ÉLEVE

Nom du groupe : _____

Date : _____

Forêt : _____

N° Arbre	Espèce	Hauteur (m)	Circon- férence à 1,3m (cm)	Volume (m3)	Biomasse aérienne (tMS)	Biomasse total (tMS)	Quantité de CO2 séquestrée (t)



Activités transversales à faire sur le terrain

Exemple d'application :

Arbre 1 : Pin maritime

Hauteur = 25m

Circonférence du tronc à 1m30 = 110 cm

- Dans un premier temps nous allons calculer le volume de l'arbre (ce qui représente le tronc de l'arbre) :

$$V_t = 0.496 \cdot (25 \cdot (1.10)^2) / 4\pi$$

$$= 1.1940 \text{ m}^3$$

Pour notre arbre nous avons un volume de 1.1940 m³

- Calculons ensuite la Biomasse aérienne (ce qui représente le tronc + les branches de l'arbre):

$$B_a = 1.1940 \cdot 0.438$$

$$B_a = 0,5229 \text{ tMS}$$

La partie aérienne de l'arbre correspond à 0,5229 tonne de Matière Sèche

- Calculons ensuite la biomasse totale de l'arbre (partie aérienne + partie souterraine, les racines)

$$B_t = 0,5229 \cdot 1.30$$

$$B_t = 0,6798 \text{ tMS}$$

La biomasse totale de l'arbre représente 0,6798 t MS (partie aérienne + partie souterraine)

- Calculons ensuite la quantité de CO₂ stocké dans cet arbre :

$$Q_{CO_2} = 0.475 \cdot 0.6798 \cdot (44/12)$$

$$Q_{CO_2} = 1,1840 \text{ t}$$

Pour notre exemple, l'arbre ici présent stocke dans sa biomasse 1,1840 tonne de CO₂. Sachant qu'à titre de comparaison 1 tonne de CO₂ correspond à un aller-retour Paris-New-York en avion par passager (12 000 km). Il est important de rappeler que cet arbre de 25mètre a mis 30 ans pour pousser et donc il a mis 30 années pour emmagasiner 1.18 tonne de CO₂. Donc un aller-retour Paris-New-York équivaut à 30 années de stockage de carbone pour un Pin Maritime.