

# La forêt face au changement climatique

Livret pédagogique de l'exposition



# Introduction

---

**La forêt est bien plus qu'un simple décor naturel : c'est un écosystème vivant, complexe, précieux, et aujourd'hui fragilisé.**

Face au changement climatique, la forêt française hexagonale<sup>1</sup> doit s'adapter, se transformer et continuer à jouer ses multiples rôles : source et abri de biodiversité, production de bois, régulation du climat, accès à des espaces de respiration pour tous...

À travers cette exposition et ce livret, l'Agence de la Transition écologique (ADEME) accompagnée par l'Office national des Forêts (ONF) vous invite à mieux comprendre le fonctionnement des arbres et des forêts, à explorer les impacts concrets du dérèglement climatique sur ces milieux et à découvrir les solutions possibles pour mieux les protéger.

En suivant un parcours qui reprend les étapes de l'exposition, ce livret propose des repères scientifiques clairs, des explications accessibles, des pistes d'action pour mieux connaître et préserver les forêts.

<sup>1</sup> À noter : toutes les forêts françaises sont concernées par le réchauffement climatique, notamment les forêts des territoires ultra-marins.

# Sommaire

---

La vie d'un arbre	<b>4</b>
-------------------	----------

---

La vie des forêts	<b>8</b>
-------------------	----------

---

La forêt face au changement climatique	<b>12</b>
--	-----------

---

Les solutions face au changement climatique	<b>15</b>
---	-----------

---

Des ressources pour aller plus loin	<b>19</b>
-------------------------------------	-----------

---

# La vie d'un arbre

Les arbres sont des êtres vivants bien plus actifs qu'on ne l'imagine. Ils respirent par leur feuillage, grandissent, interagissent avec leur environnement et jouent un rôle essentiel pour la planète.

Cette section vous permet de mieux comprendre comment fonctionne un arbre, comment il se développe, se nourrit et contribue au bon équilibre des écosystèmes.

## La définition

Un arbre peut se définir comme un végétal qui se distingue par **quatre grandes caractéristiques** :

**Sa taille** : il peut atteindre ou dépasser les 5 mètres.

**Son tronc** : une tige centrale, sans branches à sa base (contrairement aux buissons ou aux arbustes).

**Son bois** : l'arbre produit une matière solide appelée bois. C'est une plante ligneuse.

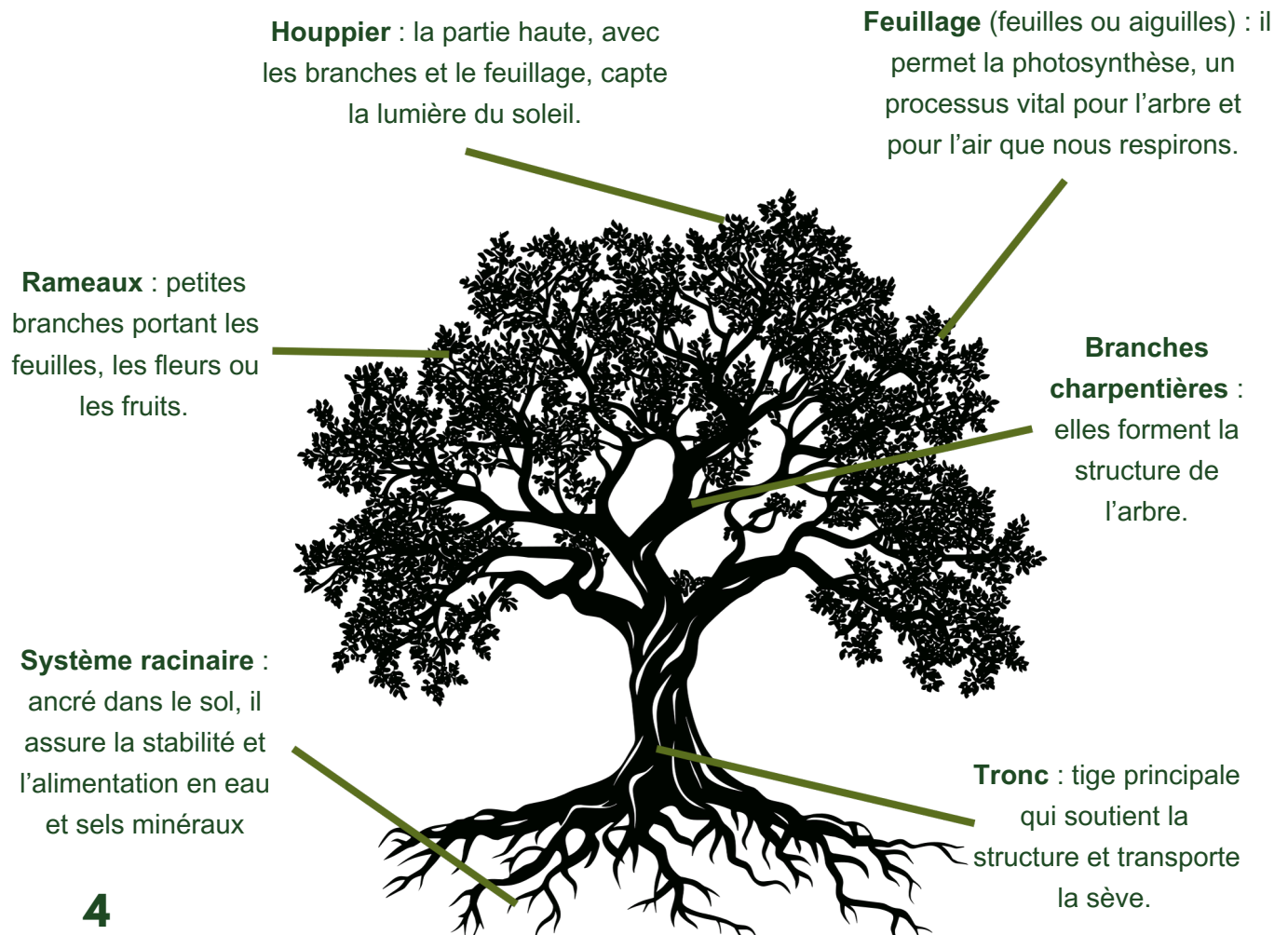
**Sa longévité** : il peut vivre pendant des dizaines d'années, voire plusieurs siècles !

Le plus vieux chêne d'Europe, en Normandie, a plus de 1 200 ans.

Le plus vieux chêne du monde, en Californie, a 13 000 ans.

## L'anatomie d'un arbre

L'arbre est un tout ; chaque partie a un rôle essentiel.

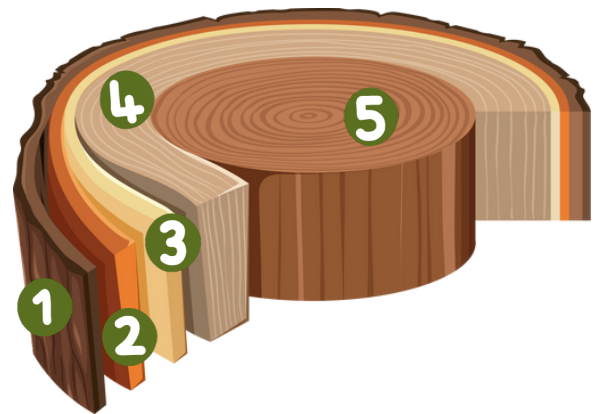




## La structure du tronc

Le tronc est constitué de couches qui assurent la croissance et la survie de l'arbre :

1. **Écorce** : couche extérieure protectrice.
2. **Liber** : bois dans lequel circule la sève élaborée (glucides) issue de la photosynthèse.
3. **Cambium** : fabrique le liber vers l'extérieur, et l'aubier vers l'intérieur. C'est ici que l'arbre grandit en diamètre.
4. **Aubier** : bois jeune qui conduit la sève brute (eau + sels minéraux).
5. **Duramen** : cœur du bois composé de tissus morts. Il assure la stabilité de l'arbre et le protège contre les infections.



## Feuillus et résineux : deux grandes familles

**Les feuillus** (chêne, hêtre, érable...) :

- Leurs feuilles sont larges et tombent en automne en milieu tempéré. On dit qu'elles sont caduques.
- Ils produisent des fruits et appartiennent au groupe des **angiospermes** (plantes à fleurs).

**Les résineux** (sapin, pin, épicéa...) :

- Leurs feuilles sont des aiguilles persistantes.
- Ils produisent des cônes (appelés couramment pommes de pin) et sécrètent de la résine.
- Ils font partie des **gymnospermes** (graines nues).

**Une exception** : le mélèze est un résineux... mais ses aiguilles tombent en hiver !

### Bon à savoir !

Les espaces entre les cernes visibles dans le tronc correspondent à une année de croissance. Ils révèlent l'âge de l'arbre et les conditions climatiques qu'il a traversées. C'est pourquoi les arbres et surtout les vieux arbres, sont de véritables archives vivantes !



## La reproduction des arbres

Les arbres se reproduisent grâce à leurs graines enfermées dans des :

- Fruits charnus (baies, pommes...),
- Fruits secs (gousses, samares...),
- Cônes (chez les résineux).

Ces graines sont dispersées par le vent, les animaux ou l'eau. Peu d'entre elles parviendront à germer et devenir un arbre.



## Le fonctionnement biologique de l'arbre

### La photosynthèse : moteur de la vie de l'arbre.

Pour photosynthétiser, un arbre a besoin de 3 éléments : de l'eau, de la lumière et du carbone.

Les feuilles de l'arbre utilisent la lumière, le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) de l'air et un pigment vert appelé chlorophylle pour transformer la sève brute (un mélange d'eau et de minéraux) en sève élaborée, riche en glucides.

Ce processus libère de l'oxygène ( $\text{O}_2$ ) dans l'atmosphère.

En période de sécheresse, pour éviter de perdre trop d'eau, l'arbre ferme les stomates de ses feuilles (de minuscules pores situés à la surface des feuilles). Cela interrompt temporairement la photosynthèse.

### La sève brute : de l'eau et des minéraux puisés dans le sol.

Les racines absorbent l'eau et les sels minéraux du sol, qui forment la sève brute. Cette sève remonte dans l'arbre jusqu'aux feuilles, en grande partie grâce au phénomène de transpiration et de capillarité : l'évaporation de l'eau par les stomates crée une aspiration, comme une pompe.

### La sève élaborée : la nourriture de l'arbre.

La sève brute, une fois transformée dans les feuilles par la photosynthèse devient la sève élaborée et circule dans les tissus de l'arbre pour nourrir toutes ses cellules. Elle permet ainsi la croissance et le bon fonctionnement de l'arbre.

### La respiration : un processus constant.

L'arbre respire jour et nuit, c'est-à-dire qu'il absorbe de l'oxygène et rejette du  $\text{CO}_2$ . Ces échanges gazeux se font principalement par les stomates.

Toutefois, le jour, la photosynthèse capte beaucoup plus de  $\text{CO}_2$  qu'il n'en est émis par la respiration.

Résultat : sur 24h, l'arbre absorbe plus de  $\text{CO}_2$  qu'il n'en émet, ce qui en fait un puit de carbone essentiel. Le carbone capté est ensuite stocké dans le bois sous forme de matière organique.

## Les racines et les mycorhizes

Les racines s'associent à des champignons microscopiques formant les mycorhizes. C'est une symbiose :

- Le champignon aide à absorber l'eau et les nutriments.
- L'arbre lui fournit du sucre.

Ce réseau souterrain est **essentiel** pour la santé de la forêt et permet de filtrer certains minéraux du sol qui pourraient être néfastes pour l'arbre, notamment l'excès de calcaire.

## Quel est le rôle des jeunes et vieux arbres dans l'absorption du carbone ?

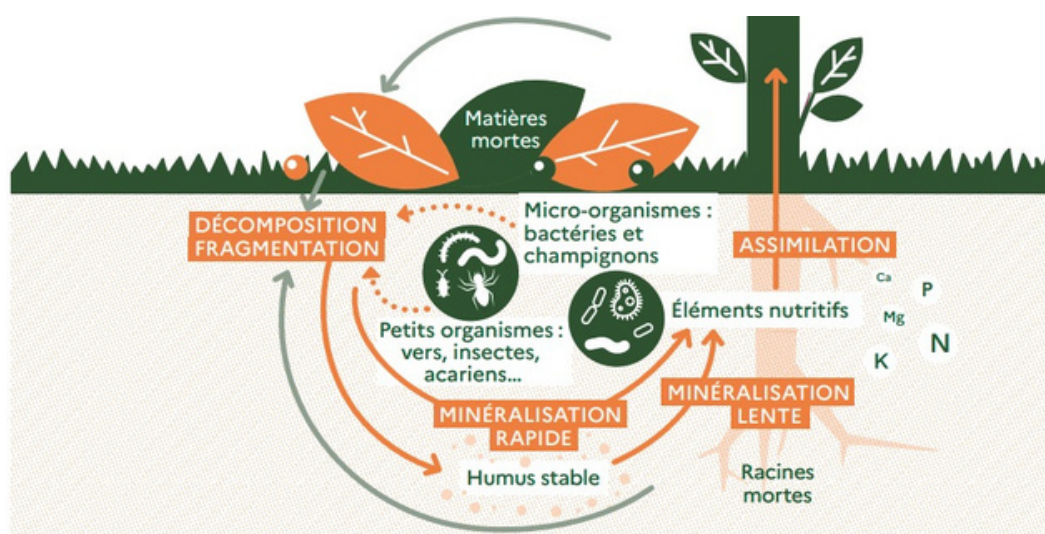
Les jeunes arbres (à partir d'une quinzaine d'années) absorbent le carbone de manière plus active : leurs flux de carbone sont élevés car leur croissance est rapide. **Le pic d'absorption survient vers 30 ans pour les résineux et 50 ans pour les feuillus** (source : ONF). Après cette période, la capacité d'absorption diminue légèrement puis se stabilise, tout en restant positive : même un vieil arbre continue à absorber du CO<sub>2</sub>.

Cependant, ce sont les arbres âgés qui stockent le plus de carbone, car ils ont accumulé au fil des décennies, voire des siècles, une grande quantité de matière organique issue du carbone absorbé.

Il est donc essentiel de préserver les arbres matures, véritables puits de carbone sur le long terme. Si le bois est utilisé pour la construction, le stockage du carbone va perdurer longtemps : pendant tout le temps où le matériau sera présent dans le bâtiment.

## Le cycle de la matière et le rôle des arbres

Les arbres captent le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) présent dans l'atmosphère grâce à la photosynthèse. Ils le transforment ensuite en matière organique végétale en le combinant avec l'eau et les éléments minéraux absorbés par leurs racines. Ce processus libère en parallèle de l'oxygène (O<sub>2</sub>) dans l'air. La matière organique produite peut être consommée par d'autres êtres vivants ou tomber au sol, sous forme de feuilles mortes ou lors du vieillissement de l'arbre. Une fois au sol, cette matière organique se décompose grâce aux micro-organismes, vers, bactéries, et constitue ce qu'on appelle l'humus, enrichissant la terre en minéraux directement utilisables par les racines des végétaux. Le cycle peut alors recommencer.



Source : Guide Tout comprendre : la santé des sols - ADEME



# La vie des forêts

La forêt est un monde vivant, complexe et en constante évolution. Elle abrite une diversité d'espèces, régule le climat local, stocke du carbone et rend de nombreux services essentiels, souvent invisibles. En France, les forêts couvrent près d'un tiers du territoire et ne cessent de s'étendre, tout en étant confrontées à de nouveaux défis : changement climatique, incendies, maladies ou pression sur les ressources.

Mais qu'est-ce qu'une forêt ? Comment évolue-t-elle au fil du temps, et comment les humains la gèrent-ils ? Cette partie propose un tour d'horizon des forêts françaises : leur définition, leurs rôles, leur composition, les grandes familles de paysages forestiers, ainsi que les pratiques de gestion qui les façonnent.

## La définition

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, une forêt est un territoire qui comporte cinq caractéristiques :

- une superficie minimale de **0,5 hectare**,
- la présence d'arbres pouvant atteindre **plus de 5 mètres de hauteur** à maturité,
- un taux de couverture arborée **supérieur à 10 %**,
- une largeur d'**au moins 20 mètres**,
- une utilisation **non agricole et non urbaine**.

## Une ressource exploitable, mais pas seulement

Environ 95% des forêts métropolitaines sont techniquement exploitables pour le bois (source : IGN). Chaque année entre 2015 et 2023, ce sont en moyenne **51,7 millions de mètres cubes de bois** qui ont été prélevés, soit les deux tiers de l'accroissement naturel des forêts. Cette tendance est en légère hausse par rapport à la période 2005-2013, notamment du fait de coupes sanitaires et de l'augmentation de la demande en matériaux biosourcés.

Mais les forêts ne se résument pas à une fonction productive. Elles sont aussi des leviers de la transition écologique en absorbant du carbone et en stockant durablement du CO<sub>2</sub> dans les sols et la biomasse. Elles compensent environ **7 %** des émissions de gaz à effet de serre françaises, chiffre qui monte à **9 %** si l'on inclut les sols forestiers (source : [IGN](#)).

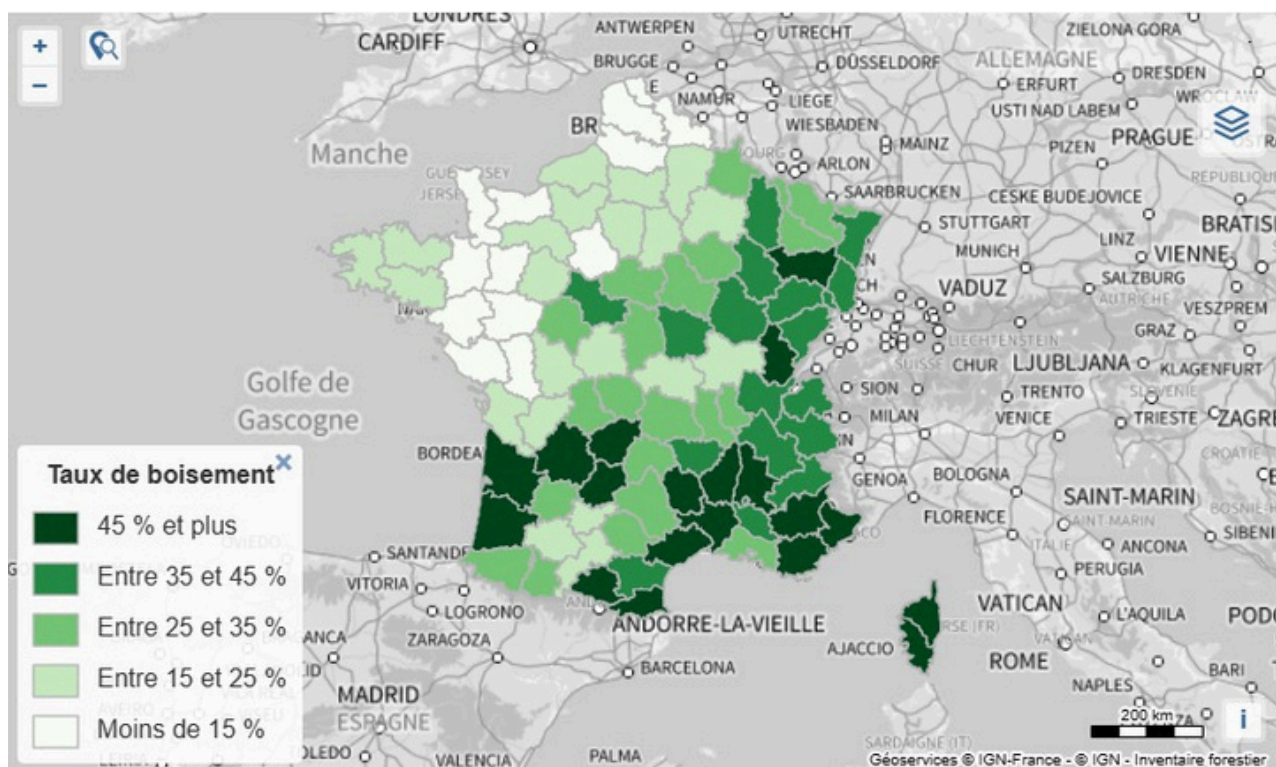
Les forêts ont aussi d'autres fonctions essentielles, ce sont notamment des sources et réservoirs de biodiversité. Elles jouent un rôle essentiel dans la régulation de cycles naturels comme le cycle de l'eau, l'assainissement de l'air, la lutte contre l'érosion des sols...



## La forêt française en constante évolution

La forêt hexagonale s'étend aujourd'hui sur 17,5 millions d'hectares, soit environ **un tiers du territoire national**. Cette surface est en augmentation continue depuis le XIXe siècle : elle a presque doublé depuis 1840. Chaque année, elle s'accroît d'environ 90 000 hectares, même si **sa croissance ralentit ces dernières années**. Actuellement, c'est principalement dans les régions historiquement peu boisées comme la Bretagne et la zone méditerranéenne que les forêts s'étendent le plus.

Même si certains territoires sont touchés par des incendies ou des crises sanitaires (ravageurs, maladies, sécheresses), ils restent boisés sur la durée. Cela n'engendre pas de changement de statut d'occupation des sols. Nous observons par ailleurs sur la carte ci-dessous que les taux de boisements sont très différents d'un département à l'autre.



Carte du taux de territoire occupé par la forêt par département

Source : inventaire forestier national - IGN

## Une richesse écologique exceptionnelle

La France hexagonale compte environ **190 espèces d'arbres**, regroupées en **70 essences**, soit trois quarts des essences présentes en Europe. Toutefois, **13 essences** principales concentrent **70 %** du volume de bois vivant. Parmi elles, les chênes se distinguent en représentant à eux seuls 27 % du volume total. Les feuillus dominent les forêts françaises, représentant 65 % du volume contre 35 % pour les conifères.

Voici les essences principales des forêts françaises hexagonales :

### Des feuillus :

- Chêne pédonculé
- Chêne sessile
- Chêne pubescent
- Hêtre
- Châtaignier
- Frêne
- Charme
- Chêne vert

### Des résineux :

- Pin maritime
- Pin sylvestre
- Sapin pectiné
- Epicéa commun
- Douglas
- Mélèze

## Comment les arbres rafraîchissent-ils l'air ?

La forêt joue un rôle clé dans la régulation du climat local, grâce à la présence de microclimats influencés par la disponibilité en eau, la végétation, l'ombrage, la superposition des strates végétales. Ainsi, lors des journées chaudes, la température en forêt peut être inférieure de 4°C à celle des milieux ouverts. Inversement, la nuit, les forêts conservent mieux la chaleur, avec une température supérieure de 1°C en moyenne.

Les arbres agissent comme de véritables climatiseurs naturels grâce à un phénomène appelé **évapotranspiration**. En fonction de son environnement (température, humidité, disponibilité en eau, densité de végétation...), un arbre libère une partie de l'eau qu'il contient par ses feuilles, à travers de petits pores appelés stomates. Ce processus s'apparente à une forme de transpiration.

L'eau ainsi rejetée sous forme de vapeur capte la chaleur présente dans l'air pour pouvoir s'évaporer. Ce changement d'état, de liquide à gaz, est un phénomène endothermique, c'est-à-dire qu'il absorbe de la chaleur.

**Résultat : la température de l'air autour de l'arbre diminue.** C'est ainsi que les arbres contribuent naturellement à rafraîchir leur environnement.

## La sylviculture, qu'est-ce que c'est ?

La sylviculture, c'est **l'ensemble des sciences et techniques orientant l'évolution naturelle des forêts**, notamment pour répondre aux besoins de la société en matière de bois tout en prenant en compte le respect de l'environnement.

On distingue quatre grands modes de gestion sylvicole :

- **Taillis** : arbres coupés périodiquement pour maintenir des rejets de souches, souvent utilisés pour le bois énergie ou le bois d'industrie.
- **Futaie régulière** : arbres de même dimension et sensiblement du même âge destinés principalement à la production de bois d'œuvre et aussi à la production de bois d'industrie et de chauffage.
- **Futaie irrégulière** : toutes les classes de hauteur et de grosseurs sont représentées
- **Mélange futaie-taillis** : Peuplement forestier constitué d'un taillis simple surmonté d'une futaie irrégulière présentant différents âges.



# 4 types de forêts dans l'hexagone

## Les forêts de plaine

Les forêts de plaine couvrent 60 % de la surface forestière française. Elles sont en grande majorité composées de feuillus, sauf dans les Landes où règne le Pin maritime (ou Pin des Landes). Les chênes y sont les plus fréquents. Ces forêts sont très variées et leur paysage est très changeant selon les saisons (couleurs d'automne, pas de feuillage en hiver...).

## Les forêts de montagne

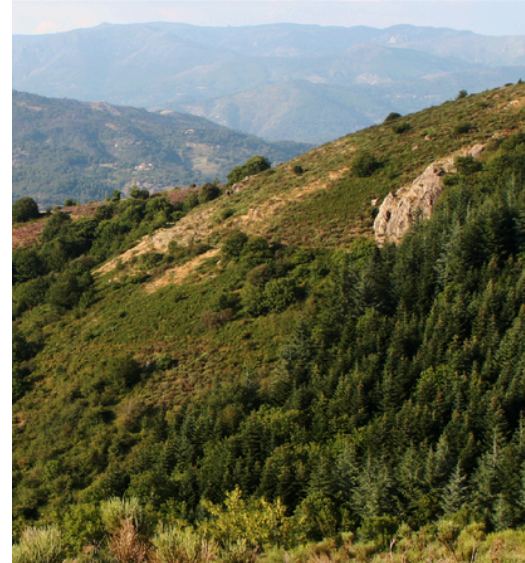
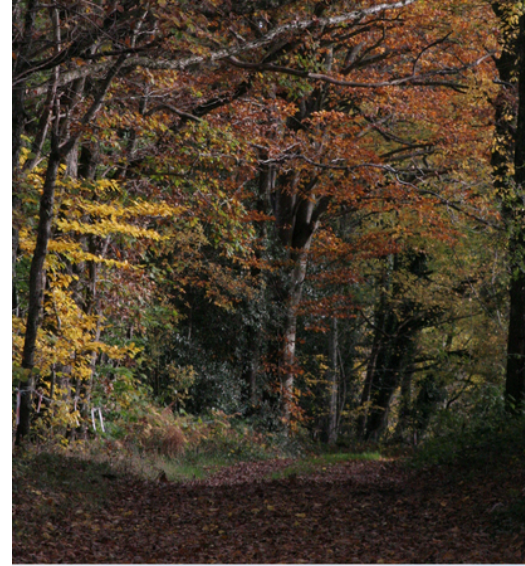
Les forêts de montagne varient beaucoup selon l'altitude, la pente ou l'orientation. En général, à basse et moyenne altitude, on trouve surtout des feuillus comme les chênes, les érables et les hêtres, parfois avec des résineux. En haute altitude, ce sont les résineux (pins, sapins, épicéas, mélèzes...) qui dominent jusqu'aux zones dites de "combat" où la lisière forestière rencontre les pelouses d'altitude.

## Les forêts littorales (ou dunaires)

Les forêts situées près de l'océan Atlantique poussent souvent sur des dunes de sable. Elles sont majoritairement composées de résineux et sont relativement récentes car beaucoup ont été plantées il y a moins de 200 ans pour fixer les dunes, limiter l'érosion, protéger les habitations et produire du bois. Le pin maritime est l'arbre emblématique de ces forêts. Dans les forêts plus anciennes, on trouve aussi des chênes et d'autres feuillus.

## Les forêts méditerranéennes

Les forêts méditerranéennes ont des caractéristiques bien différentes des autres forêts de France : elles sont composées d'arbres au feuillage persistant plus épais (comme celui des chênes verts, liège, kermès ou des arbousiers...) qui reste vert toute l'année, souvent de petite taille, et présentent une grande diversité. Dans les zones les plus sèches et où le sol est pauvre, la forêt est souvent dégradée et prend la forme du maquis, une végétation dense et basse faite surtout d'arbustes, ou de la garrigue, plus clairsemée, avec des plantes adaptées aux sols calcaires. Les chênes (pubescent, vert, liège) et les pins (d'Alep, maritime, laricio) sont les arbres les plus fréquents. On trouve aussi quelques châtaigniers dans le nord de la région méditerranéenne, ainsi que d'autres espèces comme le genévrier, l'olivier, l'if ou le charme.





# La forêt face au changement climatique

Le climat se transforme à un rythme sans précédent. Même si l'on arrêta d'émettre des gaz à effet de serre, il faudrait près d'un millénaire pour que les températures se stabilisent et commencent à décroître. Le changement climatique entraîne une hausse des températures, une modification des régimes de précipitations, une augmentation de la fréquence des événements extrêmes (sécheresses, incendies, tempêtes...). Tous ces facteurs mettent sous pression les arbres et les écosystèmes forestiers.

Dans cette partie, découvrons comment le changement climatique transforme nos forêts et pourquoi il devient urgent de repenser leur gestion pour les préserver.

## La cavitation : un phénomène mortel pour les arbres

Lors des sécheresses prolongées, la tension dans les colonnes d'eau des arbres augmente, jusqu'à provoquer des **bulles d'air** dans les vaisseaux des arbres. Ce phénomène, appelé **cavitation**, bloque la circulation de la sève et peut entraîner la chute de feuilles, le dépérissement de branches, voire la mort de l'arbre.

## Des cycles naturels perturbés

En raison d'hivers moins froids, le **débourrement** (apparition des feuilles au printemps) devient plus précoce, exposant les arbres au risque de gels tardifs.

Aujourd'hui, **la période de végétation s'allonge de 10 à 15 jours par rapport à 1950** entraînant un démarrage de la croissance plus tôt dans l'année et une consommation de la ressource en eau du sol plus précoce, ce qui peut poser problème l'été lors des fortes chaleurs puisque les réserves en eau pourraient diminuer. La germination et la floraison sont dérégées, car souvent dépendantes du froid hivernal. Cela peut entraîner une baisse de la production de graines et donc de la régénération naturelle.

## Des effets en cascade qui fragilisent les écosystèmes

Le stress climatique est une réaction due à l'effet combiné de tous les changements climatiques (périodes de sécheresse plus longues, hausse des températures, diminution des périodes de grand froid pendant l'hiver, modification de l'intensité, de la durée et de la temporalité des périodes pluvieuses).

Il rend les arbres plus vulnérables aux ravageurs (comme les scolytes) et aux pathogènes (champignons, bactéries...), qui profitent de leur affaiblissement.

Après un incendie ou une tempête, la prolifération d'insectes xylophages (qui se nourrissent de bois) dans le bois mort peut contaminer des arbres sains.

De plus, lorsque les événements extrêmes s'enchaînent rapidement (notamment les sécheresses répétées), les forêts n'ont pas le temps de se régénérer.

**Résultat : la mortalité des arbres en forêt a doublé en dix ans, atteignant 15,2 millions de m<sup>3</sup> de bois par an entre 2014 et 2022.**

## Les scolytes, ennemis redoutables

Les scolytes sont de petits coléoptères qui creusent des galeries sous l'écorce pour pondre leurs œufs. En creusant des galeries, ils décollent l'écorce protectrice du tronc, apportent des champignons qui bloquent la circulation de la sève... ce qui entraîne la mort de l'arbre.

Même s'ils ont toujours été présents en forêt, le changement des conditions climatiques a modifié et accéléré leur cycle de vie et de reproduction.

**Les attaques de scolytes se multiplient dans certaines régions comme le Nord-Est de la France.** Les symptômes visibles sont des trous dans l'écorce, de la sciure rousse, une écorce qui se décolle, le rougissement des feuilles ou des aiguilles et le dépérissement de l'arbre.



## Une migration et une adaptation incertaines

Avec la hausse des températures, les aires de répartition des essences forestières évoluent. Certaines espèces comme le sapin pectiné pourraient voir leur niche écologique se réduire (une surface avec des caractéristiques de sol, de température, d'humidité et d'altitude en adéquation avec les besoins de l'espèce. D'autres, plus méridionales comme le chêne vert, pourraient s'adapter dans des régions plus septentrionales (au nord).

**Mais les capacités de migration des arbres sont très lentes** : en moyenne, les niches climatiques se déplacent de 1 à 7 km par an vers le nord, alors que les espèces comme le chêne ou le hêtre migrent naturellement en latitude de 100 km en 500 ans. Dans le pire des scénarios climatiques, **seules 12 % des forêts européennes actuelles pourraient encore être adaptées d'ici 2100.**

Bien que les arbres possèdent des mécanismes naturels d'adaptation, ceux-ci sont difficilement quantifiables et potentiellement insuffisants face à la rapidité du changement climatique.

Il existe un décalage majeur entre le temps long de l'arbre et la vitesse du changement : **des arbres qui ont poussé pendant des siècles dans un certain climat doivent aujourd'hui survivre à des conditions qu'ils n'ont jamais connues.** C'est pourquoi des recherches et expérimentations sont menées sur la "migration assistée" (voir page 15).

## Des fonctions et services écosystémiques menacés

Le dérèglement du climat ne menace pas seulement les arbres, mais aussi les services essentiels que les forêts rendent :

- **Le puits de carbone forestier** : les forêts captent du CO<sub>2</sub> mais leur dégradation peut inverser cette fonction. Certaines forêts fragilisées deviennent émettrices nettes de gaz à effet de serre. En France, le puit de carbone forestier est en baisse depuis quelques années.
- **Les sols forestiers** : les sécheresses estivales prolongées, les températures extrêmes affectent la survie des jeunes plants, l'activité biologique des sols, leur réserve en eau et leur structuration.
- **La biodiversité** : les modifications de structure et de composition des forêts bouleversent les habitats. Certaines espèces migrent, d'autres disparaissent.
- **La ressource en bois** : la hausse du nombre d'arbres morts ou affaiblis augmente mécaniquement les volumes de bois récoltés. Cela peut saturer le marché, faire chuter les prix, et déséquilibrer toute la filière forêt-bois. La disponibilité en bois pourrait être différente en quantité et qualité dans les années à venir.



# Les solutions face au changement climatique

Les forêts subissent les conséquences du changement climatique. Tempêtes, sécheresses, incendies, maladies... Les risques sont nombreux. Pourtant, des solutions existent pour aider les forêts à mieux y faire face. Beaucoup d'entre elles s'appuient sur la nature elle-même, et sur une meilleure prise en compte de la diversité des milieux et des espèces.

## Préserver les sols forestiers : une base indispensable

Les sols sont essentiels à la vie des forêts. Ils apportent des nutriments aux arbres, retiennent l'eau, et abritent une biodiversité discrète mais précieuse. Protéger les sols, c'est donc protéger l'avenir des forêts et le nôtre.

Pourtant, ils sont menacés par certaines pratiques humaines, comme la mécanisation lourde en sylviculture ou l'exploitation sur sols humides.

Un sol forestier peut mettre plus de 1000 ans à se former, alors qu'il peut être détruit en quelques passages d'engins. Cela entraîne tassements, érosion, perte de fertilité et affaiblissement des écosystèmes.

Heureusement, des solutions existent :

- **Limiter les impacts des machines** en définissant des chemins précis de circulation (appelés cloisonnements).
- **Éviter d'intervenir sur des sols trop humides**, car ils sont plus fragiles. Plus un sol est humide, plus il est sensible au tassement.

## Planter des arbres... mais pas n'importe comment

L'État a fixé un objectif : **un milliard d'arbres plantés d'ici 2030**.

L'intervention humaine est nécessaire dans certains cas : après une coupe rase suite à la prolifération de ravageurs, un incendie, une tempête et que le besoin de renouvellement devient rapide.

Il est alors important de **privilégier la diversité d'essences** et de **choisir les arbres bien adaptés aux conditions climatiques locales**. L'essentiel est d'assurer **la préservation de la régénération naturelle**.

## Restaurer les corridors écologiques : laisser circuler la vie

Un corridor écologique est un élément du paysage, comme une haie, un ruisseau, un réseau de mares ou une suite de petits bois, **qui relie deux milieux naturels entre eux**.

Il permet aux animaux (surtout ceux à faible capacité de déplacement comme les amphibiens ou les insectes) et aux plantes de se déplacer, de se reproduire et d'étendre leur territoire. Ils sont essentiels pour assurer le brassage génétique, permettre la migration des espèces et favoriser la biodiversité.

Mais ces corridors sont souvent interrompus par des routes ou des zones urbanisées.

Les préserver et les restaurer est une priorité pour renforcer la résilience des écosystèmes.

## Les solutions fondées sur la nature : s'appuyer sur le vivant

Les solutions fondées sur la nature consistent à protéger, restaurer ou utiliser les écosystèmes (forêts, zones humides, haies, sols vivants...) pour répondre aux grands défis liés au changement climatique et la perte de biodiversité. Quelques exemples :

- Planter des arbres en montagne pour limiter les avalanches, comme cela a été fait en forêts publiques depuis le XIXe siècle avec la restauration des terrains en montagne.
- Restaurer des zones humides pour retenir l'eau et limiter les inondations.

Ces solutions sont souvent moins coûteuses, plus durables et plus acceptées par la société que des solutions purement techniques.

## La migration assistée pour anticiper le climat de demain

Certaines espèces d'arbres ne se déplacent pas assez vite pour suivre les changements climatiques (voir page 13). Une solution est de les aider à migrer en :

- introduisant dans une région des arbres d'une **même espèce mais venant de régions plus chaudes** ;
- **plantant des espèces adaptées au climat futur** comme par exemple des arbres vivant dans des pays ayant un climat méditerranéen (Espagne, Grèce, Italie, Turquie, Californie...).

L'introduction de nouvelles essences doit se faire par des autorités compétentes respectant des règles sanitaires strictes pour éviter d'introduire des espèces envahissantes ou des maladies. Un bon suivi est nécessaire, et les plantations doivent être choisies en fonction du sol, du climat local et des besoins écologiques.

## Diversifier les pratiques de gestion forestière et la diversité génétique

Adopter plusieurs approches, adaptées aux contextes locaux, permet de mieux s'adapter à l'avenir.

Quand on parle d'adaptation des forêts au changement climatique, il ne faut pas seulement penser à la diversité des espèces, mais aussi à la diversité au sein d'une même espèce. C'est ce qu'on appelle **la mixité intraspécifique**.

Concrètement, cela signifie que des arbres d'une même espèce peuvent présenter des différences génétiques.

Ces différences forment un réservoir de gènes : certains individus peuvent être plus résistants à la sécheresse, au froid, aux maladies...

Ce sont ces particularités qui peuvent permettre à l'espèce d'évoluer ou de mieux s'adapter aux nouvelles conditions.

Cette diversité génétique peut être :

- **naturelle**, quand une population s'est développée depuis longtemps dans une même région, avec un patrimoine génétique riche ;
- **enrichie artificiellement**, par exemple en introduisant des arbres de la même espèce, mais venant de régions plus chaudes, afin de favoriser le brassage génétique.

## Miser sur la diversité des essences : un atout face aux aléas

Dans un contexte d'incertitudes climatiques, il est risqué de miser sur une seule méthode de gestion forestière. Face aux risques climatiques et biologiques (maladies, insectes...), la **mixité des essences** fait largement consensus.

Mélanger plusieurs espèces d'arbres dans une même forêt permet de :

- **limiter la propagation des ravageurs et pathogènes** et donc les pertes en cas de maladie ou de tempête. Cela permet aussi de répartir le risque : plus y a d'essences, plus il y a de chances que certains individus soient résistants à l'environnement et au climat futur.
- **mieux résister aux incendies** grâce à une structure plus hétérogène.
- **favoriser la biodiversité**. Favoriser le mélange feuillus/résineux permet d'augmenter de 20% la résilience des peuplements.

Mais cette mixité doit être bien pensée : il ne suffit pas d'ajouter quelques arbres différents. Il faut choisir des **essences adaptées au sol, au climat actuel et futur, et éviter les concurrences entre espèces pour l'eau ou la lumière**.

Cependant, ces mécanismes d'évolution sont souvent très lents. Or, le changement climatique progresse rapidement. Cela pose une question importante : les arbres pourront-ils s'adapter à temps ? À ce jour, on ne connaît pas exactement leurs capacités d'adaptation ni jusqu'à quel point ils peuvent supporter des stress prolongés comme la sécheresse ou la chaleur.

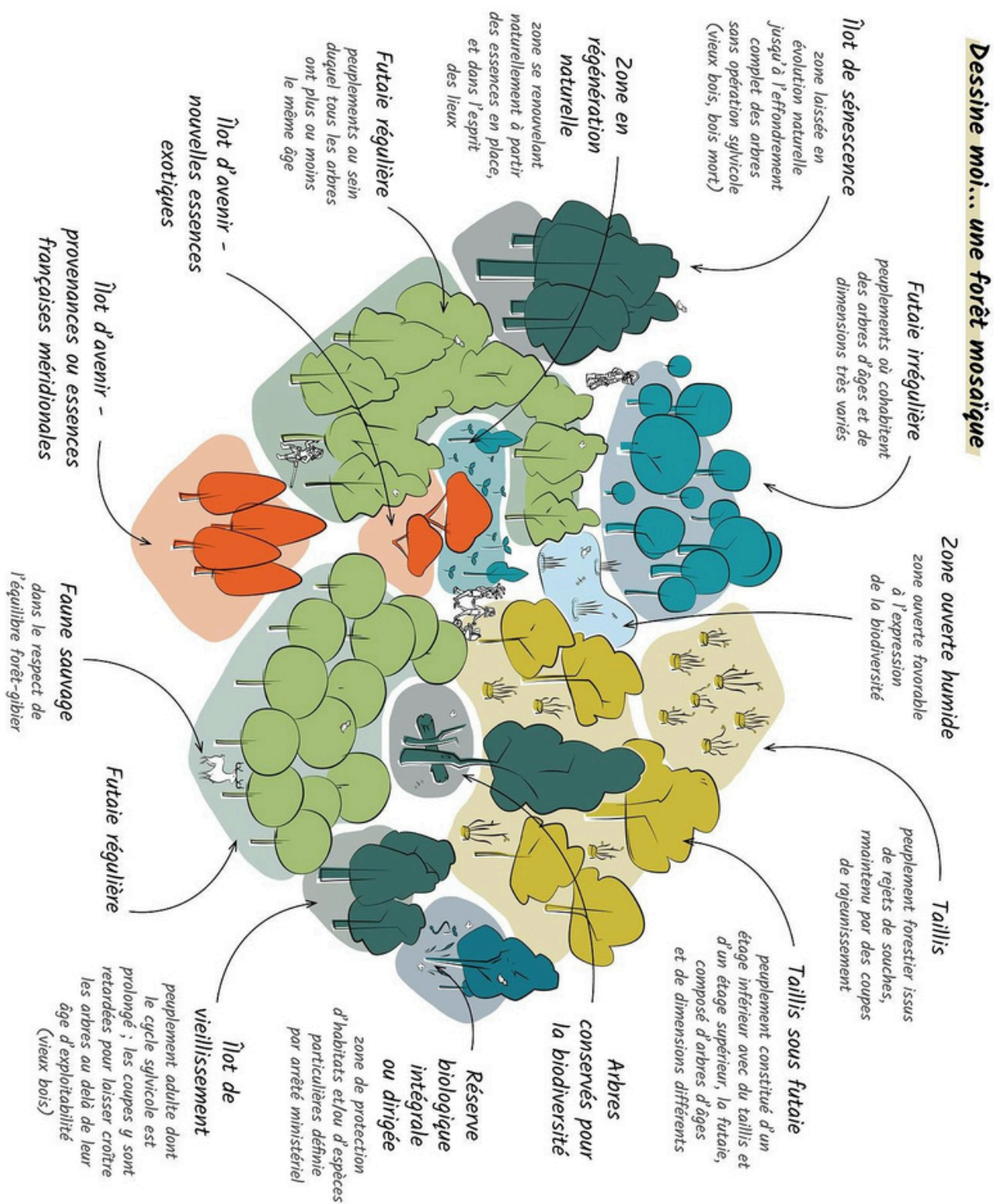
### L'incertitude reste grande

Le changement climatique est déjà à l'œuvre, et ses impacts sur la forêt sont visibles aujourd'hui. Depuis longtemps les forestiers cherchent à adapter la gestion forestière ce qui nécessite une réflexion sur plusieurs décennies, car **les décisions prises aujourd'hui sur les plantations auront des conséquences pour les 50 à 100 prochaines années**.

Une chose est sûre : les forêts de demain ne ressembleront pas forcément à celles d'aujourd'hui, et il est essentiel de mieux comprendre ces évolutions pour protéger ces écosystèmes si précieux.



La forêt mosaïque n'illustre pas seulement la diversité des essences, mais des modes de sylviculture qui rendent la forêt plus résiliente au changement climatique.



Source : ONF

# Des ressources pour aller plus loin

## Des infographies

**Pourquoi se soucier de nos sols ?** - cette infographie explique la fragilité des sols, décrit leurs rôles, les menaces qui pèsent sur eux, et propose des solutions pour les préserver

À retrouver sur :

<https://mtaterre.fr/ressource/pourquoi-se-soucier-de-nos-sols/>

**La vie cachée des sols** - deux infographies pour comprendre la vie qui se cache dans les sols

À retrouver sur :

<https://mtaterre.fr/articles/la-vie-cachee-des-sols/>

## Des articles

**Les forêts françaises fragilisées par le changement climatique**

À retrouver sur :

<https://mtaterre.fr/articles/les-forets-fragilisees-par-le-changement-climatique/>

**Planter des arbres pour le climat, est-ce efficace ?**

À retrouver sur :

<https://mtaterre.fr/articles/planter-des-arbres-pour-le-climat-est-ce-efficace/>

**Les forêts, indispensables à la vie sur Terre**

À retrouver sur :

<https://mtaterre.fr/ressource/infographie-les-forets-indispensables-a-la-vie-sur-terre/>

**Le sol, une ressource indispensable à protéger**

À retrouver sur : <https://mtaterre.fr/articles/le-sol-une-ressource-indispensable-a-protger/>

**L'artificialisation des sols**

À retrouver sur :

<https://mtaterre.fr/articles/lartificialisation-des-sols/>

**Le rôle des sols dans la lutte contre le changement climatique**

À retrouver sur :

<https://mtaterre.fr/articles/le-role-des-sols-dans-la-lutte-contre-le-changement-climatique/>

## Des guides

**La forêt française en 10 questions**

Un guide pour comprendre les défis que traverse la forêt française et découvrir comment mieux la préserver et l'adapter aux dérèglements climatiques.

À retrouver sur :

<https://librairie.ademe.fr/agriculture-alimentation-foret-bioeconomie/7440-la-foret-francaise-en-10-questions-9791029722660.html>

**Tout comprendre : la santé des sols**

Un guide pour comprendre l'importance des sols en bonne santé, les causes de leur dégradation et les moyens de les protéger

À retrouver sur :

<https://librairie.ademe.fr/changement-climatique/7967-tout-comprendre-la-sante-des-sols.html>

**La vie cachée des sols**

Un livret sur les enjeux environnementaux et économiques liés à la biodiversité du sol.

À retrouver sur :

<https://librairie.ademe.fr/agriculture-alimentation-foret-bioeconomie/3564-vie-cachee-des-sols-la-9782111280359.html>

## L'ADEME EN BREF

Au cœur des missions qui lui sont confiées par le ministère de la Transition écologique, le ministère en charge de l'Energie et le ministère en charge de la Recherche, l'ADEME - l'Agence de la transition écologique – partage ses expertises, assure le financement et l'accompagnement de projets de transformation dans des domaines variés : énergie, économie circulaire, décarbonation de l'industrie, mobilité, bâtiment, qualité de l'air, consommation et production responsables, alimentation durable, bioéconomie, gestion des sols, adaptation au changement climatique et transition juste.

L'ADEME mobilise les citoyens, les entreprises et les territoires pour les aider à progresser vers une société plus sobre en carbone et économe en ressources. Résolument engagée dans la lutte contre le changement climatique et la dégradation des ressources, elle conseille, facilite et soutient les initiatives, de la recherche à la diffusion des solutions.

Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), l'ADEME met également ses capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

**[agirpurlatransition.ademe.fr/acteurs-education/  
mtaterre.fr](https://agirpurlatransition.ademe.fr/acteurs-education/mtaterre.fr)**



Février 2026