

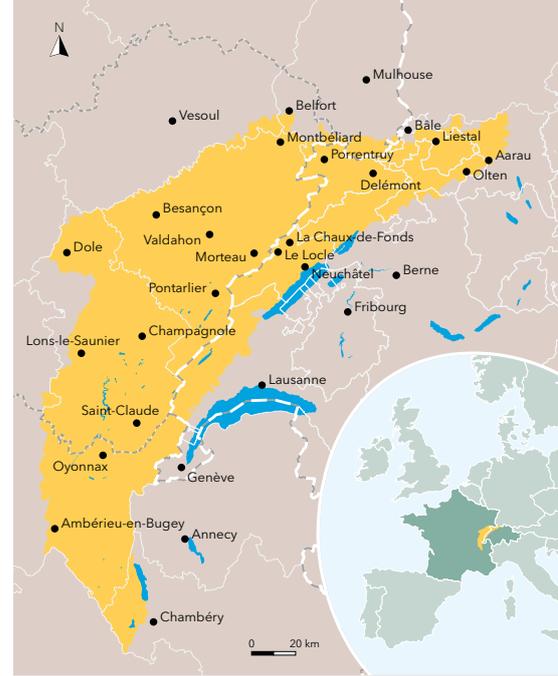
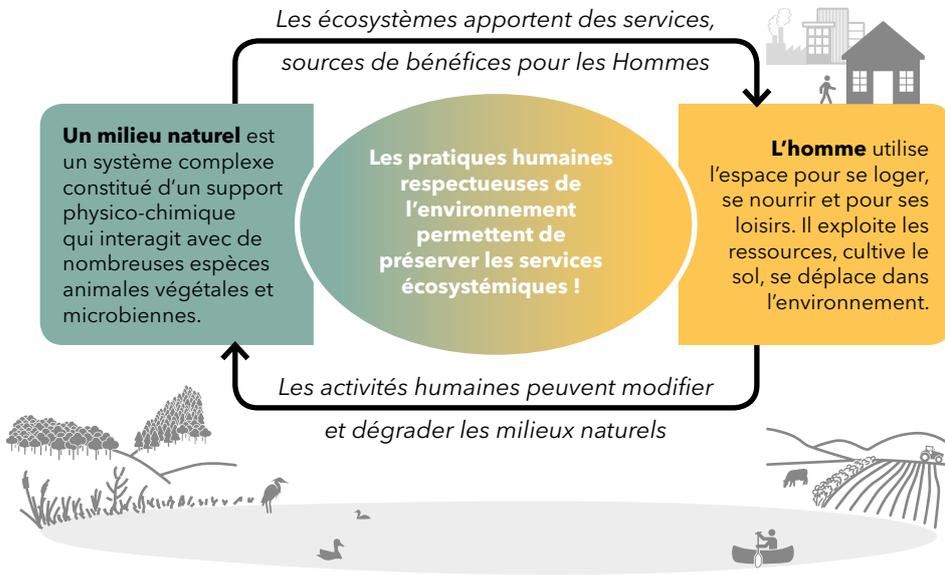


# Les forêts du massif jurassien

UN SOCIO-ÉCOSYSTÈME SOUS LA MENACE  
DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

# Introduction

Les **socio-écosystèmes** sont des systèmes intégrés couplant les Hommes et la Nature. Leur étude permet de comprendre les **interactions entre les sociétés humaines et leur environnement**.



Zone Atelier de l'Arc jurassien  
 — Frontière franco-suisse  
 - - - Limite régionale française  
 — Limite départementale / cantonale  
 ● Principales villes  
 Sources : IGN, Swisstopo, Chrono-environnement

## DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES PRÉSERVÉS PAR UNE GESTION ADAPTATIVE



Les **services écosystémiques**, bénéfiques tirés par les hommes du fonctionnement des écosystèmes, assurent le bien-être et le maintien des sociétés humaines depuis des millénaires. On distingue les services :

- de **support** (production d'oxygène...)
- d'**approvisionnement** (production alimentaire...)
- de **régulation** (autoépuration des eaux...)
- **culturels** (esthétique, pédagogie...)



Les actions des sociétés humaines **impactent la qualité des services écosystémiques** fournis par les milieux naturels. En retour, les milieux naturels changent et contraignent les Hommes à s'adapter. On parle de **boucles de rétroaction**.



En mettant en place une **gestion adaptative** de leur environnement, les Hommes changent leurs façons d'agir et d'utiliser les ressources naturelles pour préserver la qualité des milieux naturels et pour garantir la pérennité des services apportés par la nature.



© Daniel Gilbert

© Daniel Gilbert

© Daniel Gilbert

# L'Arc Jurassien

## PORTRAIT D'UN MASSIF DE MOYENNE MONTAGNE

En raison de sa géologie, le massif jurassien est divisé en zones paysagères très spécifiques : plaine, côte, plateau, montagne. On distingue ainsi de l'Ouest vers l'Est, la **zone externe du vignoble jurassien** ou du faisceau de Besançon, à laquelle **succèdent deux plateaux** : le premier à l'est de Lons-le-Saunier (400 m d'altitude) et le second vers Champagnole et Ornans (700 m d'altitude). Enfin la **Haute Chaîne plissée**, composée d'anticlinaux (monts) et de vallées synclinales, débute à partir d'altitudes supérieures à 800 m. Ces trois unités géomorphologiques composent un même ensemble géologique constitué de roches sédimentaires (calcaires et marnes) datées principalement du Jurassique et déformées lors de la formation des Alpes.

Le massif jurassien se distingue par un climat **tempéré à influence océanique, continentale voire montagnarde dans la Haute Chaîne**. Les températures hivernales sont rigoureuses dans la partie Est et les précipitations sont abondantes (entre 1 200 mm sur les avant-monts et 2 000 mm sur la Haute Chaîne). Néanmoins, l'eau est rapidement absorbée par un sol peu épais et un sous-sol très drainant, en particulier là où le calcaire affleure. Les zones les plus imperméables dominées par les marnes ou recouvertes par des dépôts glaciaires favorisent l'accumulation d'eau en surface (lacs, tourbières).

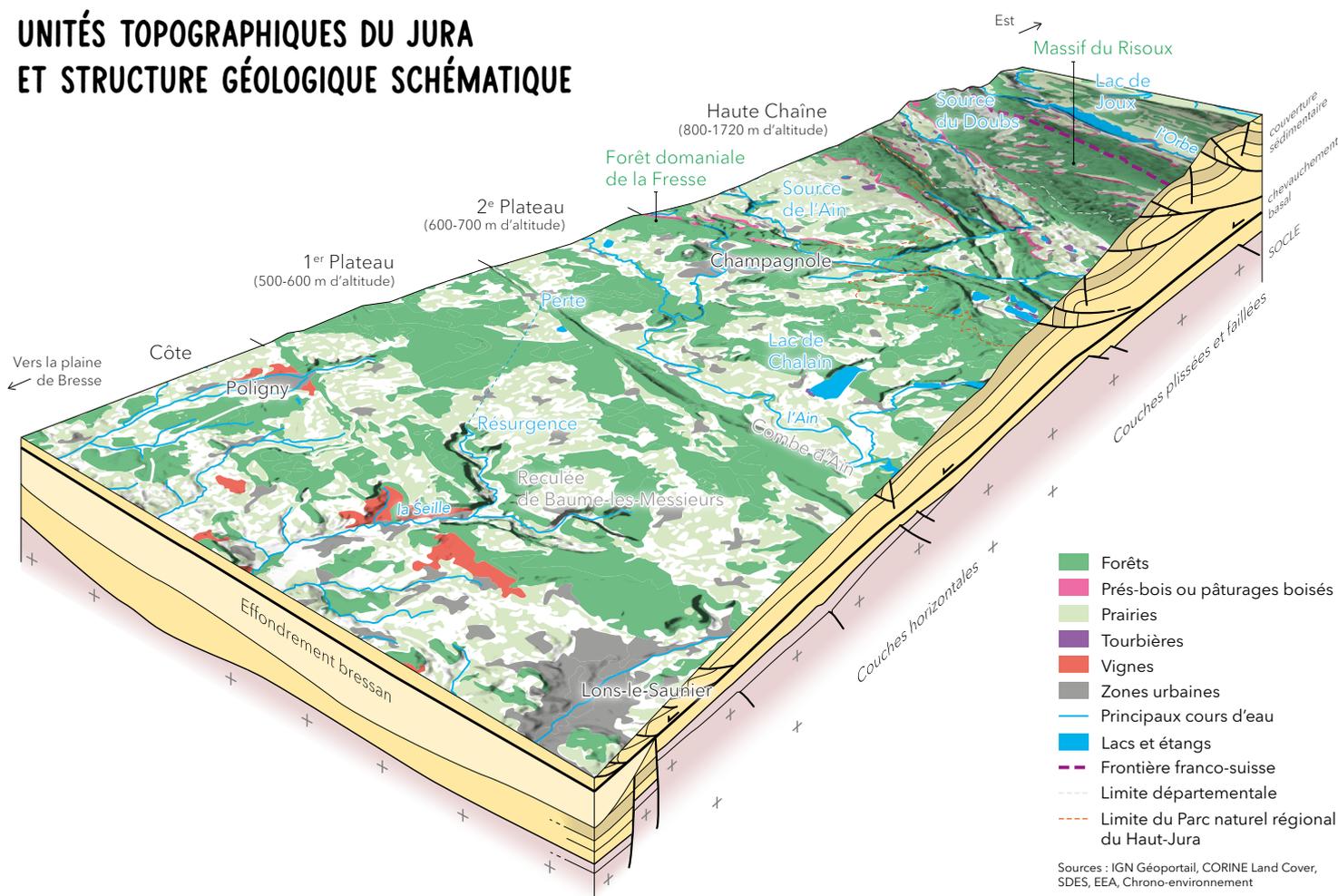
La variété des conditions géologiques, pédoclimatiques et des usages des sols ont façonné des milieux diversifiés : **forêts** (de feuillus, résineuses et mixtes), **prairies** (permanentes et temporaires), **prés-bois, rivières karstiques, lacs d'altitude, tourbières** et autres zones humides.



Paysage jurassien.

Dans le massif jurassien, les interactions entre les sociétés humaines et leur environnement sont anciennes : la présence permanente des hommes sur le territoire est attestée dès le Néolithique. C'est au cours des 3 derniers siècles, cependant, que sont apparues la majorité des pratiques susceptibles de mettre en péril la résilience de ces espaces, avec une nette accélération des transformations après 1950.

## UNITÉS TOPOGRAPHIQUES DU JURA ET STRUCTURE GÉOLOGIQUE SCHÉMATIQUE



# L'histoire géologique a façonné le Jura

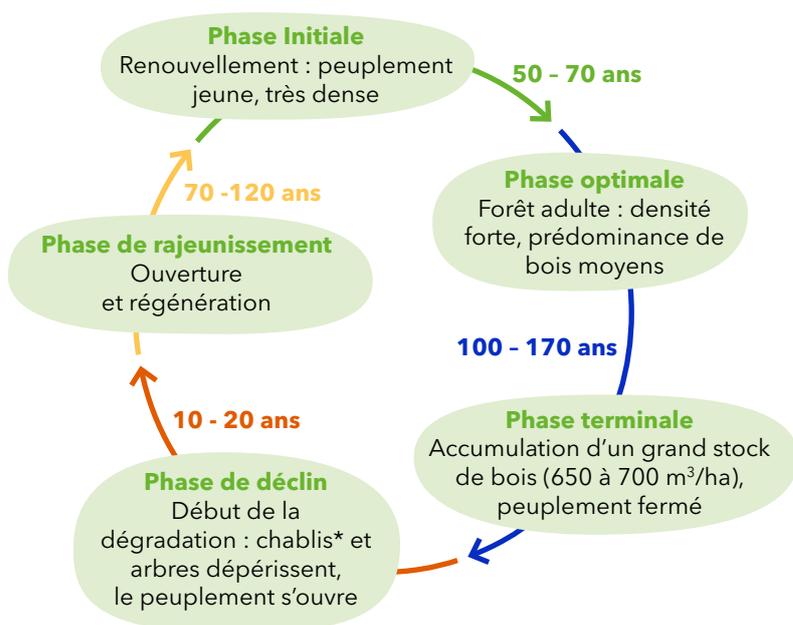
Dans la Haute-Chaîne du massif jurassien (voir schéma p. 3 📄), les forêts se concentrent aujourd'hui, particulièrement, sur les pentes des **monts anticlinaux**. Ces derniers, présentent généralement des **sols drainants** car le calcaire est karstifié (l'eau des précipitations s'infiltré directement dans le sous-sol) (cf. livret karst & rivières 📄), **peu épais** avec des **roches calcaires affleurantes**.

De tels sols se prêtent donc **difficilement** aux **travaux agricoles**, ce qui a conduit à la conservation des forêts dans ces zones. Lors de succession d'étés secs, des **dépérissements forestiers** sont parfois observés (diminution de la réserve en eau disponible pour les arbres, cycle parasitaire du scolyte favorisé par des hivers doux).

## LES PEUPELEMENTS FORESTIERS, UN RENOUVELLEMENT CYCLIQUE

Une **forêt** débute au stade dit **pionnier** et tend à aboutir à un stade dit **climacique** jusqu'à ce qu'une **perturbation** (chablis\*, incendie, longue inondation, glissement de terrain, avalanche...) réintroduise les conditions d'expression du premier stade. Le **cycle de régénération** s'étend sur environ **300 ans**.

## L'EXEMPLE DE L'ÉVOLUTION D'UNE HÊTRAIE-SAPINIÈRE NON EXPLOITÉE DE L'ARC JURASSIEN



Les **différentes phases** du cycle se **côtoient** et s'imbriquent formant une **mosaïque d'âges, de tailles, d'essences...**

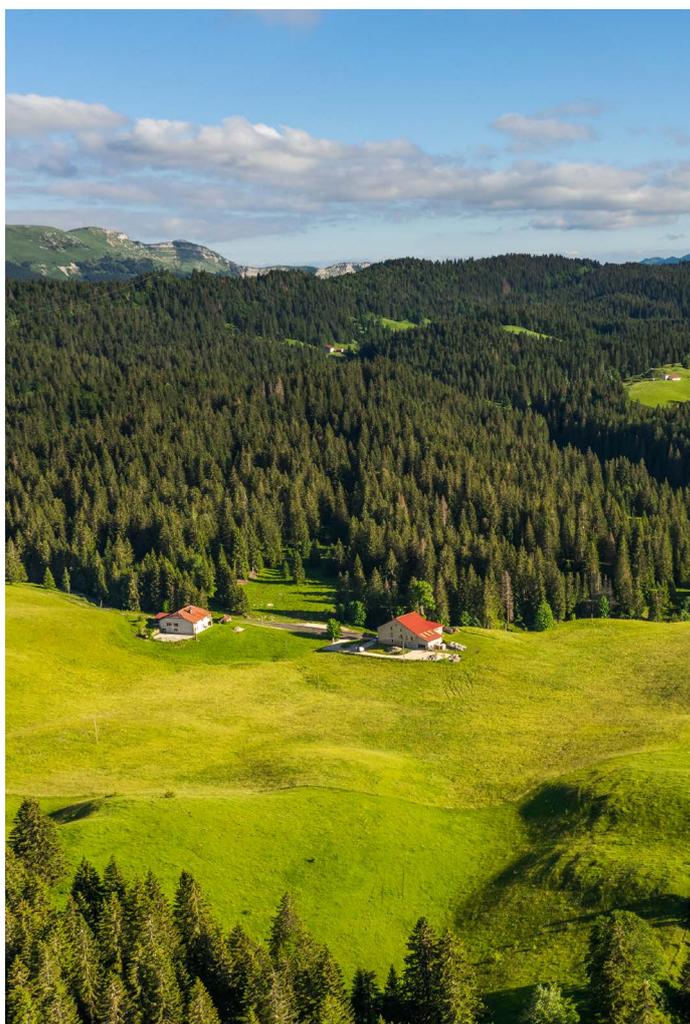
## UN MASSIF DE 250 MILLIONS D'ANNÉES

Pour comprendre la formation du massif jurassien retrouvez le film « Jura, le temps d'une Montagne » porté par le Parc naturel régional du Haut-Jura  
Réalisation : Jean-Philippe Macchioni – Comité scientifique : Michel Campy, Vincent Bichet et Gaël Comment.



[bit.ly/3KvjoA7](https://bit.ly/3KvjoA7)

© Stéphanie et Elisabeth Godin - PNR Haut-Jura



Hauts-Combes.

\* Les mots annotés d'un astérisque (\*) dans ce livret sont définis dans le glossaire en page 23.



**Éric LUCOT**  
Pédologue, Chrono-environnement

« Même si les sols sont le plus souvent superficiels et caillouteux, on rencontre régulièrement des sols profonds plus ou moins caillouteux. Cette diversité des sols contribue à expliquer la diversité des peuplements forestiers et la variabilité des effets des sécheresses sur les forêts. »

# DIVERSITÉ DES PAYSAGES FORESTIERS

Comme pratiquement partout en Europe, les **forêts** de l'Arc Jurassien sont dites « **secondaires** » cela signifie qu'elles ont été modifiées au cours des siècles par **l'intervention** plus ou moins forte de **l'homme** (plantations, exploitation du bois, ...).

Le Jura abrite **des types de forêts** qui présentent des physionomies très différentes. Certaines forêts possèdent un **intérêt écologique majeur** tandis que d'autres sont plus communes.

## CONDITIONS STATIONNELLES

déterminants la structure et la nature d'un peuplement forestier

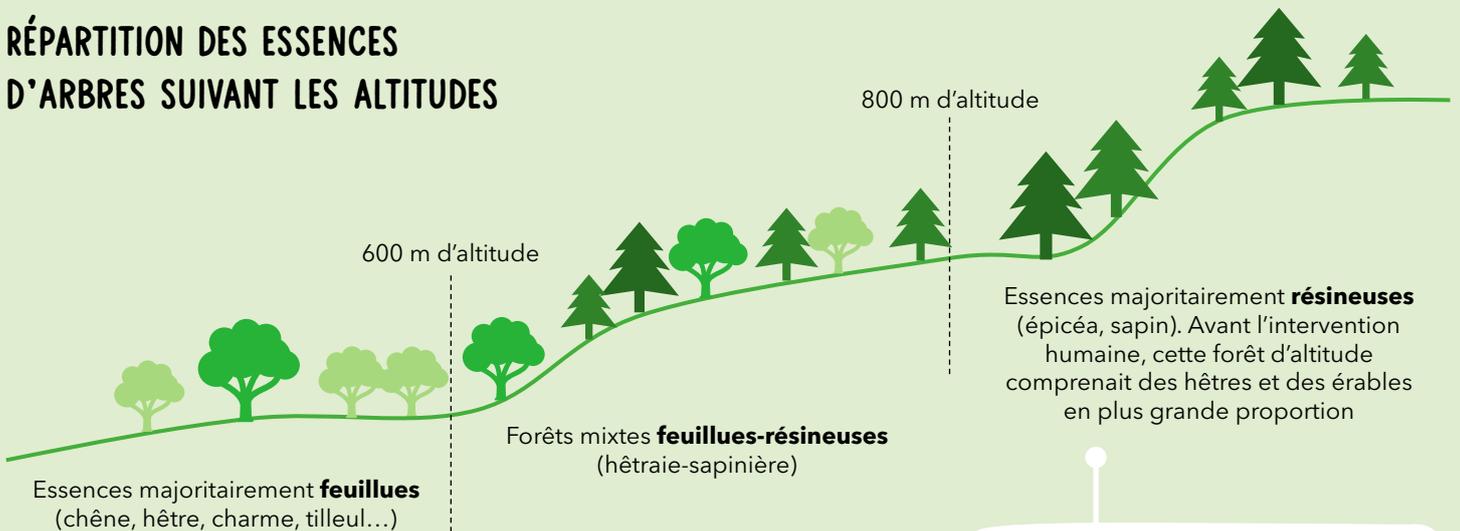
- Altitude
- Exposition (soleil)
- Pente
- Température
- Nature du sol (calcaire...)
- Épaisseur du sol
- Éléments nutritifs du sol
- Précipitations

## DIVERSITÉ DES MILIEUX FORESTIERS

- Arbres plus ou moins espacés
- Essences plus ou moins variées (feuillues ou résineux) avec des **vitesse de croissance différentes**
- Présence ou non d'une végétation plus basse (arbustes, herbacées...)

D'où des **sensibilités** et des **écosystèmes différents**

## RÉPARTITION DES ESSENCES D'ARBRES SUIVANT LES ALTITUDES



© Groupe Tétràs Jura

### HÊTRAIE-CHÊNAIE À ASPÉRULE ODORANTE

- Arbres : **hêtre, chêne** sessile, frêne commun
- Arbustes : Sous-bois avec charme, noisetier...
- Herbacées : Aspérule odorante...

Altitude < 500 m

Conditions stationnelles : plateaux calcaires, sol bien alimenté en eau.



© E. Pagnier

### LA PESSIÈRE D'ALTITUDE

- Arbres : **épicéa, sapin**
- Arbuste : églantier des Alpes, alisier nain...
- Herbacées : myrtille, mousses...

Altitude > 850 m

Conditions stationnelles : sols à blocs calcaires et lapiaz recouverts de mousses et de myrtilles ; conditions **froides à très froides** qui entraînent une **croissance lente des arbres** et la présence d'un humus\* épais s'accumulant sur les blocs.

## FORÊT DE RÉSINEUX REMARQUABLE, LE MASSIF FRANCO-SUISSE DU RISOUX

La croissance très lente des épicéas, dépendante des conditions stationnelles (froid, sol superficiel), entraîne la formation de **cernes particulièrement rapprochés**. Cela confère au bois une très bonne qualité de **résonance** et une très **grande résistance mécanique**. Certains épicéas sont plusieurs fois centenaires !



À découvrir aussi...  
Le Sentier de la forêt du Massacre



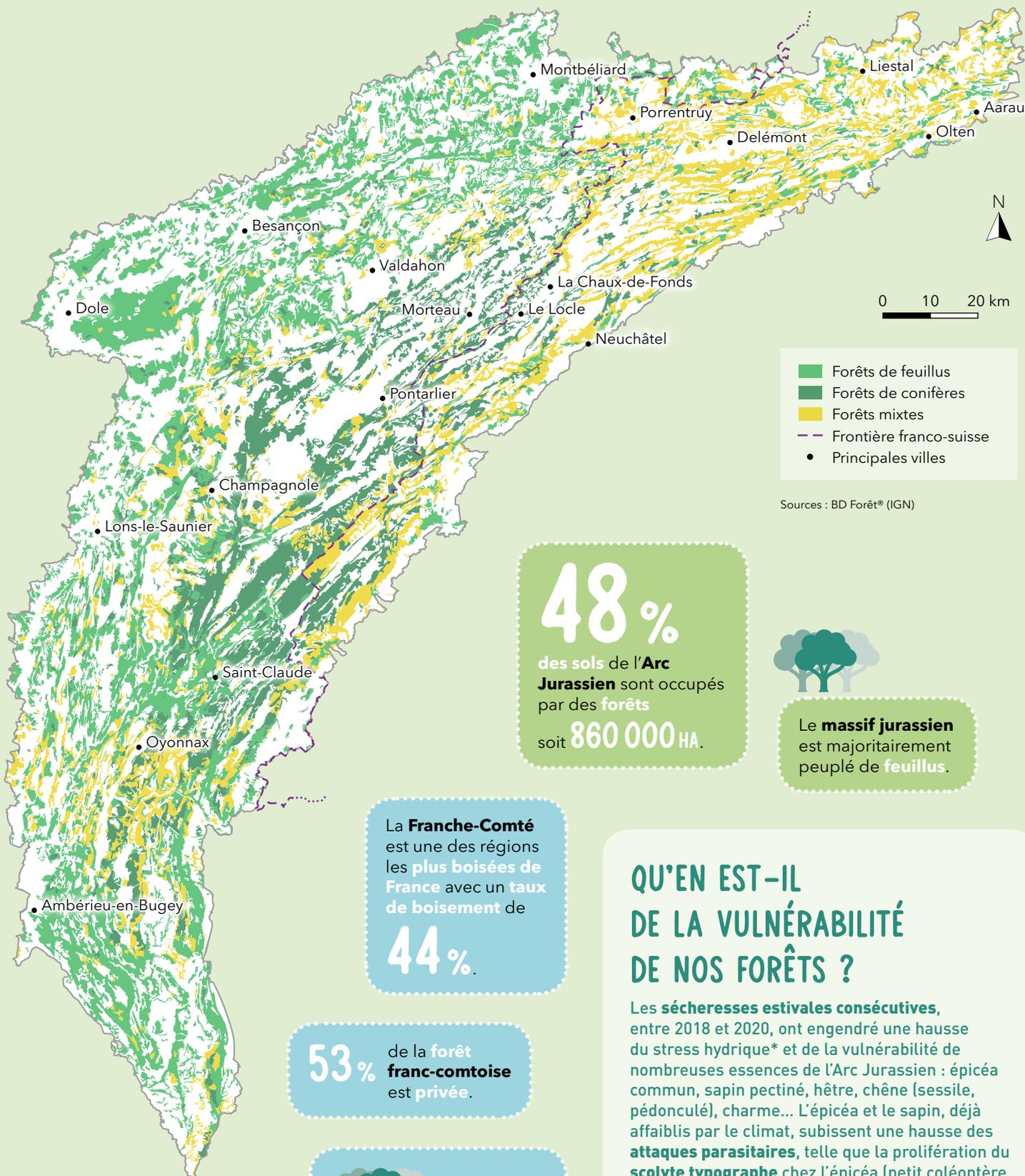
[bit.ly/3MABS2P](https://bit.ly/3MABS2P)



Nécessité d'adopter une **gestion différenciée** suivant les hétérogénéités des peuplements forestiers rencontrés

**Enjeux :** Valoriser au mieux ces milieux tout en préservant leurs caractéristiques environnementales

# LES FORÊTS DU MASSIF JURASSIEN



- Forêts de feuillus
- Forêts de conifères
- Forêts mixtes
- Frontière franco-suisse
- Principales villes

Sources : BD Forêt® (IGN)

**48%**

des sols de l'**Arc Jurassien** sont occupés par des forêts soit **860 000 HA.**



Le **massif jurassien** est majoritairement peuplé de **feuillus.**

La **Franche-Comté** est une des régions les **plus boisées de France** avec un **taux de boisement** de

**44%.**

**53%** de la forêt **franc-comtoise** est **privée.**



**75%**

de la forêt **franc-comtoise** est **feuillue.**

Principales essences : *chêne, charme, hêtre*

## QU'EN EST-IL DE LA VULNÉRABILITÉ DE NOS FORÊTS ?

Les **sécheresses estivales consécutives**, entre 2018 et 2020, ont engendré une hausse du stress hydrique\* et de la vulnérabilité de nombreuses essences de l'Arc Jurassien : épicéa commun, sapin pectiné, hêtre, chêne (sessile, pédonculé), charme... L'épicéa et le sapin, déjà affaiblis par le climat, subissent une hausse des **attaques parasitaires**, telle que la prolifération du **scolyte typographe** chez l'épicéa (petit coléoptère favorisé par les hivers plus doux). En s'attaquant aux troncs, ces bioagresseurs engendrent le dépérissement, puis la mort des arbres. Cependant, cette **vulnérabilité** des peuplements de résineux repose en grande partie sur un **choix économique, porté par le fonds forestier national dans les années 50-70.**

Au sortir de la seconde guerre mondiale, le besoin de reconstruction était très élevé, ce qui a conduit à l'**implantation** d'essences à croissance rapide (en grande partie d'épicéa) à des **altitudes basses, hors de leur optimum écologique.**



[bit.ly/38mtaGt](https://bit.ly/38mtaGt)



Découvrir la forêt du Haut-Jura en constante évolution (PNR du Haut-Jura)

# Les forêts

## DE VASTES ESPACES COMPLEXES

L'arc jurassien est caractérisé par une forte présence de la forêt et une **biodiversité** importante. Les forêts apportent de **nombreux services écosystémiques** (séquestration du carbone, régulation du climat, purification de l'eau, atténuation des effets des inondations, tempêtes et érosion du sol...). Elles sont caractérisées par des **échelles spatiales** et **temporelles** de développement très **larges**.

## DES FORÊTS QUI GAGNENT DU TERRAIN

La surface des forêts françaises a **doublé depuis 1850** et couvre aujourd'hui **plus du quart** de notre territoire, plaçant la **France au 4<sup>e</sup> rang européen des pays boisés** (derrière la Suède, la Finlande et l'Espagne). Actuellement, la **forêt s'accroît d'environ 40 000 ha par an**.

## ENTRE FORÊTS PUBLIQUES ET FORÊTS PRIVÉES

**74 %** des surfaces forestières française sont **privées**. **10 %** de la surface est constituée de **forêts publiques** possédées par l'**État** (forêts domaniales) et **16 %** par les **collectivités territoriales**. **Les forêts domaniales sont** gérées par l'**ONF** (Office national des forêts).

Cette **division des surfaces** engendre une **fragmentation des mécanismes de décision** et une multiplication des acteurs en jeu, ajoutant une **complexité administrative à la complexité écologique des écosystèmes forestiers**.

## LES PÂTURAGES BOISÉS OU PRÉS-BOIS : DES ESPACES DE TRANSITION MENACÉS

L'Arc jurassien présente aussi des milieux mixtes, entre paysages forestiers et prairiaux, mêlant activités sylvicoles et élevage. On parle de **sympastoralisme\*** ancestral. Cependant, ce **patrimoine** est **menacé par** :

l'**intensification agricole** des surfaces les plus productives, conduisant à une **disparition de leur boisement** et à une **diminution de la biodiversité**

l'**abandon** progressif des surfaces moins intéressantes pour l'élevage entraînant un **embroussaillage** et peu à peu le retour de la forêt



**Forêt et prés-bois du mont Tendre : le plus haut sommet du Jura suisse** (1 679 m d'altitude, canton de Vaud). De son sommet, on peut admirer à la fois les lacs Léman, de Joux et de Neuchâtel.

# Biodiversité et fonctionnement écologique

## SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES RENDUS PAR LES FORÊTS

### LE BOIS, UNE RESSOURCE ESSENTIELLE

Dans le monde, plus de **1,6 milliards d'individus** dépendent des forêts comme **source de revenus**. La **biodiversité forestière** est la base de plus de **5 000 produits** commerciaux : lin, coton, huiles aromatiques, huiles essentielles, miel, résines, champignons, caoutchouc, produits pharmaceutiques...

#### 1. Ressource en bois de construction de qualité

Les massifs forestiers d'altitude de l'arc jurassien (**2<sup>e</sup> plateau et Haute Chaîne**) présentent des spécificités pédoclimatiques\*, **climat** hivernal particulièrement **froid** et **sols calcaires pauvres**, qui associées à un mode de gestion durable, en **futaie jardinée irrégulière\***, conduisent à une **croissance lente** des **sapins** et **épicéas**. Celle-ci est à l'origine de **cernes très serrés** qui confèrent à ces bois une **grande solidité**.



Réalisation en bois sur le territoire du PNR du Haut-Jura.

#### 2. Valorisation en bois d'harmonie pour la lutherie

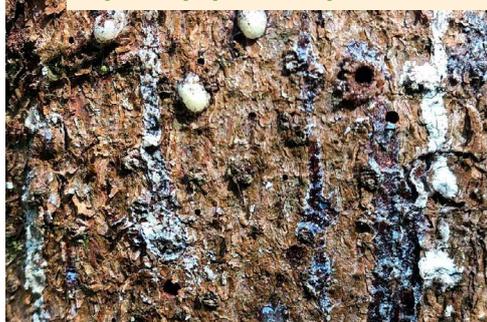
Les bois des forêts d'altitude, sont également reconnus pour leur **bonne résonance** et utilisés en **lutherie** dans le monde entier. L'épicéa est sélectionné sur pied dans les massifs d'altitude du **Risoux**, du **Mont Noir** ou de la **forêt du Massacre** entre **1 000 et 1 300 m** d'altitude.

#### 3. Valorisation en bois d'énergie

La filière **bois énergie** (ou **bois de chauffage**) utilise principalement les **feuillus**, en particulier le **hêtre**. Les résineux, de par leur broyage et leur séchage difficiles se prêtent mal à la valorisation en bois d'énergie.



Les **résineux déclassés**, suite à une diminution de leur valeur esthétique par des attaques de scolyte, sont alors valorisés principalement en **pâte à papier** et en **palette**.



Trou de scolytes dans l'écorce d'épicéa.

### RÔLE DE RÉGULATION

#### 1. Séquestration du carbone et régulation du climat

Les forêts interviennent dans le stockage du carbone atmosphérique (gaz à effet de serre), participant ainsi à la régulation du climat.

Une partie du carbone, après avoir été capté par **photosynthèse**, est séquestré dans la **biomasse** (végétale, animale et microbienne) ainsi que sous forme de **matière organique morte** dans le sol. Une autre partie du carbone, non stockée, est rejetée par respiration ou indirectement par décomposition (feuilles mortes...).

Le bilan de ce flux de carbone est que **la quantité de CO<sub>2</sub> fixée est supérieure à celle rejetée**, ce qui confère aux forêts un statut de « **puits de carbone** ».



Les émissions de CO<sub>2</sub> causées par la **déforestation** et la dégradation des forêts, contribueraient à plus de **15 %** des émissions annuelles mondiales de **gaz à effet de serre**.

#### 2. Stabilisation des sols et fonction macro-micro climatique

Les forêts, en **couvrant en permanence les sols**, **atténuent** les effets des **tempêtes**, **inondations** et **glissements de terrain**. Elles sont capables de réguler le ruissellement des eaux en stockant l'eau des précipitations puis en la relarguant progressivement dans les aquifères\*.

L'eau libérée dans l'atmosphère, via l'évapotranspiration des feuilles, fait de la canopée une barrière de protection **atténuant considérablement les chocs thermiques**, et la déshydratation due au vent.

#### 3. Réservoir de biodiversité pour les insectes pollinisateurs

La forêt contient, à l'échelle mondiale, plus des **deux tiers des espèces vivantes** terrestres : d'où son importance pour les **pollinisateurs** (papillons, abeilles, oiseaux, mammifères comme certaines chauves-souris...), ces derniers étant responsables d'environ **1/3 de la production mondiale de nourriture**.

#### 4. Amélioration de la qualité des eaux

La forêt **évapotranspire de l'eau** mais agit aussi comme une **véritable station d'épuration** en filtrant les polluants (métaux lourds, excès d'azote...), avant que l'eau n'atteigne les nappes phréatiques en sous-sol. À l'échelle mondiale, trois quarts de l'eau douce accessible provient des bassins versants des forêts.

### SERVICES CULTURELS

#### 1. Valeur esthétique

Beauté paysagère pouvant conditionner le choix d'installation des habitations, des activités de loisirs (randonneurs, cyclistes, chasseurs, naturalistes, etc.)...



#### 2. Valeur patrimoniale

Reconnaissance d'une valeur culturelle, attachement presque affectif des habitants, écotourisme\*

#### 3. Source d'inspiration

Pour l'art, l'architecture, le folklore...

# ESPÈCES EMBLÉMATIQUES & PATRIMONIALES MENACÉES

Les forêts de l'Arc Jurassien renferment des **habitats remarquables** (forêts de pente, forêts alluviales, tourbières boisées...), qui contiennent un **cortège animal** et **végétal diversifié**. Certaines espèces sont protégées : le **lynx**, la **gélinotte des bois**, le **Grand Tétrás**... Le Grand Tétrás a besoin d'une **mosaïque d'habitats** sur de grands territoires non fragmentés (forêts claires et âgées, tapissées d'arbustes et d'herbacées, réseau de milieux plus ou moins ouverts comme des clairières, des tourbières et des trouées forestières).

© CRPF Franche-Comté



Chevreuil, grand mammifère ongulé le plus abondant dans l'Arc jurassien.



Écouter la forêt du Risoux



bit.ly/3MF2VK3



Consulter ici un schéma de l'habitat optimal du Grand Tétrás



bit.ly/36UdLNc



Lynx boréal.

© Fabrice Seguin

## Espèce parapluie

De par son habitat diversifié, le Grand Tétrás apparaît comme une :

- espèce **bioindicatrice du bon état de conservation** des forêts
- espèce dite **parapluie** dont la somme des conditions nécessaires à la viabilité de sa population permet la **protection d'un grand nombre d'autres espèces**.



## Petites chouettes des forêts de moyennes montagnes

Elles ont besoin de troncs de **troncs de grande taille** pour pouvoir nicher dans les **cavités creusées par les pics**.



Pic tridactyle.  
© Jérémy Calvo et Eric Courcier



Merle à plastron.  
© Andreas Trepte



Chevêchette d'Europe.  
© PNRHJ, J. Arbez / L.Poudré / C. Zakin



Chouette de Tengmalm.  
© Y. Muller

Grand Tétrás.  
© Émile Barbelette

Cortège d'insectes, via la préservation de **dendro-microhabitats\*** : papillons, **coléoptères saproxyliques** qui dépendent, durant au moins une partie de leur cycle de vie, du bois mort ou en décomposition.



bit.ly/3Kr1i1f



Retrouver ici le Guide de poche des dendro-microhabitats et espèces associées

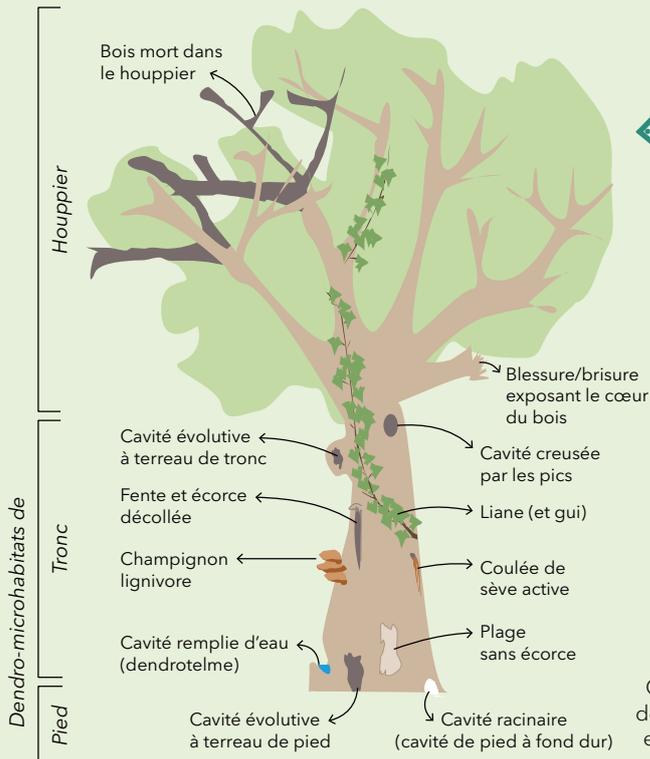


Lucane cerf-volant.  
© Jean Ponsignon

La femelle pond dans les **racines en décomposition**.



Bois mort en décomposition.  
© Clémence Isac



## Localisation des dendro-microhabitats\* de l'arbre

adaptée de EMBERGER et al. (2013)

# Un lien ancien entre l'homme et les forêts : les pratiques passées

## Forêts

### UN FAÇONNEMENT DU PAYSAGE PAR L'HOMME

**6000-4000 ans av. J.-C.** : L'optimum climatique est caractérisé par la présence de chênaies mixtes (chêne, orme, tilleul, érable) en altitude.

**5000 ans av. J.-C.** : Premières traces d'une présence agro-pastorale dévoilée par des **indices polliniques** (apparition des plantes cultivées et diminution des espèces forestières...).



Pollen de Chêne



Pollen d'Aulne



Pollen de Pin



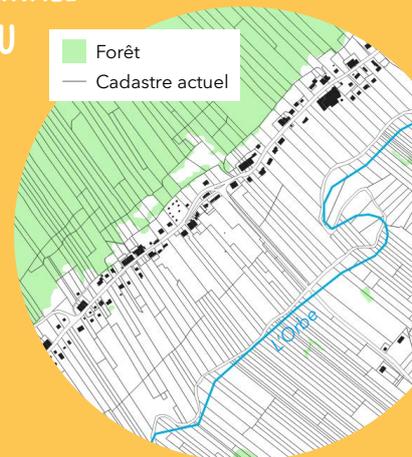
Reculée de la Loue.

- Les **premiers agriculteurs du Néolithique** étaient munis d'outils rudimentaires (hache en pierre polie), d'où des défrichements de faible amplitude.
- **Âge de bronze - Âge de fer** : colonisation des forêts par des populations attirées par les ressources en minerais de fer et en bois (développement de la métallurgie). L'avènement des outils en métal accélère la vitesse des défrichements.
- **Moyen Âge** : avec la pression démographique, le paysage s'ouvre largement à partir de l'an Mil
  - **Pâturage boisé ou prés-bois** liés aux activités sylvopastorales\*
  - **Exploitation forestière intensive** : besoin en combustible utilisé pour la production de sel, la métallurgie, la construction et l'artisanat...

### UNE COLONISATION ORIGINALE SUR LE PREMIER PLATEAU

Développement d'un **parcellaire** très étroit, **en lanière**, de part et d'autre d'une rivière.

Il s'agit d'un véritable front de colonisation par bande, dont l'étréitesse des parcelles permettait une répartition de la charge de travail de défrichage, ainsi que de l'accès à la ressource en eau et à une part de prairie.



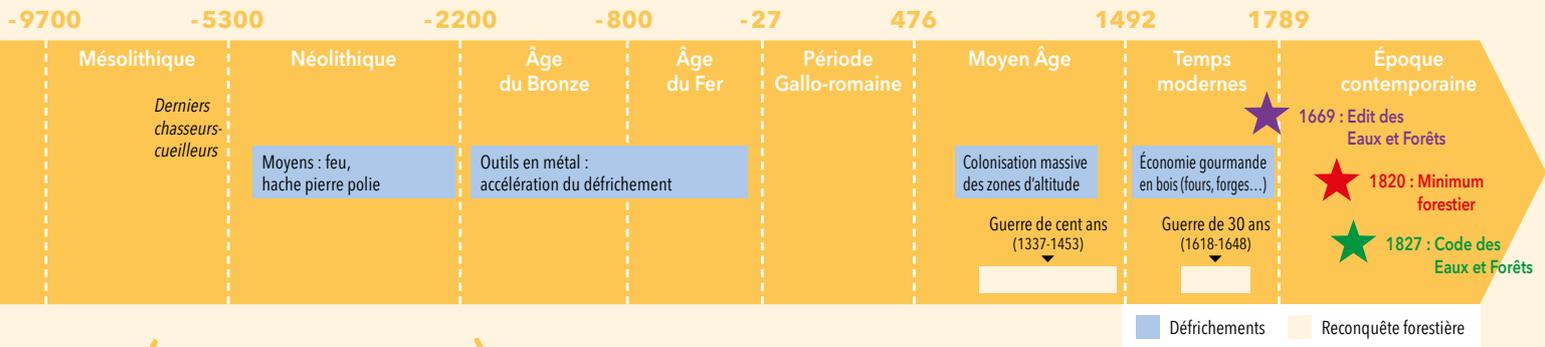
Cadastré à bois d'amont (39), un héritage de l'abergement le long de l'Orbe.

### LES VILLAGES DE COLONISATION FORESTIÈRE

Campagnes de colonisation entreprises par les **abbayes**, dotées de terres par les princes. Cela aboutit à la création d'**enclaves religieuses** comme l'Abergement Sainte-Marie, pour attirer les populations. Ceux qui s'installent payent en contrepartie des droits pour le pâturage, l'exploitation forestière...

### COLONISATION DES CRÊTES, À PARTIR DU XIV<sup>E</sup>

Les abbayes favorisent l'installation d'**étables temporaires** appelées « **vacheries** » dans les **estives\* d'altitudes**. Cette colonisation a un effet dévastateur sur les forêts qui se retrouvent exploitées en été pour le chauffage du lait.



## CONSÉQUENCES PAYSAGÈRES

Entre le Moyen Âge et le XIX<sup>e</sup> siècle ⇒ dégradations inexorables des écosystèmes forestier par l'homme. Les seules périodes de rémission sont les guerres et les épidémies :

- La guerre de 100 ans, conduit à une reconquête forestière suite à la réduction de la charge pastorale et à une augmentation de la faune.
- La guerre de 30 ans : face au manque de main-d'œuvre pour l'exploitation forestière, les zones de montagne faisaient souvent appel aux populations suisses limitrophes.

## IMPOSITION D'UNE RÉGLEMENTATION INSUFFISANTE FACE À LA SUREXPLOITATION

★ **1669 : L'Édit des Eaux et Forêts**, promulgué par Colbert, interdit le prélèvement de bois par les particuliers et instaure la pratique du taillis-sous-futaie\* avec régénération par coupes blanches. Mais ce mode de gestion, non adapté aux résineux a des conséquences désastreuses sur l'état de la forêt (vieillissement des forêts...). Devant l'accumulation des chablis résultant des tempêtes, les autorités forestières françaises comprennent leur erreur et réintroduisent partiellement le jardinage comtois dans le Jura et les Vosges dans les années 1730.

**Dégradation, vieillissement et surexploitation des forêts**  
Les populations ont recours à la tourbe pour se chauffer (voir livret tourbières & lacs 📖).

★ **1820 : minimum forestier en France et en Europe.** La couverture nationale était de **11 %**.

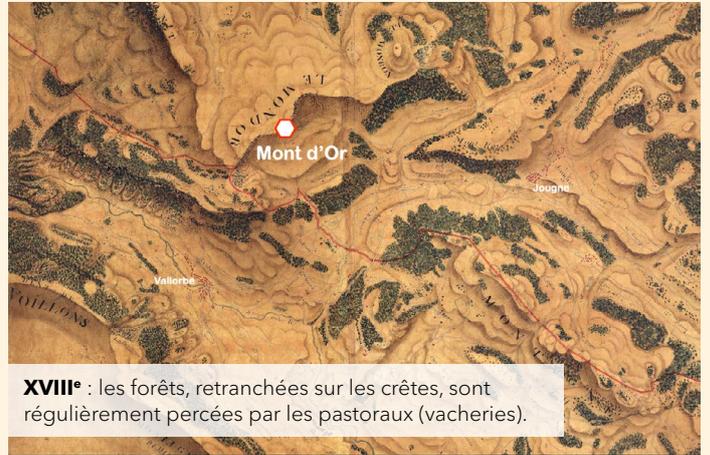
★ **1827 : Nouveau code des eaux et des forêts, objectif de reboisement**

Tous les États européens prennent conscience des risques de la dégradation forestière : avalanches, inondations suite à des crues éclairées liées aux déboisements... L'élaboration du nouveau code (toujours en vigueur aujourd'hui à 80 %), préconise alors la **gestion en futaie jardinée** (jardinage comtois) aussi appelée « méthode naturelle » dans la mesure où elle fait appel à la régénération naturelle des forêts tout en pratiquant des coupes d'éclaircies, d'abattage... Cette approche est reconnue et enseignée à partir du XIX<sup>e</sup> siècle à l'École Forestière de Nancy, puis rayonnera dans toute l'Europe.

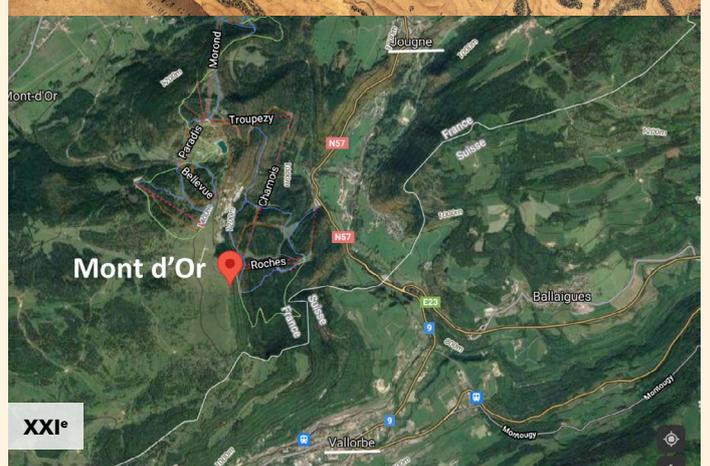


**Emmanuel GARNIER**  
Historien de l'environnement,  
Chrono-environnement

« Paysages et risques sont connectés, l'homme est indissociable des règles écologiques. »  
« À l'époque du minimum forestier, en 1820, on a dévoré nos forêts. La crise sanitaire du scolyte aujourd'hui n'est pas comparable avec l'état des forêts de ces années-là. »



**XVIII<sup>e</sup>** : les forêts, retranchées sur les crêtes, sont régulièrement percées par les pastoraux (vacheries).



**XXI<sup>e</sup>**  
Paysages du Mont d'Or (XVIII<sup>e</sup>-XXI<sup>e</sup> siècle).

★ **1960 : au sortir de la seconde Guerre Mondiale**, le besoin de reconstruction est prioritaire. Les financements du **Fonds forestier national**, encouragent alors le choix économique de l'épicéa, comme essence de reboisement, pour sa rapidité de croissance et sa solidité. Mais cette essence est implantée à des altitudes basses, en-dehors de son optimum écologique.

### Conséquences

- dégradation des sols et des eaux par acidification qui conduit à la diminution des populations de poissons ;
- fermeture des paysages par les pessières implantées...



Tout cela conduit à la **construction d'une vulnérabilité climatique** car l'épicéa supporte très mal les vagues de chaleur. De plus, les hivers plus doux, sont moins mortels pour les scolytes typographes qui pondent dans les canaux de sève de l'épicéa, bloquant ainsi la montée sa circulation et entraînant son dépérissement.

# Les forêts au 21<sup>e</sup> siècle

## MULTIFONCTIONNALITÉ DES FORÊTS

### Espaces d'activités économiques

- valorisation de la ressource en bois source d'une diversité d'activités
- préservation des pratiques et savoir-faire (forestiers, artisans...) identitaires du massif jurassien

### Espaces de biodiversité

- préservation d'espèces et d'habitats multiples

### Espaces de loisirs, créateur de liens sociaux

- itinéraires et activités variées



Recherche complexe d'une **gestion équilibrée** entre **valorisation** et **préservation** de la forêt



L'exemple de la **forêt du Haut-Jura** (PNR du Haut-Jura)



[bit.ly/3s5bx56](https://bit.ly/3s5bx56)

## GESTION FORESTIÈRE ET FILIÈRE BOIS

La filière forêt-bois est très importante dans le massif jurassien où elle génère plus de **2 000** emplois. Nous pouvons distinguer deux grands modes de gestion forestière dans l'Arc jurassien :

- La futaie **irrégulière** en **altitude** (peuplement à croissance **lente**)
- La futaie **régulière** dans la **vallée** (peuplements à croissance **rapide**)

Ainsi il existe un impact des conditions pédoclimatiques sur les essences présentes, puis sur le développement économique qui en découle.

Conditions pédoclimatiques & Altitude

Essences majoritaires (feuillues ou résineuses)

Vitesse de croissance du peuplement (rapide ou lent)

Gestion forestière (régulière ou irrégulière)



### FUTAIE IRRÉGULIÈRE

Mode de gestion plutôt utilisée en altitude, où les conditions froides conduisent à une croissance lente des essences résineuses. Les coupes sont **régulières** mais **dirigées**, de manière à choisir des arbres **matures** et des bois de **qualité**, tout en maintenant une **diversité** d'essences, d'espèces, de classes d'âge, de tailles et de diamètres.

### Avantages

- Gestion **durable** de la forêt qui permet de concilier la préservation de la biodiversité (nidification des oiseaux...) et l'exploitation de la ressource en bois, en favorisant un renouvellement spontané naturel
- Gestion favorable à une plus grande **résistance** et **résilience** des écosystèmes forestiers face aux **changements climatiques**
- Préservation des **paysages identitaires** du massif jurassien : forêts et pâturages boisés
- Transmission d'un **savoir-faire** : La futaie jardinée irrégulière est inventée dans le Jura au XVII<sup>e</sup> siècle (« **jardinage comtois** »). Cette méthode va par la suite évoluer et être enseignée dans toute l'Europe.



### FUTAIE RÉGULIÈRE

Mode de gestion plutôt privilégié en **plaine**, où la croissance des essences, à dominante feuillue, est plus **rapide** : **plantation**, obtention d'un peuplement assez **homogène** (même âge, un diamètre dominant...) conduisant à des **coupes rases** tous les 15 à 20 ans suivies d'une nouvelle phase de plantation.

### PAROLES DE FORESTIER

avec **Pascal MOYSE**,  
Entrepreneur de  
travaux forestier  
(PNR du Haut-Jura)



[bit.ly/39padmV](https://bit.ly/39padmV)



## TRANSFORMATION ET VALORISATION DU BOIS

Nature du bois et vitesse de croissance, conditionnent différentes valorisations économiques



Bois d'œuvre (grume\*) essentiellement sapin et épicéa

Construction (charpente, menuiserie...) et artisanat (meubles...)



Bois d'industrie (petit bois)

Construction (à base de panneaux de particules et de fibres), artisanat, papiers et cartons



Bois de chauffage Essentiellement du feuillu (hêtre...)

Bûches ou plaquettes forestières

Récolte

1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> transformations



[bit.ly/3KyFEs4](http://bit.ly/3KyFEs4)



Exemples d'activités artisanales

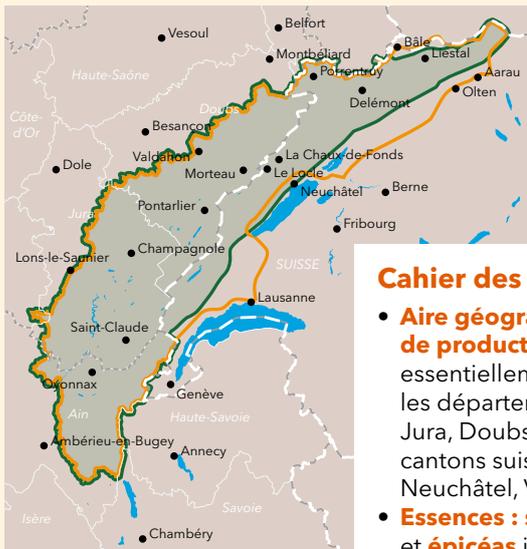


Tournerie - tableterie : objets et jouet en bois  
Lutherie : instrument de musique

## L'AOC BOIS DU JURA, UNE RECONNAISSANCE DE QUALITÉ

Un projet franco-suisse a entrepris en 2005 une démarche de reconnaissance de la qualité des **résineux** via une **appellation d'origine contrôlée « Bois du Jura »**.

Ces bois sont reconnus pour leur **solidité** (densité élevée), héritée des **conditions climatiques et pédologiques** spécifiques du massif du Jura, associées à une sylviculture qui privilégie la régénération naturelle.



Zone de production  
Zone de transformation

### Cahier des charges

- **Aire géographique de production** : essentiellement sur les départements du Jura, Doubs, Ain et les cantons suisses : Jura, Neuchâtel, Vaud
- **Essences** : **sapins** et **épicéas** issus des forêts gérées en futaie irrégulière, jardinée ou régulière et situées à plus de 500 m d'altitude.
- Présenté sous la forme de **bois sciés**

### France

**280 000 ha** de forêt produisant 500 000 m<sup>3</sup> de bois d'œuvre par an

### Suisse

**180 000 ha** de forêt produisant 460 000 m<sup>3</sup> de bois d'œuvre par an



## LOISIRS, FORÊTS ET PÂTURAGES BOISÉS

Les forêts sont aussi appréciées du public, autour des centres urbains et dans les grandes forêts domaniales (forêt de Chauv, massif du Risoux et forêt du Massacre, forêt de Saint Antoine, forêt de Joux, Levier, la route des Sapins...).

La gestion en **futaie jardinée**, est un atout pour le développement des **activités de pleine nature** : sentier de randonnée pédestre, itinéraires VTT, pistes de ski de fond, promenade en raquettes, chasse, cueillette...

La succession et l'**imbrication** des **pâturages** et **espaces forestiers**, caractéristiques du massif, rend ces paysages attractifs.



© Adrien Michael



### À découvrir en Suisse

(canton de Neuchâtel)  
La Forêt jardinée de Couvet dans le Val-de-Travers

Ballade thématique à la découverte du jardinage des forêts, impulsé par **Henri BIOLLEY**, et pratiqué au Val-de-Travers depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.



[bit.ly/3OUv6Xp](http://bit.ly/3OUv6Xp)



[bit.ly/39kSjlg](http://bit.ly/39kSjlg)



## ZOOM SUR LA CHASSE

La chasse concerne majoritairement les grands ongulés sauvages : **sanglier**, **chevreuils**, **cerfs** et **chamois**.

Les forêts de l'Arc Jurassien sont localement dégradées par les populations de chevreuils et de cerfs.

Au sortir de la 2<sup>de</sup> Guerre Mondiale et jusqu'au début des années 1970, la chasse avait considérablement réduit les populations. En 1976, un plan de chasse avait alors été mis en œuvre pour les augmenter, avec succès. La présence de grands prédateurs, n'étant pas suffisante pour réguler l'impact de ces espèces sur les peuplements forestiers, en particulier les jeunes plants, le plan de chasse vise maintenant, entre autres objectifs, à maintenir les populations de grands ongulés à un niveau acceptable pour les forestiers.

# Un socioécosystème sous tension

Les forêts, **très présentes** dans l'Arc jurassien, sont issues des activités humaines. La **prédominance des épicéas**, en altitude, a été favorisée par **les pratiques pastorales** (essence sélectionnée par le bétail car très résistante à l'abroustissement contrairement au sapin blanc) et par la **sélection forestière humaine** (meilleure valorisation économique que le hêtre). La domination de l'épicéa s'est maintenue après l'arrêt du pâturage en altitude. Les surfaces forestières sont donc **très anthropisées**, du fait des pratiques agricoles et sylvicoles, ce qui entraîne une **dégradation** de leur **état écologique** et augmente leur **vulnérabilité climatique**.

## DES ENJEUX ÉCONOMIQUES ET PATRIMONIAUX

- Les **résineux déclassés**, suite à une **dégradation esthétique** due aux attaques de scolytes, sont valorisés principalement en **pâte à papier** ou **palette** (peu de valorisation en plaquette de chauffage car le broyage et le séchage des résineux sont difficiles), après **exportation** vers le Sud-Ouest de la France ou l'Asie, ou en charpente de 2<sup>e</sup> choix suivant la demande : il y a une **perte** de valorisation économique.
- La **pyrale du buis** impacte, en particulier, la **filière tournerie** pour l'**ameublement** dans le Jura. Le **hêtre** également destiné habituellement à la fabrication de mobilier, risque d'être dirigé majoritairement vers du **bois de chauffage**.

## BILAN DE L'ÉTAT DE SANTÉ DES FORÊTS JURASSIENNES

### 1. Vulnérabilité des peuplements, face au réchauffement climatique

- **Mortalité élevée de l'épicéa** : crise du **scolyte typographe**, en phase épidémique depuis 2018, **successivement** sur les périodes de **sécheresses (2018, 2019, 2020)**, jusqu'à **1 000 m d'altitude**. Les pullulations sont particulièrement observées dans des peuplements monospécifiques d'épicéas, où la diffusion peut être très rapide. Les pessières d'altitudes du Haut-Jura sont pour l'instant relativement épargnées, ainsi que les peuplements forestiers plus mélangés.

- **Mortalité du sapin pectiné** : également affaiblis par les épisodes de sécheresse de ces dernières années, les sapins se retrouvent attaqués par des scolytes, non pas le typographe, mais des insectes parasites comme le **spinidenté** et le **curvidenté**. Moins agressifs que le typographe, ils engendrent des mortalités de sapin plus **disséminées**.



Sapin pectiné et épicéa sont majoritairement malades à des **altitudes inférieures à 800 m** où ces essences sont en **limite** de leur **optimum écologique** (l'épicéa vit au-delà de 1 000 m, le sapin au-delà de 700-800 m).

### 2. Vulnérabilité des peuplements, face aux invasions de bioagresseurs exotiques importés

- **La pyrale du buis**, papillon nocturne originaire d'**Asie** (dont les larves se nourrissent des feuilles de buis), a été **introduite** accidentellement en France, suite à l'implantation de **plants venant de Chine** dans les parcs des collectivités et jardins privés. Observée depuis **2017**, en Bourgogne Franche-Comté, elle engendre des **mortalités importantes** et des défoliations totales sur la buxaie\*.



La Pyrale du buis.

- **La chalarose du frêne**, champignon pathogène originaire d'**Asie**, a été détectée en **2008** en Haute-Saône. Il atteint les frênes du massif jurassien depuis 10 ans, causant des **dégradations importantes**.



Infection du houppier, avec « descente de cime » sur un frêne adulte.



Pour aller plus loin :  
**scolytes et épicéas**  
(PNR du Haut-Jura)



bit.ly/3KDLqIV

Scolyte typographe.

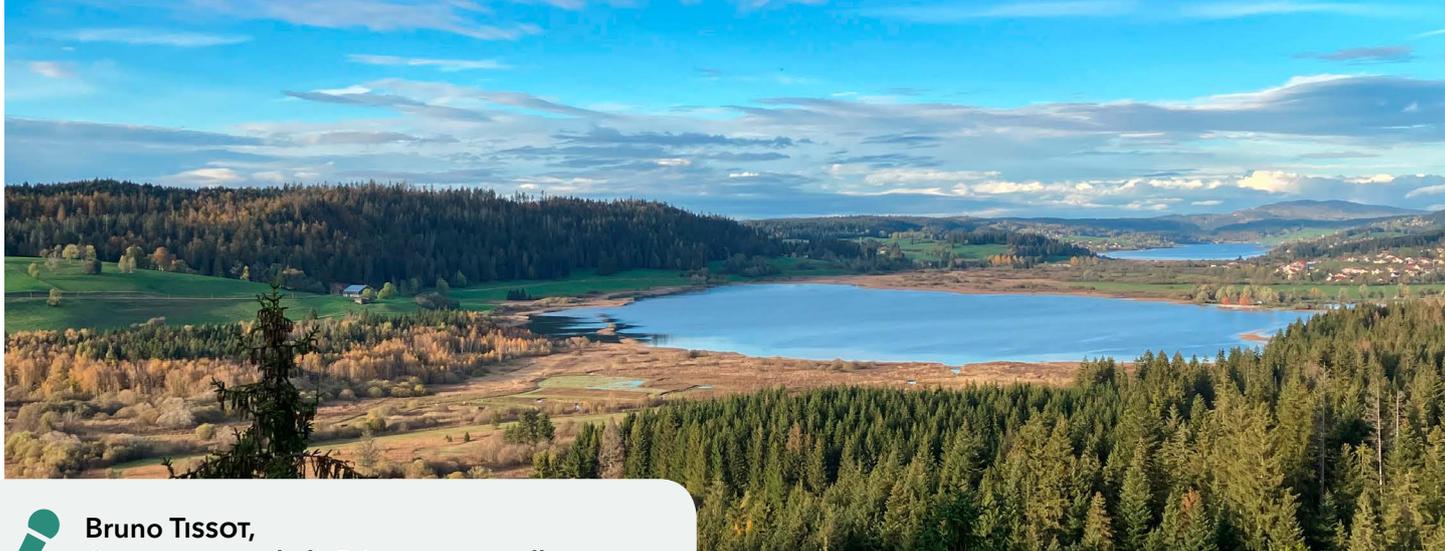
- **Dépérissement du hêtre** : apparu au **printemps 2019**, après l'exceptionnelle **sécheresse** de 2018. Ils demeurent assez concentrés sur les avant-monts jurassiens et sur le premier plateau en marge.



Épicéa, Sapin, Hêtre :  
**des arbres qui souffrent de la sécheresse**  
(Office National des Forêts)



bit.ly/378tWGK



**Bruno TISSOT,**  
Conservateur de la Réserve naturelle  
nationale du lac de Remoray

« La forêt est une hêtraie-sapinière, parsemée d'épicéas, actuellement en train de mourir. Les sapins, pourraient être prochainement affectés par le même phénomène et seuls les hêtres, en plein retour, semblent reprendre leur place par rapport aux résineux. Le paysage forestier va changer dans les années à venir au sein de la réserve. »



**Axel PEYRIC,**  
Chargé de mission forêt et Grand Tétrás,  
Parc naturel régional du Haut-Jura

« La plus grosse lacune de la forêt haut-jurassienne française, c'est le manque de bois mort. Même si la gestion en futaie irrégulière, nous permet d'avoir du bois mort, on pourrait avoir des quantités bien plus élevées. »  
« L'absence de gros bois morts en forêt, limite la présence de certaines espèces, des espèces généralement très importantes, en particulier pour le renouvellement forestier. »

La réserve naturelle du lac de Remoray vue du belvédère des deux lacs.

## FACTEURS DE RÉGRESSION DES FORÊTS ET DE DÉCLIN DE LEUR BIODIVERSITÉ

- Parmi les principales causes du déclin de la biodiversité dans les forêts, la **disparition des très vieux arbres** et du **bois mort** menace la survie de 30 % des espèces forestières européennes.
- **Les coupes franches** (coupe à blanc), peuvent localement condamner la présence d'un habitat forestier et/ou d'espèces forestières remarquables. Le passage des engins favorise l'installation de plantes invasives.
- **La multiplication des accès au cœur des forêts**, souvent nécessaires pour en extraire le bois et faire fonctionner l'économie forestière, constitue autant d'opportunités pour les **pratiquants de sports motorisés** de s'adonner à leur loisir, en risquant de perturber la faune et la flore forestières.
- **Pression du gibier** : Les effectifs de **chevreuils**, **cerfs** et **sangliers** sont en **augmentation**, ce qui se traduit par une hausse des **dégâts** en forêts, en particulier sur la **régénération**. Il est donc difficile de repiquer des plants dans des zones ravagées par les scolytes ou encore de favoriser des mélanges d'essences (en chênaie-hêtraie, le chêne beaucoup plus appétent pour le gibier que le hêtre, est systématiquement consommé).

## FORÊTS FRANÇAISES ET FORÊTS SUISSES : DES DIFFÉRENCES DE GESTION

En France, les **forêts privées** ne peuvent être gérées que par leurs **propriétaires** (loi de la propriété privée 1989). Ces derniers peuvent s'associer à un gestionnaire, pour ce qui est de l'expertise et de l'entretien. Cela engendre une **complexité de gestion** de la forêt privée qui apparaît très **morcelée**\*. À l'inverse le **forestier suisse** (service public) est autorisé à gérer autant la forêt **privée** que la forêt **publique**, ce qui simplifie la gestion et augmente l'efficacité des actions menées.

Les **communes françaises**, très **dépendantes** de la **ressource forestière** (50 % de leur budget), se retrouvent profondément impactées par la **crise économique**, faisant suite aux dégâts du scolyte sur l'épicéa.

A contrario, en **Suisse**, la forêt est reconnue d'intérêt général, ce qui conduit à des **recettes forestières marginales** dans le revenu des cantons. La gestion reposant sur une **valorisation économique moindre**, elle est davantage orientée vers la **préservation** des forêts. Cependant, l'exploitation est devenue très coûteuse et conduit à **vendre à perte** (exportation du bois d'œuvre ou bois de chauffage vers la France) ce qui engendre un **vieillessement** de la forêt, favorable à la biodiversité dans un premier temps.

© Quentin Ebrard - ONF



Partie clôturée :  
dynamique végétale

Partie accessible aux ongulés :  
tapis de feuilles mortes

**Grillages** et autres **protections** contre les cervidés peuvent être mis en place, mais leur installation est coûteuse et ne peut couvrir tous les peuplements. Il est donc important d'adapter la population d'animaux présents à la capacité d'accueil de la forêt en travaillant avec les professionnels de la **chasse**.

# Agir pour préserver la qualité des forêts

Progressivement, la prise en compte de l'ensemble des composantes naturelles de la forêt (pédologie, biodiversité...) s'est généralisée dans les écoles forestières. Dans les années 90, on observe ainsi la mise en place d'une nouvelle vision de la forêt avec une politique de **multifonctionnalité** (p. 12 📖). Le forestier doit à présent répondre à une demande économique, mais également aux préoccupations sociales et environnementales.

Les **pullulations d'insectes ravageurs** et les **dépérissements** d'arbres observés suite aux **épisodes de sécheresse**, affaiblissent les peuplements et il est **difficile** de prévoir **l'évolution des peuplements forestiers** du Jura, sans compter que la **dynamique forestière** est beaucoup plus **lente** que la dynamique des prairies.

## AGIR POUR UNE GESTION FORESTIÈRE DURABLE

### ○ Lutter face au scolyte typographe

Détecter **précocement** les arbres colonisés, encore porteurs de typographes



Utiliser des phéromones pour attirer les insectes sur des arbres-pièges ou pièges artificiels a un intérêt très limité par rapport à leur coût

Exploiter **rapidement** et extraire ces bois colonisés

Exploiter des arbres rouges ou morts avec écorce décollée, ne présente plus aucun intérêt pour la lutte (les insectes ayant déjà quitté l'arbre).



[bit.ly/3KRzrYn](https://bit.ly/3KRzrYn)



**Pour aller plus loin, la lutte contre le typographe**  
(Département de la Santé des Forêts)



**François GILLET,**  
Écologue, Chrono-environnement

« Il faut des siècles pour aboutir à un peuplement arboré équilibré, adapté aux conditions pédoclimatiques. Aujourd'hui, il y a beaucoup d'incertitudes sur le devenir des forêts. Il est probable que certaines espèces de basses altitudes, soient plus à même de résister aux changements climatiques observés. »

## QUEL DEVENIR POUR LA FUTAIE JARDINÉE ?

Face aux effets du **réchauffement climatique**, et en particulier la diminution du peuplement d'épicéas, il est possible que les **feuillus** prennent le pas sur les résineux. Cela représente, par ailleurs, un avantage pour la diversité végétale (ombre en été et plus d'apport de lumière l'hiver suite à la chute des feuilles, ce qui est favorable au développement d'autres espèces).

La **futaie jardinée**, ayant pour rôle de maintenir un renouvellement forestier, va potentiellement devoir **s'étendre à des essences feuillues**.



La futaie jardinée couvre déjà 85 % du Parc naturel régional du Haut-Jura, territoire qui présente des **conditions pédoclimatiques** en adéquation avec ce mode de gestion.

- **Travailler à la résistance et à la résilience des peuplements, en favorisant les espèces adaptées aux sols** (services d'État, Parc naturel régional du Haut-Jura, Office national des forêts, propriétaires et gestionnaires forestiers privés...)

➔ **Maintenir et favoriser l'hétérogénéité** des peuplements forestiers : diversité d'essences, âges, de tailles...

**Encourager la futaie jardinée irrégulière** (p. 12 📖)  
Forme de sylviculture fondée sur l'observation des cycles de renouvellement : les prélèvements se font dans toutes les classes d'âge, hauteurs et essences d'arbres, ce qui assure des profits et préserve la régénération forestière, via la formation de clairières.



Attention aux **modes de gestion** : les forêts plantées simultanément présentent un intérêt moindre pour la biodiversité. Le Grand Tétras (p. 9 📖) qui a besoin d'une grande diversité d'habitats, à la fois boisés et moins boisés, est menacé d'extinction.

**Modifier les pratiques avec le concours Sylvotrophée** du Parc naturel régional du Haut-Jura

### Objectifs

- Encourager l'adoption de pratiques de gestion **conciliant enjeux socio-économiques et environnementaux**, auprès des propriétaires et des gestionnaires forestiers
- Entretenir et accroître la **cohésion** entre les acteurs (écologues, forestiers, usagers), malgré des approches différentes d'un même milieu, par le partage de connaissances et de techniques



**Sylvotrophée**  
(PNR du Haut-Jura)

**Critères analysés : environnementaux** (indicateurs de biodiversité, présence de bois mort, de corridors écologiques\*, densité des peuplements...), **économiques, sociaux**



[bit.ly/3yiUNLn](https://bit.ly/3yiUNLn)



**Mathieu MIRABEL,**  
Département de la Santé des forêts de  
Bourgogne Franche-Comté

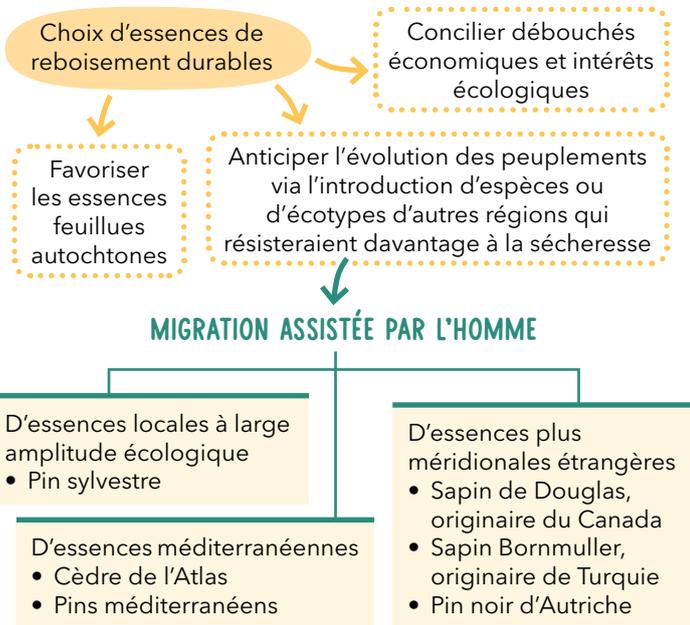
« Ce qui est planté aujourd'hui, les choix qui sont fait le sont dans un objectif de 2100 voir 2150. Toute la difficulté est de prendre le pari d'installer des essences qui seront adaptées au climat d'aujourd'hui et de demain [...] Face à un réchauffement rapide est-ce les peuplements forestiers auront le temps de s'adapter ? Il n'y a pas d'essences miracles. Il faut gérer au mieux l'existant et l'enrichir avec de nouvelles essences. »

### ○ Choisir des essences de reboisement : un défi pour les forestiers

#### PLAN DE RELANCE 2021

Aide financière de l'État français, orientée prioritairement vers la **reconstitution des peuplements sinistrés**, que sont :

- les pessières de basses altitudes (inférieures à 700 m)
- les peuplements de frêne touchés par la chalarose.



Les essences, en particulier étrangères, posent question : perturbation des écosystèmes locaux, vulnérabilité face au gel...



#### DES PARCELLES EXPÉRIMENTALES : LES ÎLOTS D'AVENIR

Gérées par ONF (Office National des Forêts), CRPF (Centre Régional de la Propriété Forestière) et le Conseil Régional, ces petites parcelles (entre 2 et 4 ha) font l'objet d'introduction d'espèces plus méridionales, en mélange, à titre expérimentale (protocole et suivi sur le long terme).

## AGIR POUR LA CONSERVATION

### ○ Une Réserve Biologique Intégrale au Lac de Remoray

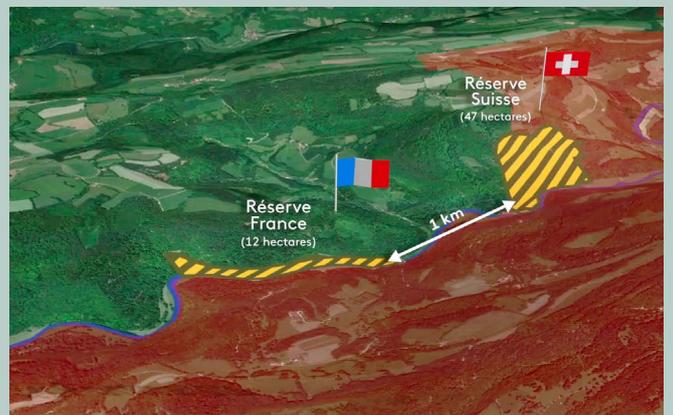
Anciennement exploitée, en particulier pour du bois de chauffage, la forêt de la Réserve Naturelle Nationale du Lac de Remoray est désormais classée en réserve biologique intégrale. Après 25 ans de discussion, elle est aujourd'hui propriété de l'État et **exempte de toute valorisation économique** : un véritable **laboratoire à ciel ouvert** pour suivre le **renouvellement naturel** des forêts sur **70 ha**, sans aucune intervention de l'Homme. Cela a notamment permis la conservation des derniers gros arbres de la région, mesurant jusqu'à 50 mètres de haut !

### ○ Achat de surfaces forestières par des associations environnementales

Le **Conservatoire d'Espaces Naturels de Franche-Comté**, a mené plusieurs actions de conservation du patrimoine forestier, en devenant notamment propriétaire de parcelles forestières, pour lesquelles des actions de préservation ont été engagées.

L'association **suisse Pro Natura**, a racheté **12 ha de forêts en France**, en **lisière du Doubs**, pour en faire une **réserve naturelle**. L'association va louer son droit de pêche, associé à ce terrain, à l'association de pêcheurs **La Franco-Suisse** : une coopération entre pêcheurs et défenseurs de l'environnement pour la préservation de la biodiversité.

© France 3



Les réserves à Clairbief et en France de Pro Natura.

**Une forêt française devient une réserve naturelle gérée par l'association suisse Pro Natura**

(Le blog de la Loue et des rivières comtoises)



**Marc TOURRETE,**  
responsable des  
réserves naturelles  
Pro Natura Jura



bit.ly/3ydD2NI

« En terme de conservation, c'est toujours intéressant d'agrandir les réserves. Plus l'habitat est important, plus on a des chances de conserver une population. »

# De la recherche collaborative à la gestion adaptative

## QUELLES SERONT LES FORÊTS DE DEMAIN ?

### ÉTUDE DE LA VULNÉRABILITÉ DES FORÊTS FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le réchauffement débuté dès le XX<sup>e</sup> siècle va se poursuivre au cours du XXI<sup>e</sup> siècle. Il sera accompagné d'une augmentation de la fréquence des sécheresses. De telles conditions vont impacter l'évolution des peuplements forestiers. Les essences sensibles aux canicules risquent de dépérir localement, il est indispensable de tenir compte de la qualité des sols au moment de choisir les espèces des nouvelles plantations.

Prévision de l'évolution des **conditions climatiques**

Localisation et évaluation des surfaces forestières **vulnérables**

Choix d'un **aménagement durable** des forêts

#### • Températures

→ **Températures minimales et maximales**

#### • Précipitations

→ **Bilan hydrique** = Précipitations - Eau transpirée par les plantes et évaporée par le sol

→ **Réserve en eau accessible aux plantes** (Réserve utile en eau)

► **Démarche : observation** des normales mensuelles (température, précipitations) sur le **terrain** (une cinquantaine de stations), entre 1981 et 2010 par Météo-France, et **simulation** de scénarios pour 2100. Les simulations ont été menées suivant le **modèle A1B intermédiaire** (GIEC 2007), situé entre le scénario B1 (optimiste par rapport à l'évolution des émissions de gaz à effet de serre au niveau global) et le scénario A2 (pessimiste).

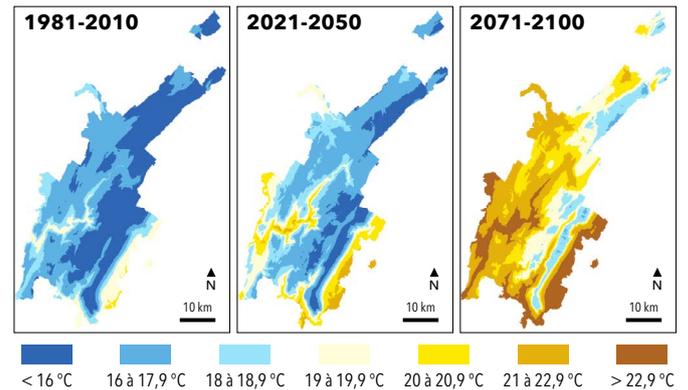
#### ► Bilan

- Les mois de **janvier** et **juillet** pourraient voir une **augmentation** de **2,5** et **4,6 °C** au cours du 21<sup>e</sup> siècle.
- Le **bilan annuel de l'eau** sera de plus en plus **déficitaire**, passant de **1 500 mm** à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, ce qui est satisfaisant pour la végétation arborée, à **1 000 mm** un siècle plus tard. Cependant, le bilan hydrique de **juillet**, sera encore suffisant pour les **exigences** des trois essences majoritaires sur le massif (**hêtre**, **sapin** et **épicéa**).
- Le **vrai problème** est celui des **années sèches** : extrêmes comme en 2003 (températures supérieures à 30 °C sans pluie sur plus de 15 jours). Ces années seront rares jusqu'en 2050, mais **plus fréquente** par la suite. Les arbres (épicéa, sapin, hêtre) subiront des **dommages irréremédiables** sur de nombreuses parcelles dotées de **sols superficiels**.

### Étude menée sur les forêts du Parc du Haut-Jura

(Daniel JOLY, Eric LUCOT, CNRS, Université de Franche-Comté)

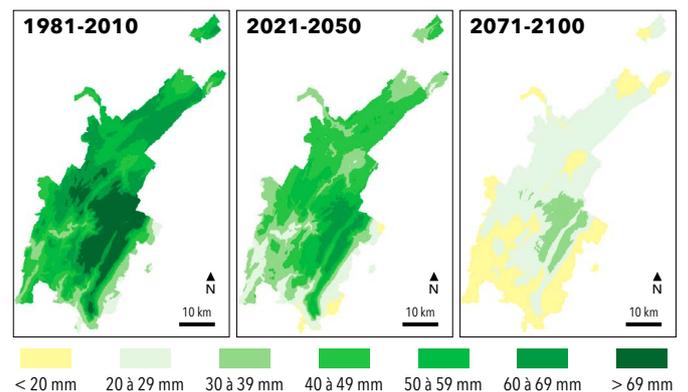
#### (a) Évolution des températures moyennes de juillet



- **1981-2000** : les températures **basses** occupent l'essentiel des **plateaux** du Jura et de la **haute chaîne**. Les températures les plus élevées (> 20 °C) se localisent dans le Pays de Gex et au fond des vallées.
- **2071-2100** : les aires les plus **fraîches** (16 - 17 °C) seront, confinées au **Risoux** tandis que les **valeurs supérieures à 23 °C** se disperseront sur les plaines et vallées.

L'étude réalisée sur tous les mois de l'année révèle la même tendance, juillet-août étant les plus chauds attendus.

#### (b) Évolution du bilan hydrique (mm d'eau) de juillet



Le **bilan hydrique**, malgré une **diminution** sensible à partir de 2050, **restera suffisant** pour la croissance des **trois essences majoritaires** sur le massif (hêtre, sapin et épicéa). Seules les régions de plaine verront leur bilan passer sous le seuil des 20 mm, ce qui peut, localement poser problème.



Certains étés seront plus **secs** que d'autres. Les **années déficitaires**, deviennent plus régulières et critiques après 1990.

Hausse des températures et période sèche de longue durée : **difficultés** pour l'**épicéa**, le **sapin** et le **hêtre** (voir p. 14 📖).

## AGIR CONTRE LA FERMETURE DES PAYSAGES

Embroussaillage des pâturages boisés abandonnés

Disparition d'habitats propres à ces milieux semi-ouverts

**Danger pour la biodiversité**

### Mise en application des plans de GESTION INTÉGRÉE DES PÂTURAGES BOISÉS, suite à projet Franco-Suisse

(voir page p. 10 du livret prairies 📖)

Le projet INTERREG a permis d'aboutir à une méthode de classification des prés-bois, utiliser par les gestionnaires publics et privés spécialisés dans la gestion des **alpages**.



En **Suisse**, les **estivages** (pâturage de montagne), ne peuvent être que **pâturés**, ce qui n'est pas le cas en France. Fauche, fertilisation et casse-cailloux sont interdits.

► **Enjeu** : Maintenir un équilibre entre milieux ouverts et fermés

#### ► Objectifs

- identifier le type de pâturage boisé
- adopter un mode de gestion adapté

Aider les exploitants agricoles et forestiers

**Plan d'exploitation** : adapter la charge en bétail

**Plan de gestion intégré** : instaurer le dialogue entre plusieurs acteurs, notamment entre forestiers et agriculteurs pour évaluer les coûts (plantation ou coupes nécessaires)

1. Classification en **4 classes de pâturages boisés** suivant le **taux de boisement** (allant de milieux très ouverts à très fermés)
2. Caractérisation de la végétation
3. Définition d'un **rendement** brut de la surface pâturée qui permet de déduire un **chargement en bétail**

► **Constat** : le chargement en bétail est souvent trop élevé

► **Perspective** : Recherche d'une méthode similaire pour les Alpes. Le but serait d'harmoniser les méthodes pour disposer d'un seul outil pour le Jura et les Alpes.

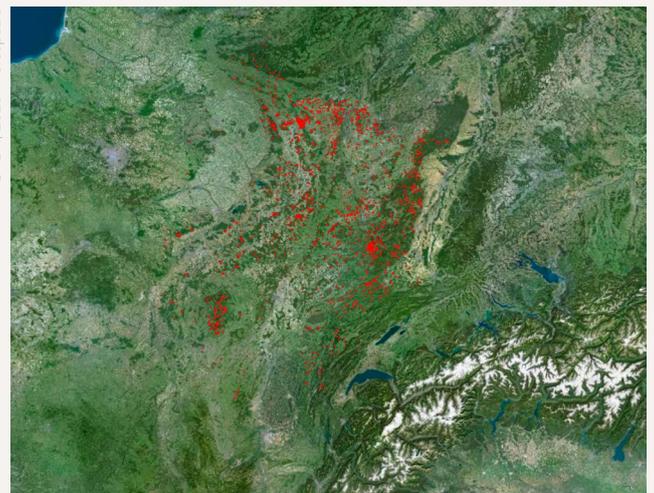
## AGIR CONTRE LE SCOLYTE

Le **Département de Santé des Forêts** de Bourgogne-Franche-Comté, travaille actuellement avec l'**INRAE de Montpellier**, sur l'utilisation de la **télé-détection** par les **images du satellite Sentinel-2**.

► **Objectif** : repérer les foyers de scolytes, le plus rapidement possible, afin de mettre en place une lutte efficace et ainsi enrayer la contamination.



Télé-détection de foyers sur la commune de Choux (39) en mars 2019 et on peut également voir les arbres infestés aux abords en raison de leur dépérissement (arbres gris).



Télé-détection des foyers d'attaques de scolytes en mars 2019, dans les régions Grand-Est et Bourgogne-Franche-Comté.



**Yvan MATHEY**,  
association environnementale suisse  
Pro Natura

« Mettre trop de bétail sur plusieurs années met à mal la régénération spontanée et, à l'inverse, si on ne met plus assez de bétail et que les forestiers ne font plus de coupe de bois, on revient très vite à des dynamiques forestières qui sont très difficiles à contrecarrer : l'abandon, c'est pire que tout. Du point de vue du biologiste, c'est très intéressant les premières années, car on structure très bien le milieu puis, au bout de 8 à 10 ans, la friche s'installe et la qualité de la prairie diminue. »  
« Ce côté dynamique, c'est le côté le plus difficile à appréhender dans la gestion des milieux, c'est là où l'on manque souvent de recul temporel pour savoir si ce que l'on fait est juste et porte ses fruits. »

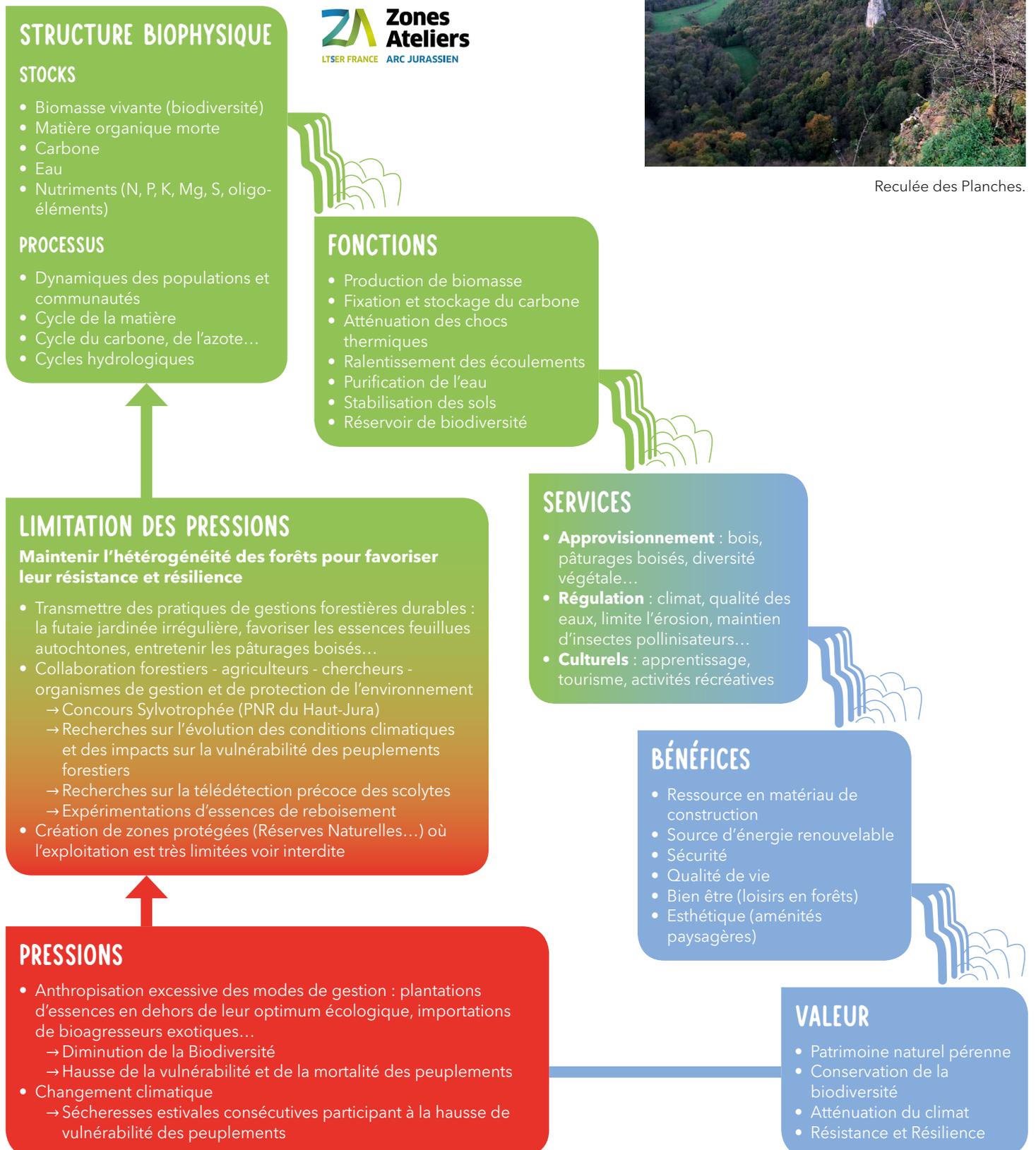
Réserve naturelle du Creux-du-Van dans le Jura suisse,  
canton de Neuchâtel.

© Lukas Bieri



# Les forêts, une imbrication de processus humains et écologiques

## LA CASCADE DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DES FORÊTS DU MASSIF DU JURA



# FAIRE DE LA RECHERCHE DANS LES ZONES ATELIERS



## LES ZONES ATELIERS, DES LIEUX PRIVILÉGIÉS POUR LES ÉTUDES SCIENTIFIQUES

Une Zone atelier, c'est un espace labélisé dans lequel des laboratoires de recherche étudient les relations entre l'homme et son environnement.

## OBSERVER PENDANT DE LONGUES PÉRIODES

Pour comprendre l'évolution des milieux naturels, il faut pouvoir les étudier longtemps, souvent pendant plusieurs dizaines d'années.

## COMPRENDRE GLOBALEMENT

Pour comprendre les interactions entre l'Homme et la Nature, il faut mener en même temps des études dans des disciplines très différentes : géologie, biologie, sociologie, économie...



© Patrick Giraudoux

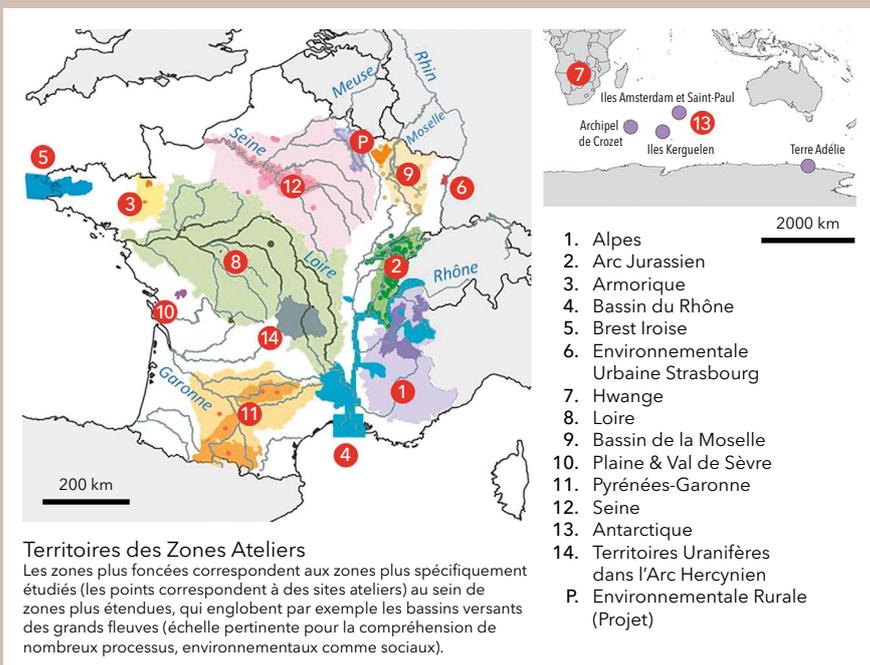
Charquemont, Doubs, 880 m alt., 29 juillet 2016 : concertation avec un collectif d'éleveurs sur le résultat de la diversification des assolements dans une zone de démarrage des pullulations de campagnol terrestre.

## PARTAGER LA RECHERCHE POUR TRANSFORMER LA SOCIÉTÉ

La recherche n'appartient pas qu'aux chercheurs ! Les zones ateliers sont des lieux de partage des savoirs et des expériences entre tous les acteurs.

## UN RÉSEAU NATIONAL ET INTERNATIONAL

Il existe 14 zones ateliers françaises où tous les grands écosystèmes sont représentés : des rivières aux montagnes en passant par les écosystèmes côtiers, urbains ou agricoles. Le réseau des zones ateliers fait partie d'un consortium mondial de recherche à long terme sur les milieux naturels.



# GLOSSAIRE

Les mots annotés d'un astérisque (\*) dans ce livret sont définis dans le glossaire.

**Anthropisation** : transformation qu'exerce l'être humain sur l'environnement par l'entremise d'une activité (activité d'origine anthropique)

**Aquifère** : couche souterraine de roches poreuses ou fissurée perméables à l'eau ou de matériaux non consolidés (gravier, sable ou limon) capable de contenir une nappe d'eau souterraine (dans ses pores, joints et fissures) en mouvement.

**Buxaie** : peuplement de buis

**Chablis** : arbre déraciné, sans intervention de l'homme, du fait d'un orage ou du vent par exemple.

**Coupe à blanc** : coupe, en une seule opération, de la totalité ou de la presque totalité des arbres d'un peuplement forestier.



Coupe forestière.

**Corridor écologique** : milieux assurant des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie (haies, bosquets...).

**Dendro-microhabitat** : microhabitat associé spécifiquement à la structure normale ou pathologique d'un arbre (cavités, bois mort, fente...).

**Ecotourisme** : concept de voyage responsable dans les espaces naturels et découverte de la nature.

**Érosion des sols** : Érosion des sols (ici érosion hydrique) : action exercée par l'eau de pluie qui ruisselle et qui a pour effet d'enlever une certaine épaisseur de la partie supérieure du sol. Elle est souvent amplifiée par certaines méthodes de gestion (travail du sol, absence de couvert végétal...).

**Estive** : pâturage de montagnes

**Futaie jardinée irrégulière** : mode de gestion durable de la forêt, visant à concilier la préservation de la biodiversité et l'exploitation de la ressource en bois, en favorisant un renouvellement spontané naturel. Les coupes sont régulières mais dirigées, de manière à choisir des arbres matures et des bois de qualité, tout en maintenant une diversité d'essences, d'espèces, de classes d'âge, de tailles et de diamètres. Ce type de gestion est favorable à une plus grande résistance et résilience des écosystèmes forestiers face aux changements climatiques.

**Grume** : Tronc de l'arbre abattu, écimé et débarrassé du houppier ainsi que des branches.

**Humus** : Terre brune noirâtre provenant de la décomposition de débris végétaux et/ou animaux dans le sol et qui contribue à sa fertilité.



Humus.

**Morcellement** : lorsque les terrains, agricoles ou forestiers, sont fractionnés en petites surfaces et éloignés les uns des autres.

**Pédo-climatique** : relatif au climat interne du sol, résultant de l'action de facteurs climatiques généraux (pluies, températures...) et celle de facteurs liés au sol (aération...).

**Pelouse sèche** : végétation généralement rase présentant des cailloux affleurants et un sol peu épais. Elle est soumise à



Sous-bois.

des conditions d'aridité une partie de l'année en raison de la nature du sol : drainant (réserve en eau limitée) et peu épais. Néanmoins la hauteur de la végétation peut varier en fonction de la profondeur de sol et de l'exposition. Les pelouses sont souvent issues de pâtures anciennes, façonnées par le défrichement. Elles présentent de forts enjeux de biodiversité : abritent 26 % des plantes protégées en France, diverses plantes médicinales et de nombreux papillons. Pourtant, 50 à 75 % des pelouses sèches ont disparu en France, depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle (essentiellement reboisée suite à l'abandon des pratiques agricoles).

**Réseau européen Natura 2000** : sites naturels ou semi-naturels de l'Union européenne ayant une grande valeur patrimoniale, par la faune et la flore exceptionnelles qu'ils contiennent.

**Réserve utile en eau** : quantité d'eau que le sol peut stocker et restituer à la plante

**Stress hydrique** : état dans lequel se trouve une plante, lorsque la quantité d'eau transpirée est supérieure à la quantité qu'elle absorbe.

**Sylvopastoralisme** : Technique consistant à faire pâturer des troupeaux dans une parcelle boisée, en adaptant la pression du troupeau à la ressource alimentaire disponible, de façon que les arbres ne souffrent pas de la présence des animaux.

**Taillis simple** : pratique de coupe forestière, basée sur la multiplication végétative des rejets de souche des arbres feuillus, coupés tous les 20 à 25 ans. Technique très employée, jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

**Taillis-sous-futaie** : bois composé d'un étage supérieur en futaie, arbres de réserve, et d'un étage inférieur en taillis simple, coupé tous les 20 ou 30 ans.

## DANS LA MÊME COLLECTION



Livret  
**Tourbières et lacs**



[bit.ly/3KJAnzm](https://bit.ly/3KJAnzm)



Livret  
**Karst et rivières**



[bit.ly/3emaCJA](https://bit.ly/3emaCJA)



Livret  
**Prairies**



[bit.ly/3wW4kGL](https://bit.ly/3wW4kGL)



# VALORISER ET SENSIBILISER À TRAVERS UN OUTIL DE MÉDIATION

## CONCEPTION ET RÉDACTION

Clémence ISAC, Université de Franche-Comté / Saline Royale d'Arc-et-Senans

## RESPONSABLE SCIENTIFIQUE DU LIVRET

Daniel GILBERT et François GILLET,  
Université de Franche-Comté

## COMITÉ SCIENTIFIQUE

Patrick GIRAUDOUX - Vincent BICHET - Emilie GAUTHIER -  
Éric LUCOT - Emmanuel GARNIER - Paul DELSALLE (Université  
de Franche-Comté)

## REMERCIEMENTS

Éric MOSIMANN (MONTANUM Sàrl), Axel PEYRIC (PNR du Haut-  
Jura), Bruno TISSOT (RNN du Lac de Remoray), François JANEX  
(CRPF BFC), Mathieu MIRABEL (DSF, DRAAF BFC),  
Catherine MERCIER (SRFOB, DRAAF BFC), Pierre FEUVRIER  
(FD des Chasseurs du Doubs), Anne-Laure BORDERELLE  
(OFB), Luc BETTINELLI (CEN), Thomas CHEVALIER (LPO BFC),  
Yvan MATTHEY (ProNatura), Victor FROSSARD - Marc GOUX  
(SOS Loue et Rivières Comtoises), Bruno VERMOT-DESROCHES  
(Météo France), Audrey TAVERNIER (Grande Saline),  
Isabelle BRUNNARIUS (France 3)

Ce livret a été conçu en partenariat  
avec le Parc Naturel Régional du Haut-Jura



Livret  
**Forêts**



[bit.ly/3Rr6ztE](https://bit.ly/3Rr6ztE)

Mise en page : Bat Compo  
Impression : L'imprimeur Simon - Ornans - Novembre 2022



Le projet « Arc Jurassien - Homme & Nature »  
est soutenu par le programme  
européen de coopération transfrontalière  
Interreg France-Suisse 2014-2020.



© Clémence Isac