



RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTE

avec le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER)
L'Europe investit dans les zones rurales.

CHANGEMENT CLIMATIQUE : QUEL AVENIR POUR LE DOUGLAS EN BOURGOGNE ?

Guide d'utilisation de la méthode ARCHI appliquée au Douglas (*Pseudotsuga menziesii*)

Christophe Drénou – CNPF-IDF



Sommaire

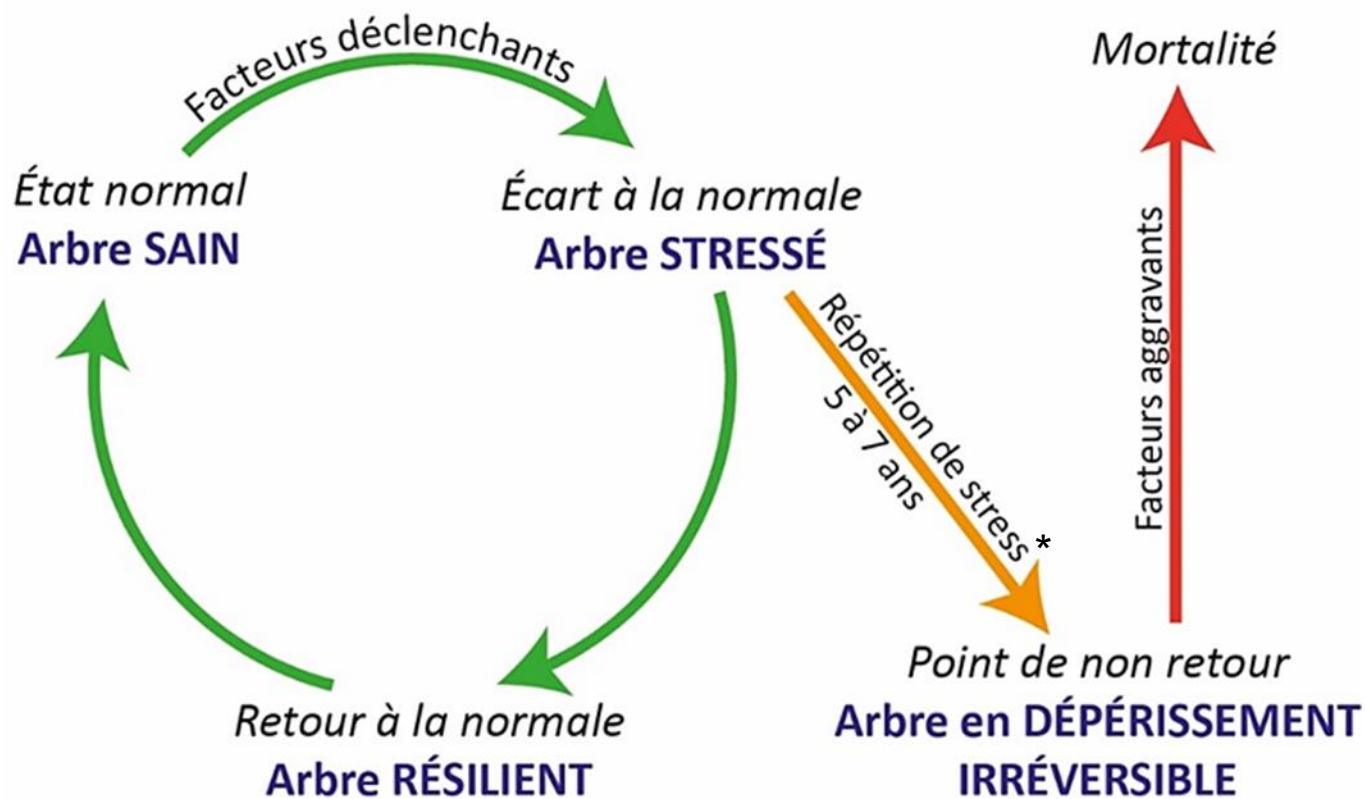
- **1- À quoi sert la méthode ARCHI?**
- **2- Quand observer?**
- **3- Comment observer?**
- **4- Où observer?**
- **5- Qu'observer?**
- **6- Quels sont les différents types ARCHI?**
- **7- Glossaire**
- **8- Bibliographie**

La clé ARCHI se situe à la fin du guide

1- À quoi sert la méthode ARCHI?

- La méthode ARCHI est un outil de diagnostic visuel du dépérissement et des capacités de résilience des arbres.
 - La méthode ARCHI est basée sur une lecture de l'architecture aérienne.
 - La méthode ARCHI caractérise les arbres selon leur état physiologique.
 - La méthode ARCHI interprète les symptômes d'un dépérissement, mais n'identifie pas leurs causes.
- La méthode ARCHI permet de :
 - ✓ diagnostiquer le caractère réversible ou irréversible d'un dépérissement
 - ✓ ne pas être induit en erreur par des symptômes parfois passagers (déficit foliaire, coloration anormale, mortalité, etc.)
 - ✓ ne pas condamner les arbres stressés avant de connaître leur évolution naturelle
 - ✓ conseiller les gestionnaires et propriétaires dans la gestion et le suivi des peuplements

Principe de la méthode ARCHI



* La sortie de cycle vers un point de non retour dépend de la combinaison entre la sévérité et la fréquence des stress

Janvier 2011



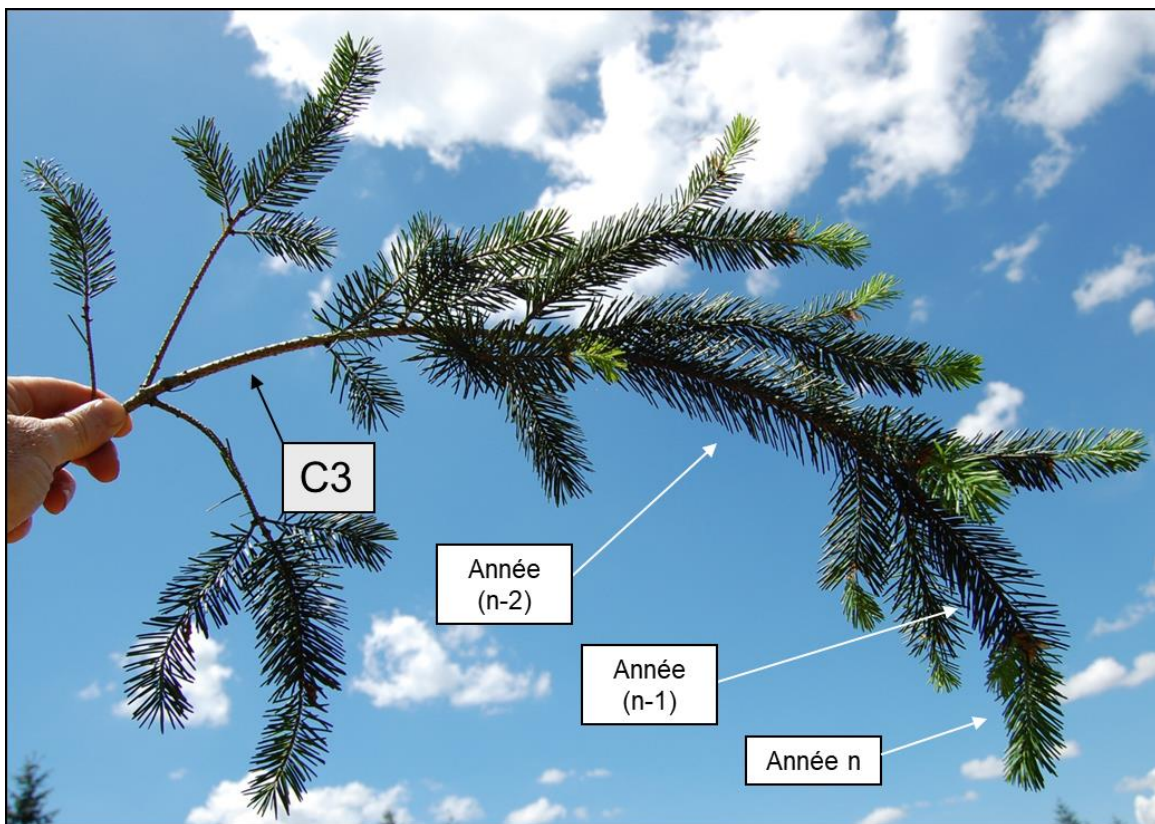
Juin 2014



Le critère du déficit foliaire peut induire en erreur. Exemple d'un Douglas pris en photo à 3 ans d'intervalle. Avec la méthode ARCHI, l'attention porte sur la nature des structures feuillées. Ici, en 2011, le feuillage en grande partie porté par des suppléants* plagiotropes* permettait de diagnostiquer une dynamique de résilience, confirmée en 2014.



Lorsque le feuillage rougit en cime, l'arbre n'est pas nécessairement condamné. De vigoureux suppléants* orthotropes* peuvent apparaître sur le tronc, y compris dans la partie rougissante du houppier.



Caractériser l'état de santé d'une essence résineuse par le nombre de générations d'aiguilles est une source d'erreurs. Ce critère varie en effet selon les catégories d'axes. Pour le Douglas, les axes les plus feuillés sont les C3.

Photo : C. Drénou - IDF

Types d'organes	Catégories d'axes	Nombre de générations d'aiguilles
Organes d'exploration	-Le tronc (catégorie 1 = C1) -Les branches (C2)	1 1 à 2
Organes d'assimilation	-Les rameaux longs C3	3 à 4
Organes de reproduction	-Les rameaux courts C4 -Les rameaux courts C5	2 à 3 1 à 2

2- Quand observer?

- En toute saison.
- Prendre des périodes identiques dans le cas d'une répétition de la notation sur des arbres définis.
- Prévoir un rythme du suivi ARCHI de 3 à 5 ans.
- Après une éclaircie, attendre 2 à 3 ans avant les premières notations ARCHI afin de laisser les arbres s'adapter à leur nouvel environnement.

3- Comment observer?

- Choisir la bonne distance d'observation (trop près : vision « pessimiste »; trop loin : vision « optimiste »; idéalement : Distance = Hauteur de l'arbre).
- Tourner autour de l'arbre pour choisir le meilleur angle de vue.
- En peuplement dense et haut, cumuler les observations partielles réalisées depuis des emplacements différents.
- En montagne, choisir la position amont.
- Utiliser des jumelles (12 x 50).
- Utiliser un appareil photographique pour prendre en photos certains sujets.
- Respecter les différents niveaux d'observation de la clé ARCHI.
- Suivre toutes les étapes de la clé ARCHI.
- Travailler, si possible, en binôme.

4- Où observer?

- L'arbre entier
- Le houppier entier
- Le houppier hors concurrence*
- La flèche*
- La houppier hors concurrence sous la flèche
- Sous le houppier hors concurrence

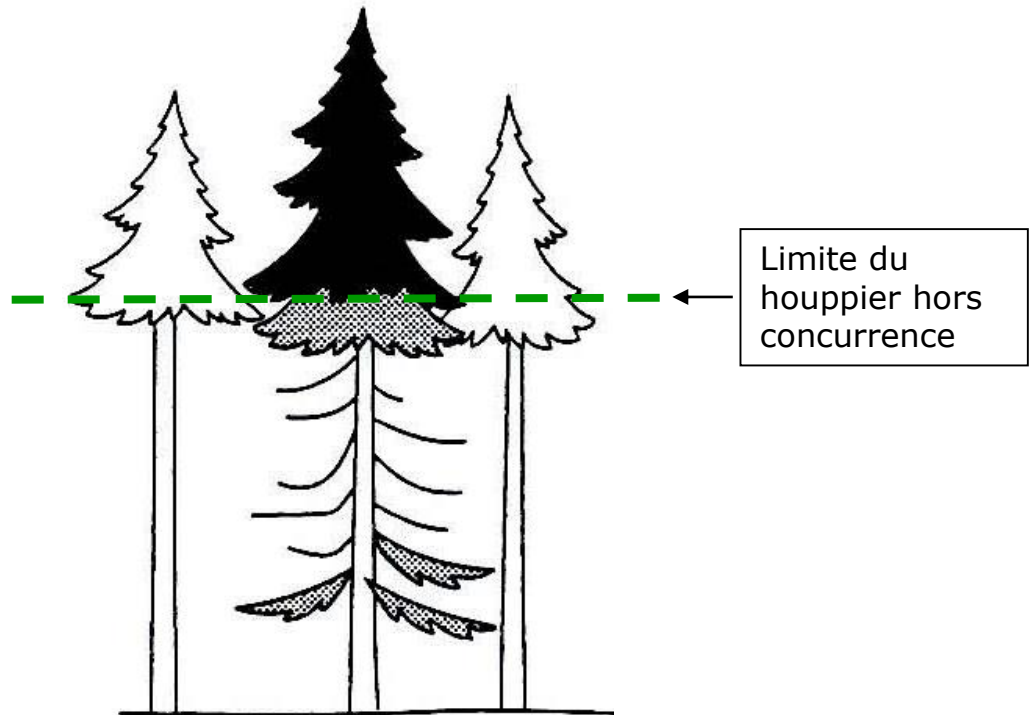
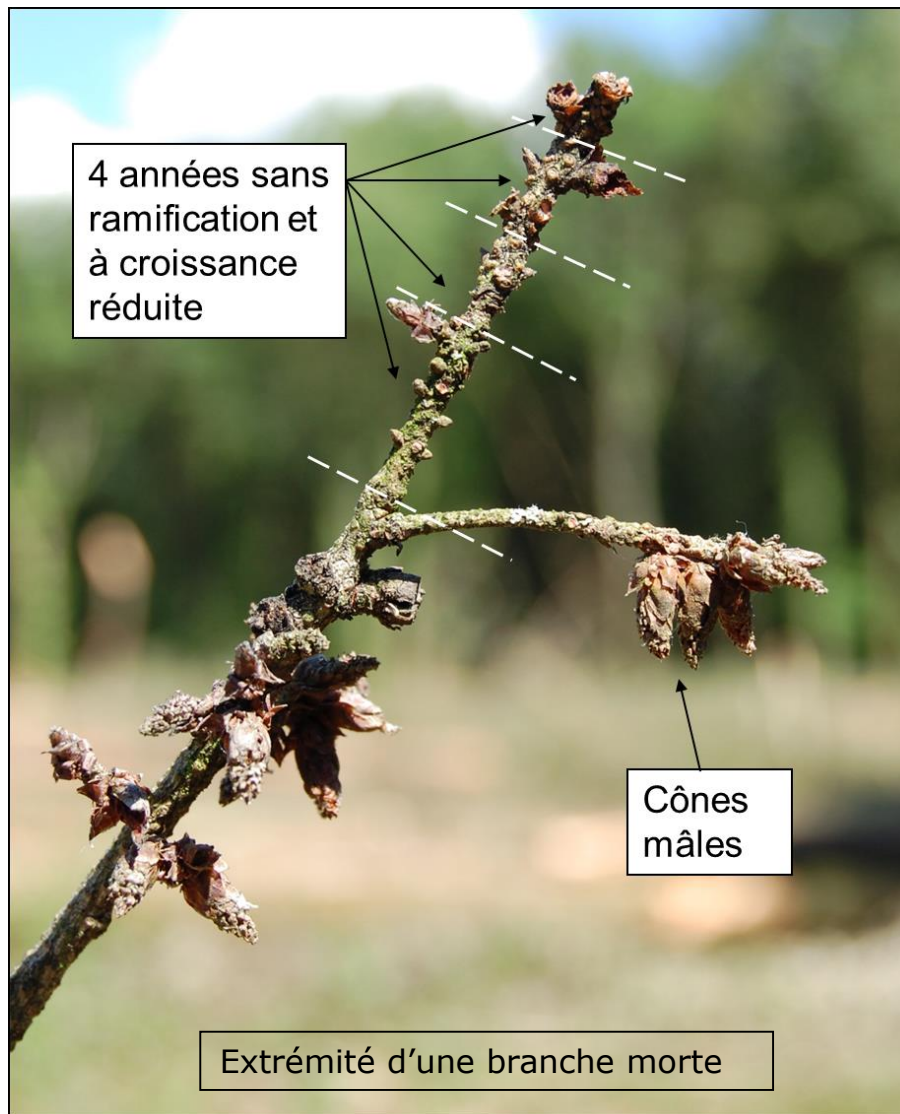


Illustration: DSF

5- Qu'observer?

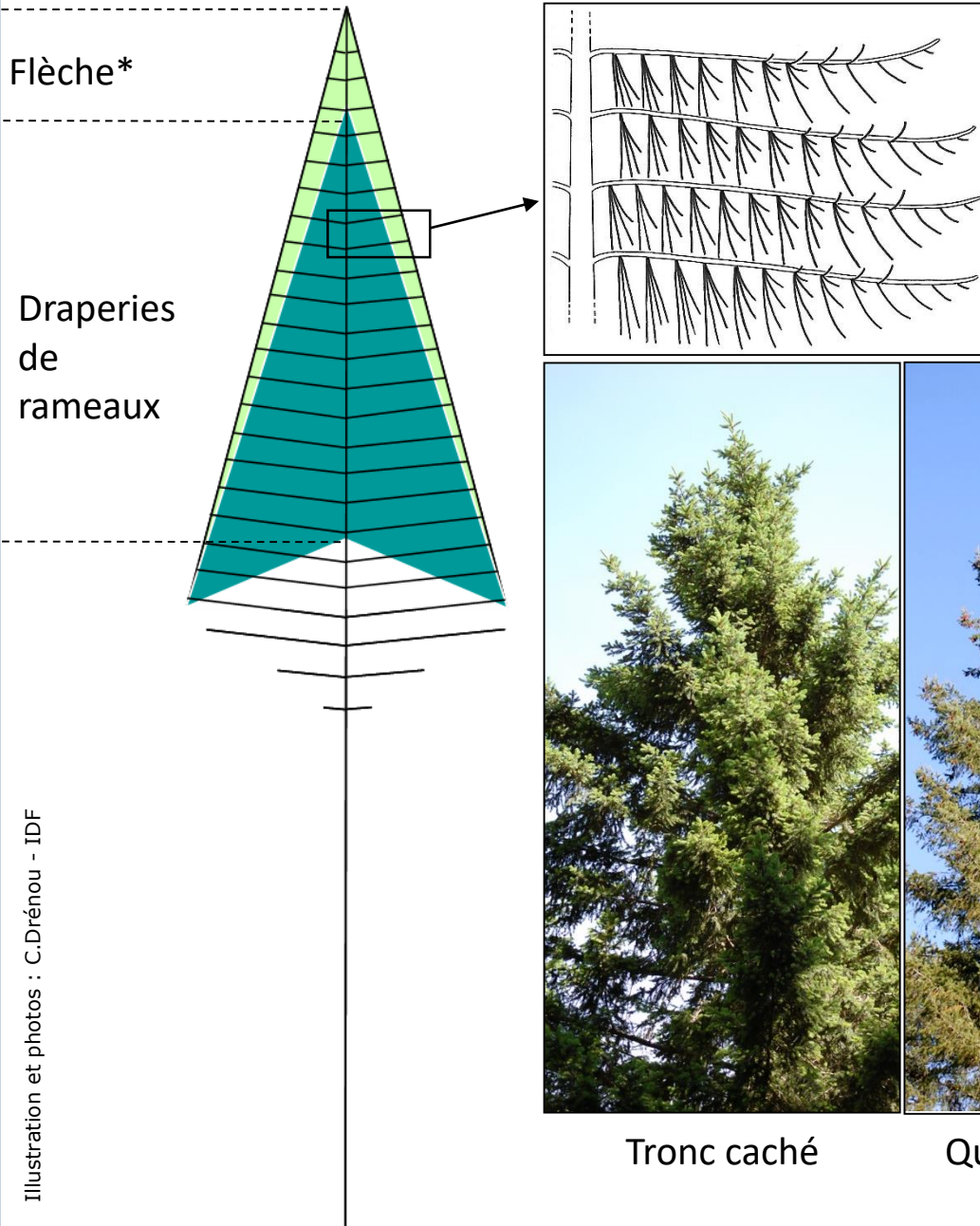
- Les mortalités anormales
- Les colorations anormales
- Les draperies de rameaux
- Les suppléants* (orthotropes, plagiotropes et agéotropes)
- Le déficit foliaire

LES MORTALITÉS ET COLORATIONS ANORMALES



Photos: C. Drénou - IDF

LES DRAPERIES DE RAMEAUX



Tronc caché



Quasi-totalité du tronc caché



Tronc visible

LES SUPPLÉANTS



Suppléants plagiotropes



Suppléant orthotrope



Suppléants agéotropes

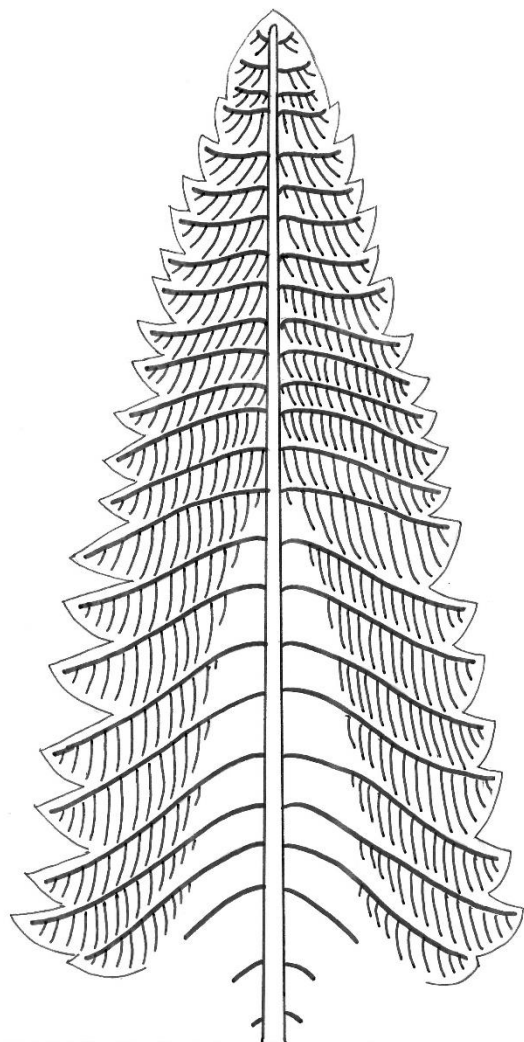
LE DÉFICIT FOLIAIRE

Exemple d'un houpier dont le déficit foliaire est supérieur à 75 %.

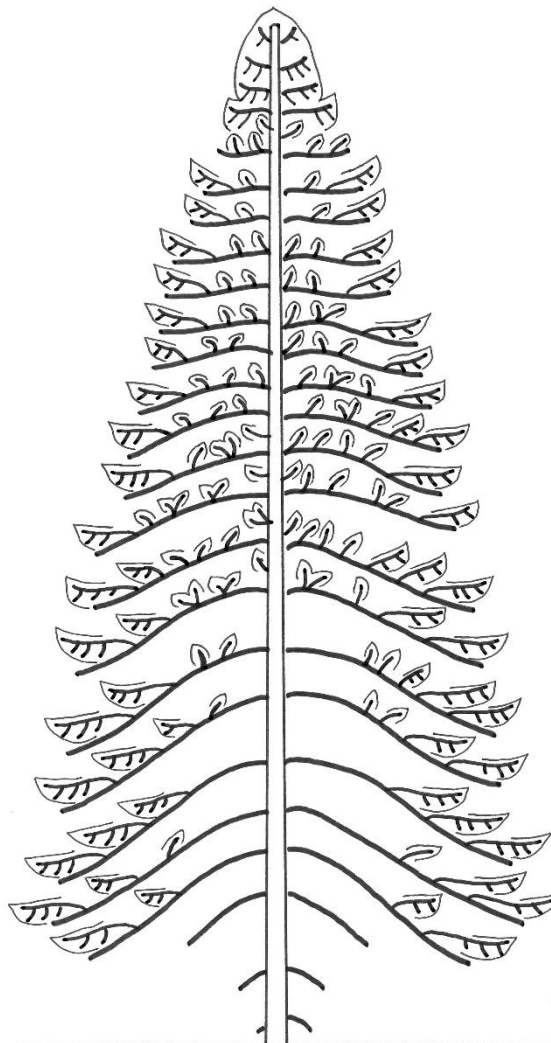


6- Quels sont les différents types ARCHI?

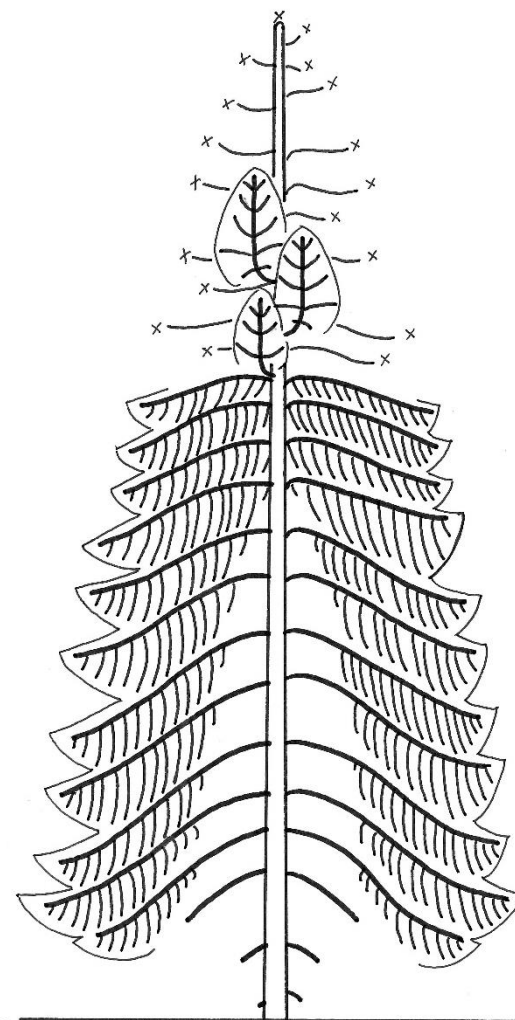
Type ARCHI	Définition
<u>Sain</u>	Arbre dont l'architecture est <u>conforme</u> à son stade de développement
<u>Stressé</u>	Arbre dont l'architecture <u>s'écarte de la norme</u> et dont l' <u>avenir</u> est <u>inconnu</u>
<u>Résilient</u>	Arbre présentant une dynamique de <u>retour à la normale</u>
<u>Descente de cime</u>	Arbre présentant une dynamique de construction d'un <u>nouveau houppier</u> sous la cime d'origine
<u>Dépérissement irréversible</u>	Arbre bloqué dans une situation de <u>non retour à la normale</u>



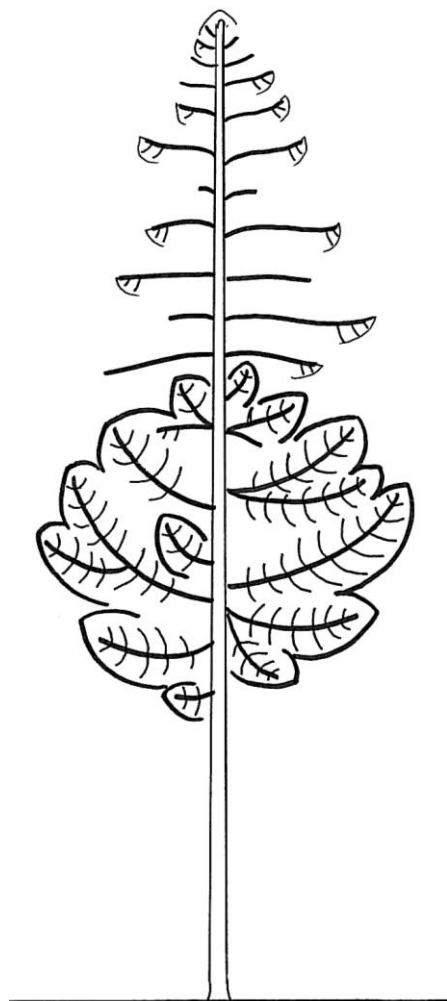
Sain (Sa)



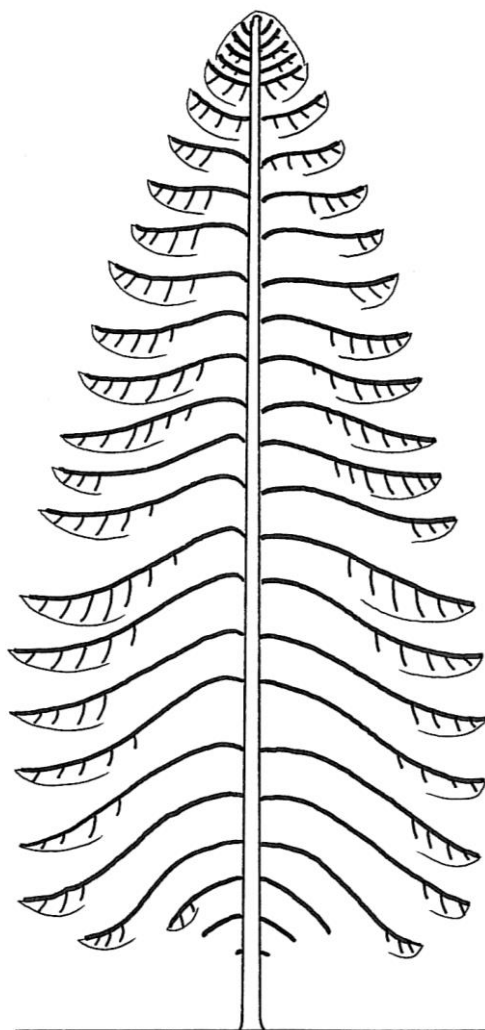
Résilient (R1)



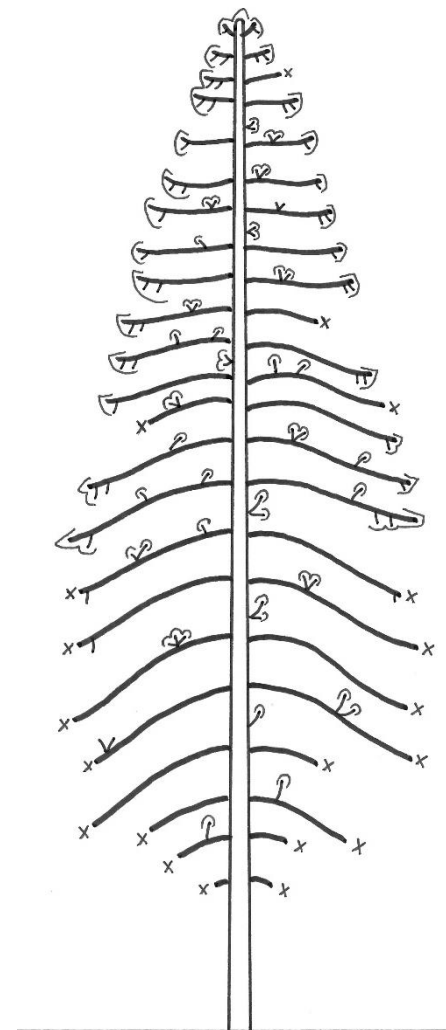
Résilient (R2)



Descente de cime (D)



Stressé (S'1)

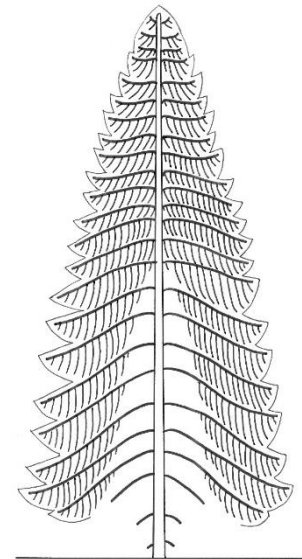


Dépérissement
irréversible (I1)



Sain (Sa)

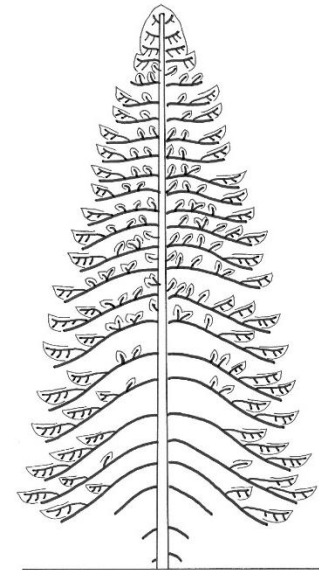
- Pas de mortalité anormale
- Pas de coloration anormale
- Tronc caché par les draperies de rameaux





Résilient (R1)

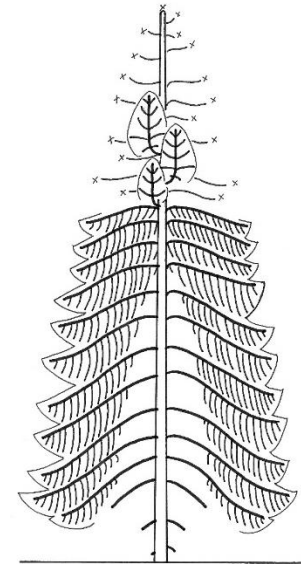
- Un peu de mortalité anormale
- Flèche normale
- Suppléants plagiotropes vigoureux et nombreux présents sur la face supérieure des branches
- Noter la présence de suppléants insérés directement sur le tronc. Ce dernier se retrouve donc caché par du feuillage, mais celui-ci n'est pas porté par des draperies de rameaux !





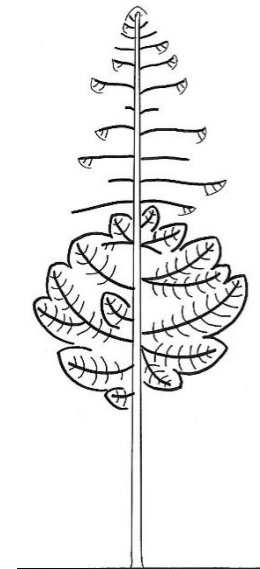
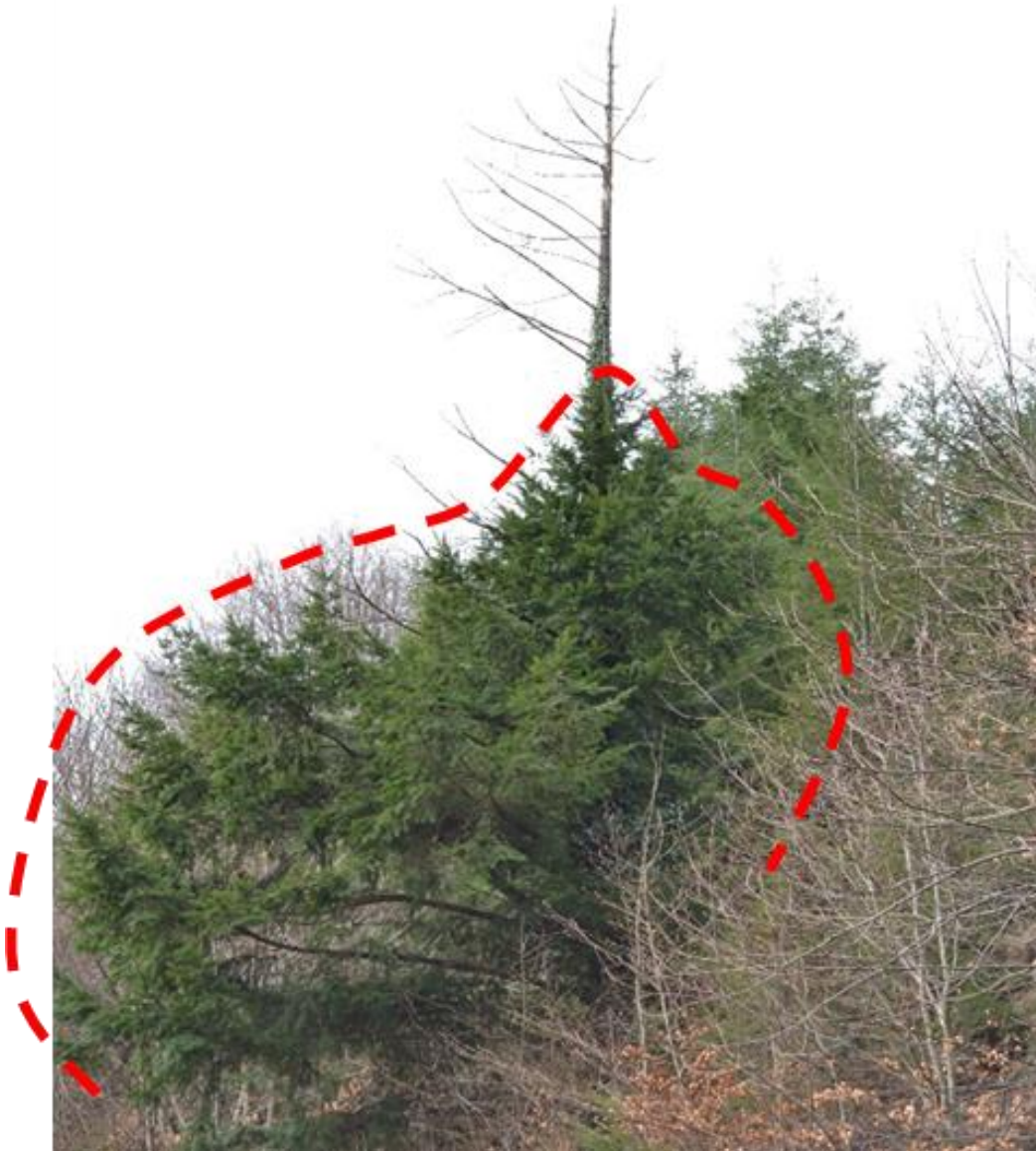
Résilient (R2)

- Mortalité anormale
- Flèche morte et cassée
- Flèche en cours de remplacement par un suppléant orthotrope



Descente de cime (D)

- Mortalité anormale
- Flèche morte
- Les branches basses se redressent et, avec les suppléants orthotropes du tronc, forment un nouveau houppier
- Typique d'un milieu ouvert





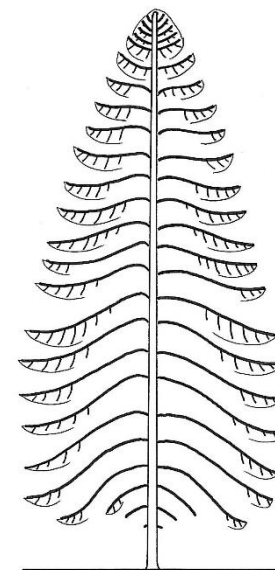
Stressé (S1)

- Pas de mortalité anormale
- Pas de coloration anormale
- Pas suffisamment de draperies de rameaux pour cacher le tronc
- Suppléants présents mais peu nombreux



Stressé (S'1)

- Pas de mortalité anormale
- Pas de coloration anormale
- Pas suffisamment de draperies de rameaux pour cacher le tronc
- Pas de suppléants vigoureux
- Déficit foliaire < 75%





Stressé (S2)

- Mortalité anormale
- Flèche défeuillée à plus de 75%
- Pas de suppléant orthotrope
- Présence de suppléants plagiotropes



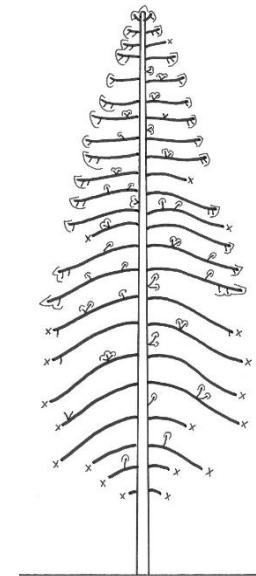
Stressé (S'2)

- Mortalité anormale
- Flèche défeuillée
- Pas de suppléants vigoureux
- Déficit foliaire < 75%



Dépérissement Irréversible (I1)

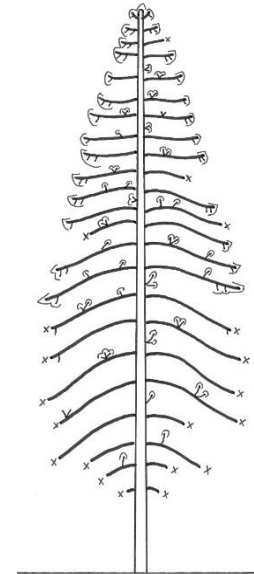
- Mortalité anormale
- Flèche au feuillage normal (ici la flèche est courbée)
- Absence de suppléants vigoureux
- Déficit foliaire à l'échelle du houppier entier supérieur à 75%





Dépérissement Irréversible (I2)

- Mortalité anormale
- Flèche défeuillée à plus de 75%
- Absence de suppléants vigoureux
- Suppléants tous agéotropes
- Déficit foliaire à l'échelle du houppier entier supérieur à 75%



7- Glossaire

Agéotrope (suppléant) : un suppléant* agéotrope (du grec « a » : sans, « géo » : terre et « tropos » : direction) pousse sans direction de croissance privilégiée et présente des caractères morphologiques de vieillesse (axes grêles, floraison précoce, ramification* appauvrie, durée de vie limitée). Il a pour fonction de faire survivre la branche qui le porte.

Anormale (mortalité) : mortalité dont la cause n'est ni la concurrence pour la lumière ni le vieillissement naturel, d'où l'importance de définir les limites du houppier hors-concurrence* et de savoir reconnaître un individu sénéscent*. Remarque: nous ne connaissons pas de Douglas sénéscent en France.

ARCHI (méthode) : méthode de diagnostic visuel du dépérissement* et des capacités de résilience* des arbres basée sur une lecture de l'architecture des houppiers*. Pour certaines essences (châtaignier, pins, chêne-liège) la méthode ARCHI intègre un diagnostic du stade de développement*.

Branche : structure à apparition rythmique faisant partie du développement* prévisible (ou séquentiel) d'un arbre ; issue du processus de ramification*, portée par le tronc ou un suppléant* orthotrope*. A l'ombre, une branche grossit peu, a une durée de vie brève et s'élague donc naturellement.

Cime : sommet d'un arbre normalement constitué, c'est-à-dire comprenant un tronc, plus ou moins haut, et un houppier* plus ou moins développé. Une cime peut casser ou mourir, se renouveler (voir « résilient »), ne jamais être remplacée ou donner l'impression de « descendre » (voir « descente de cime »). Les axes vivants les plus hauts d'un arbre ne constituent pas toujours une cime. A la suite d'une forte dégradation d'un houppier* par exemple, tant que les suppléments* ne sont pas organisés en un nouveau houppier structuré, l'arbre n'a pas de cime.

Dépérissement : terme de symptomatologie (symptômes = anomalies, désordres, écarts à la normale) correspondant à l'idée que l'on se fait d'une détérioration globale de la santé d'un arbre. La cause, souvent multiple, est non identifiée ou non immédiatement identifiable avec certitude (contrairement à une maladie).

Descente de cime : dynamique de construction d'un nouveau houppier* sous la cime* d'origine, laquelle finit par mourir. Le nouveau houppier peut s'emboîter dans le premier ou s'insérer en-dessous. Dans les deux cas, la cime initiale donne l'impression de « descendre ». La descente de cime n'est pas un stade de développement*.

Développement (stade de) : sert à désigner les évènements qualitatifs jalonnant la vie d'un organisme. On distingue chez les arbres quatre stades de développement : jeune, adulte, mature et sénescence.

Flèche : pour les résineux, partie sommitale du tronc comprenant les six derniers étages de branches*.

Houppier : ensemble structuré d'axes portés par le tronc. Ces axes, généralement issus de la ramification* initiale du tronc, peuvent aussi avoir pour origine des suppléants*, à condition que ceux-ci soient hiérarchisés entre eux, certains étant dominants et d'autres dominés, de sorte que leur contour dessine une ogive.

Houppier hors concurrence : partie du houppier* excluant les zones inférieures ou latérales soumises à des phénomènes de concurrence.

Irréversible (dépérissement) : arbre au houppier* dégradé (ramification* appauvrie, mortalité anormale*) sans aucun processus de restauration viable (suppléants* soit quasi-absents, soit nombreux mais tous, ou presque tous, du type agéotrope*). La mortalité de l'arbre n'est pas forcément immédiate, selon l'évolution des conditions environnementales (biotiques et abiotiques).

Nombreux (suppléants) : suppléants* présents sur plus de 50% des branches et les recouvrant sur plus du quart de leur longueur.

Orthotrope (suppléant) : un suppléant* orthotrope (du grec « orthos » : droit et de « tropos » : direction) a une direction de croissance verticale et une symétrie radiale. Il reproduit l'architecture de jeunes arbres.

Plagiotrope (suppléant) : un suppléant* plagiotrope (du grec « plagios » : oblique et de « tropos » : direction) a une direction de croissance horizontale à oblique et une symétrie plane. Il reproduit l'architecture de jeunes branches.

Ramification : processus par lequel un axe donne naissance à un axe différent de lui. Le tronc se ramifie en branches. Les branches se ramifient en rameaux, etc. Généralement, la ramification se produit chaque année à partir de quelques bourgeons formés l'année précédente.

Résilient : arbre dont le développement du houppier*, après un écart à la normale, retrouve une dynamique architecturale normale (grâce notamment aux suppléants* orthotropes* et plagiotropes*). Un arbre résilient peut encore présenter des mortalités notables. A ne pas confondre avec résistance*. Exemple : le Pin maritime supporte bien les sécheresses, mais sa capacité à produire des suppléants orthotropes après une désorganisation architecturale est nulle. Sa résistance est donc forte, mais sa résilience est faible.

Résistance : capacité que possède un arbre de se maintenir en état, en présence de facteurs de perturbation (vent, neige, insectes, sécheresses, etc.).

Sain : arbre ne présentant aucun symptôme de dégradation du houppier* et dont l'architecture est conforme à son stade de développement*.

Sénescent : arbre ayant atteint le dernier stade de son développement*. Les branches* meurent progressivement et ne sont pas remplacées car la capacité de l'arbre à produire des suppléants* est quasiment nulle au moment de la sénescence. Remarque: nous ne connaissons pas de Douglas sénescent en France.

Stressé : arbre qui réagit à un stress en modifiant son architecture (appauvrissement de la ramification*, apparition de suppléants*) sans que l'on puisse se prononcer sur son avenir (restauration ou dégradation). Abattre des sujets stressés, c'est diminuer le nombre d'individus potentiellement résilients* dans le peuplement. Il convient donc de patienter quelques années afin de laisser le temps aux arbres stressés de se restructurer, ou pas. L'évolution d'un état de stress dépend de facteurs aggravants ou au contraire favorables tel que le climat, la concurrence, les attaques biotiques, le tassement du sol, les blessures lors des exploitations, etc.

Suppléant : structure issue d'un bourgeon qui ne s'est pas développé en branche* et qui est donc resté en attente pendant plus d'un an avant d'apparaître en réaction aux perturbations de l'environnement. Véritables assurance-vie d'un végétal venant remédier, compenser, ou remplacer les structures dégradées, les « gourmands », « rejets » et autres « épicorniques » ont été rebaptisés « suppléants » afin de souligner leurs rôles.

Vigoureux (suppléant) : suppléants* plagiotropes* ou orthotropes* présentant une forte dominance apicale, une forte croissance et une sexualité absente ou rare.

8- Bibliographie

-Drénou, C., 2009 – Face aux arbres. Apprendre à les observer pour les comprendre. Ulmer, Paris. 156 p.

-Drénou, C. 2012 - La méthode ARCHI. Forêt Entreprise, n°203, 29-31.

-Drénou C. 2013 - Diagnostic sanitaire des arbres, la méthode ARCHI. La Forêt Privée, n°331, 64-69.

-Drénou C. 2014 – Du gourmand au suppléant... Vocabulaire botanique, technique, anthropocentrique? La Garance Voyageuse, n°105, 6-11

-Drénou C., Rosa J. 2014 – Comment le Douglas réagit-il aux sécheresses ? Application de la méthode ARCHI au suivi des dépérissements de Douglas. Forêt Entreprise n°216, 6-17.

-Drénou, C., 2016 – L'arbre, au-delà des idées reçues. IDF édit., Paris, 256 p. + jeu de cartes.

-Drénou, C., Caraglio, Y. 2019 – Parlez-vous Archi? Les principales définitions de la méthode Archi. Forêt Entreprise n°246, 28-35.

-Sabatier S., Caraglio Y., Drénou C., 2014 – L'architecture des arbres au service des forestiers. Forêt Entreprise n°217, 42-45.

Clé ARCHI pour le Douglas (*Pseudotsuga menziesii*)

