

Dépérissements de hêtres en Bourgogne-Franche-Comté Point de situation à l'automne 2020

En lien avec l'exceptionnel épisode de sécheresse-chaueur 2018, des dépérissements de hêtres adultes se sont révélés au moment de la feuillaison au printemps 2019 selon un axe Gray-Belfort, sur les secteurs de basses altitudes (< 600m). L'importance du phénomène tant par son impact au niveau des arbres que par son étendue (plusieurs milliers d'ha) est de nature inédite, sur une zone au cœur de l'aire de distribution et de production du hêtre où un tel dépérissement n'était pas attendu. L'anomalie 2018 de déficit hydrique sur cette région peu habituée à en connaître constitue le facteur déclenchant.

Ce dépérissement est brutal (mortalités de branches voire d'individus), intervenant sur des hêtres possédant un houppier le plus souvent complet avec une ramification dense.

Afin de mieux appréhender le phénomène, différentes études ont été initiées : quantification spatiale du dépérissement, suivi des trajectoires de récupération ou de dégradation des hêtres selon la sévérité des symptômes initiaux (déficit foliaire, mortalités de branches et suintements corticaux), identification de facteurs de vulnérabilité (stationnels, sylvicoles...). Les échanges réguliers avec la recherche (INRAE) et les forestiers suisses (au sein des cantons frontaliers, du WSL, du CABI) également concernés par ces dépérissements de hêtres enrichissent ces approches.

La mise en place de mesures de prophylaxie radicales n'est pas nécessaire, les bio-agresseurs détectés (champignons, insectes) sont uniquement des parasites de faiblesse et peu agressifs. Face à cette situation, le DSF renouvelle ses préconisations de gestion dans ces peuplements en crise sanitaire, afin de rester prudent dans les actions sylvicoles menées et à ne pas aggraver les processus de dépérissements enclenchés, à l'exception des zones forestières présentant un enjeu sécuritaire d'atteintes aux personnes.

Après un troisième été consécutif exceptionnellement chaud et sec, une grande attention est requise sur ces hêtraies affaiblies qui ont pu présenter à nouveau des rougissements et chutes foliaires précoces (dès la fin juillet), ainsi que celles situées en Bourgogne où des dépérissements de hêtres localisés sont relevés (Nièvre, nord Côte d'Or en particulier). Cette vigilance devra être particulièrement de mise au printemps 2021 quant à la révélation éventuelle de mortalités au débourrement sur les peuplements déjà dépérissants ou de nouveaux dépérissements de hêtres sur toute la région Bourgogne-Franche-Comté, l'évolution sanitaire de la hêtraie demeurant incertaine.



La symptomatologie de ce dépérissement de hêtres post-2018 en région

Un dépérissement brutal en lien avec un épisode sécheresse-chaleur 2018 exceptionnel

L'épisode de sécheresse-chaleur 2018 a été exceptionnel par son intensité, sa continuité et sa durée (de fin juin à fin octobre) avec deux courtes périodes estivales de canicule, notamment en Franche-Comté, région peu habituée aux déficits hydriques, et a affecté fortement la forêt. (Mirabel M., 2019a). **L'importante anomalie de déficit hydrique 2018** (modélisé par Biljou© sur toute la région) constitue le facteur déclenchant des dépérissements de hêtres qui se sont révélés au moment de la feuillaison au printemps 2019 selon un axe Gray-Belfort, sur les secteurs de basse altitude (< 600m) (Mirabel M., 2019b). (Fig.1)



Fig. 1 Signalements des correspondants-observateurs du DSF de dépérissements de hêtres post-2018

L'importance du phénomène tant par son impact au niveau des arbres que par son étendue (plusieurs milliers d'ha) est de nature inédite, sur une zone au cœur de l'aire de distribution et de production du hêtre où il n'était pas attendu (Sardin T. et al., 2013) (Taccoen A., 2019).

Ce dépérissement est brutal (faînes et feuilles sèches parfois encore adhérentes aux rameaux, bourgeons secs partiellement formés, mortalités de branches voire d'arbres), intervenant sur des hêtres possédant un houppier le plus souvent complet avec une ramification fine dense. Des charmes et chênes ont pu présenter la même symptomatologie localement (Mirabel M., 2020). A noter sur l'ensemble de la zone, les hêtres ont eu généralement une forte fructification en 2018 (comme en 2020) (**Annexe 1**).

Ces mortalités d'organes pérennes pourraient avoir pour origine une rupture hydraulique (phénomène de cavitation-embolie) qui se produit lors de sécheresse extrême (Barigah et al., 2013), peu de parasites de faiblesses (insectes, champignons) ayant été détectés, leur présence étant non systématique lors de dépérissements (Nageleisen L.M. et al, 2007).

Des suintements corticaux et colorations noirâtres aux origines très diverses

L'observation des arbres dépérissants (sur pied et sur coupe) montre la présence de suintements noirâtres sur écorce et dans le bois (écoulement de sève avec éventuellement production de métabolites secondaires). (**Annexe 2**) Ceux-ci peuvent être occasionnés par **différents facteurs biotiques (insecte, champignon...)** ou **abiotiques (blessure, embolie-cavitation)** (Nageleisen L.M. et al, 2007) :

- **des attaques d'insectes cambioxyphages** (le petit scolyte du hêtre, les agriles) => l'arbre arrive en général à les contenir, à cicatrifier (subsiste le défaut du « T » dans le bois). Les attaques du petit scolyte du hêtre ont été très localisées géographiquement en 2019-2020.
- **des nécroses sous-corticales dues à des pathogènes de faiblesse** (*Phytophthora sp.*, *Fusarium solani*, *Nectria sp.*, *Botryosphaeria sp.* etc) Peu de détections ont été faites.



- d'éventuels phénomènes de cavitation consécutifs à un déficit hydrique intense. C'est une hypothèse avec l'observation parfois de « poches de sève » sans galeries d'insectes ou pathogènes identifiés
- des blessures (ex : flachis lors de martelages) en lien avec d'éventuels phénomènes de cavitation mécanique (notion de « cœur traumatique » - Wernsdorfer H. et al, 2007)

Des parasites de faiblesses mettant en exergue une dégradation avancée des tiges

La présence de certains parasites de faiblesse (insectes, champignons) peut mettre en avant une dégradation avancée des tiges. On peut citer :

- Des insectes : des scolytes xylémophages (scolyte noir du Japon) (Fig.2)
- Des pathogènes de faiblesse voire saprophytes : des pourridiés racinaires (armillaire), *Libertella faginea*, *Biscogniauxia nummularia*. (Fig.3 et 4)



Fig.2 Attaques de scolytes xylémophages (sciures blanches), notamment du scolyte noir du Japon (taille 2 mm) (bâtonnets de sciure à l'entrée des trous): sa présence signifie que l'arbre est condamné (T. Durand, DSF)



Fig.3 Champignon saprophyte *Libertella faginea* : sa présence signifie que le bois sous-jacent est mort (M. Mirabel, DSF)



Fig.4 Champignon de faiblesse *Biscogniauxia nummularia* : sa présence signifie que le bois sous-jacent est mort (F. Sittre, CO DSF-ONF 25 / A. Mitaine, CO DSF-ONF 21)



La quantification spatiale de ce dépérissement

L'utilisation de prises de vue aériennes et de la télédétection (Sentinel-2)

Dès l'été 2019 s'est posée la question de cartographier l'extension et l'intensité de ce dépérissement de hêtres qui se révélait. Les images satellitaires (Sentinel-2) disponibles ont constitué un outil rapidement mobilisable. Deux analyses distinctes ont été réalisées selon deux hypothèses :

- les zones présentant un rougissement foliaire de hêtres au cours de l'été 2018 constitueraient un premier contour des zones dépérissantes. Pour cela, une analyse de l'évolution de l'indice NDVI entre juillet et août 2018 a été réalisée. Cette approche s'est révélée finalement non pertinente, les observations de terrain mettant en évidence que **le rougissement foliaire ne présage en rien du dépérissement de l'arbre (Fig.5)**, ce symptôme touchant des organes annuels. Ce résultat avait déjà été rapporté sur le hêtre en 2003.



Fig.5 Hêtraie présentant un rougissement foliaire marqué consécutif au stress hydrique (29 juillet 2018) et un faible déficit foliaire au printemps suivant (2 juin 2019) (Naisey les Granges (25) M. Mirabel, DSF)

- les zones présentant une **diminution de « la vitalité des houppiers » entre le début des étés 2018 et 2019**. Pour cela, la différence de l'indice « moisture index » (NDII) a été calculée. Cette approche constitue une première étape pertinente, qu'il convient de compléter avec des données plus précises pour tenter de corréliser cette fluctuation d'indice de manière spécifique aux dépérissements de hêtres. (Fig.6).

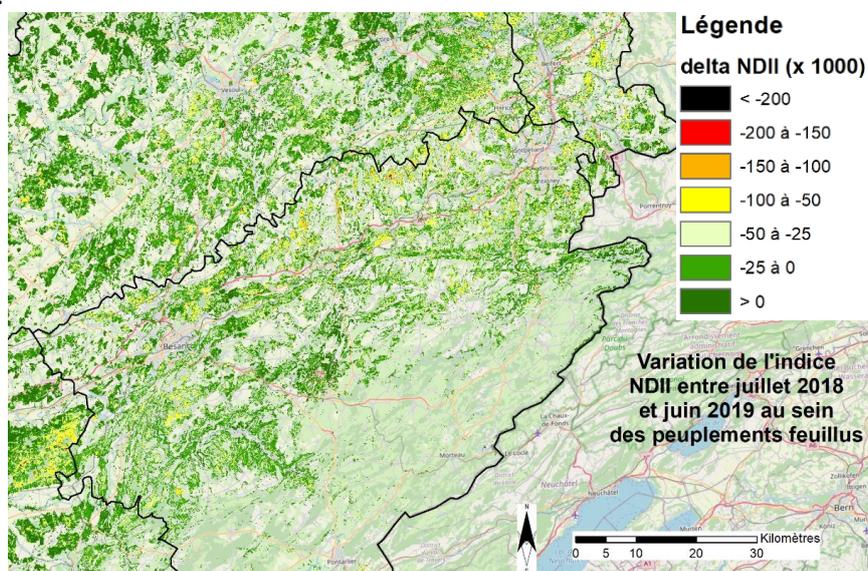


Fig.6 Variation de l'indice NDII entre juillet 2018 et juin 2019 au sein des peuplements feuillus (T. Belouard DSF)



Pour affiner ces analyses satellitaires, une acquisition et une analyse de photos aériennes sont lancées au cours de l'été 2020. Cette étude est portée par l'ONF de Bourgogne-Franche-Comté en partenariat avec l'ONF RDI de Nancy et le DSF. Trois massifs forestiers de 1000/1500 ha (secteurs de Besançon/Baume-les-Dames/Montbéliard) présentant d'importants dépérissements de hêtres ont été sélectionnés et photographiés le 27 juillet 2020. Les images en couleurs naturelles et en infrarouge fausses couleurs ont une résolution de 10 cm. La photo-interprétation des images acquises est réalisée au cours de cet automne par l'IGN.

Un réseau systématique de placettes d'observations

Dans la continuité de ce qui a été entrepris en 2019 pour étudier le dépérissement du hêtre en Franche-Comté, un stage de six mois a été proposé par le pôle DSF de Bourgogne-Franche-Comté en partenariat avec INRAE-UMR Silva de Nancy. Celui-ci a été réalisé de mars à fin août 2020 par Pierre-Antoine Gaertner (élève-ingénieur forestier à AgroParisTech Nancy), avec plusieurs objectifs, dont l'un permet de présenter un état des lieux de la situation sanitaire du hêtre dans la zone d'étude.

Un réseau de 78 placettes a été positionné en Haute-Saône et dans le Doubs selon un maillage systématique sur les peuplements à base de hêtre (BD Forêt, IGN) pondéré par le nombre de fiches de veille sanitaire réalisées par les correspondants-observateurs du DSF. Sur chacune des placettes, l'état sanitaire de 10 hêtres dominants ou co-dominants a été noté visuellement et leurs circonférences mesurées. La mortalité de branches, le manque de ramification et le déficit foliaire ont été quantifiés par classes de dix pourcents non centrées au niveau du houppier hors concurrence (dit notable ou à la lumière), la présence de suintements corticaux au niveau des troncs a été notée. La note DEPERIS (Goudet M. et al, 2018) a aussi été calculée. Il ressort (Fig.7) :

- un déficit foliaire moyen des hêtres de 51 % sur la zone d'étude en 2020 comparativement à 30 % en 2018 et 45% en 2020 sur les placettes du réseau systématique de suivi des dommages forestiers (RSSDF) de la GRECO du Grand-Est semi-continentale (source DSF).

- 23 % des hêtres présentent une mortalité de branches supérieure à 10 % et 13 % avec une mortalité de branches supérieure à 20 %

- une mortalité de hêtres faible mais significative : 0,9 % des arbres sont notés morts comparativement à 0,1 % annuellement entre 1989 et 2020 sur le RSSDF (source DSF).

- très peu de suintements corticaux sur les troncs ont été aperçus en 2020, et aucun de grande ampleur.

Ainsi, on constate en 2020 une dégradation de l'état sanitaire des hêtres post-2018 sur cette zone, qui est confirmé par les placettes du RSSDF sur la GRECO du Grand-Est semi-continentale. (Fig.9). L'état sanitaire des arbres varie fortement d'une placette à l'autre, mais une différence régionale entre l'axe Besançon-Montbéliard et la région de Vesoul est tout de même observable, cette dernière semblant moins impactée que les Avant-Monts jurassiens (Fig.8).

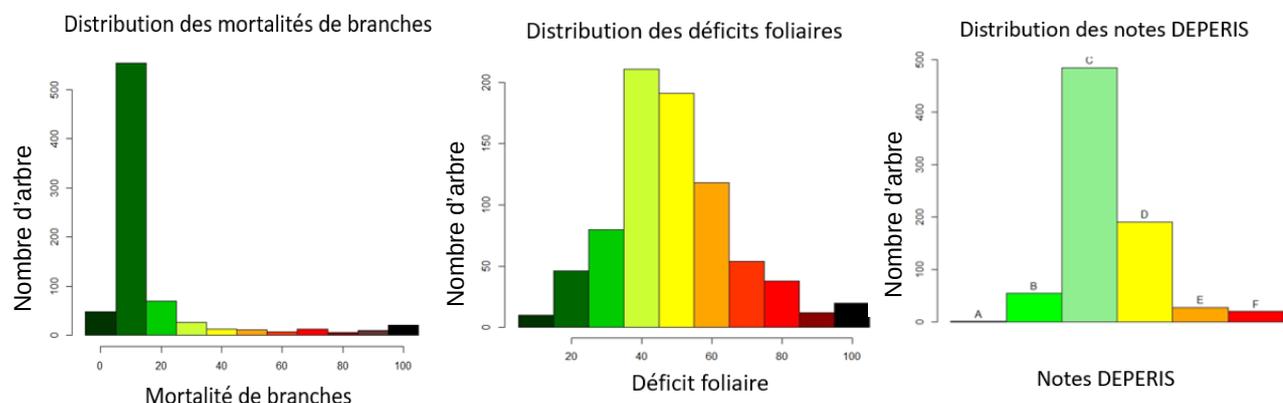


Fig.7 Distribution d'indicateurs sanitaires notés au niveau des houppiers de hêtres (P-A Gaertner, DSF)



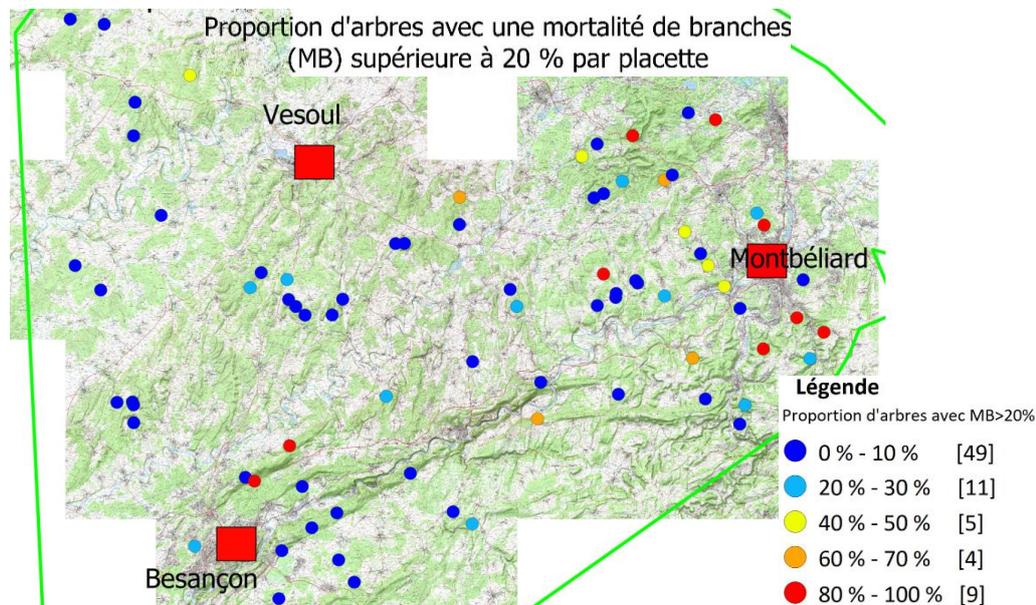


Fig.8 Proportion de hêtres avec une mortalité de branche > à 20% par placette (P-A Gaertner, DSF)

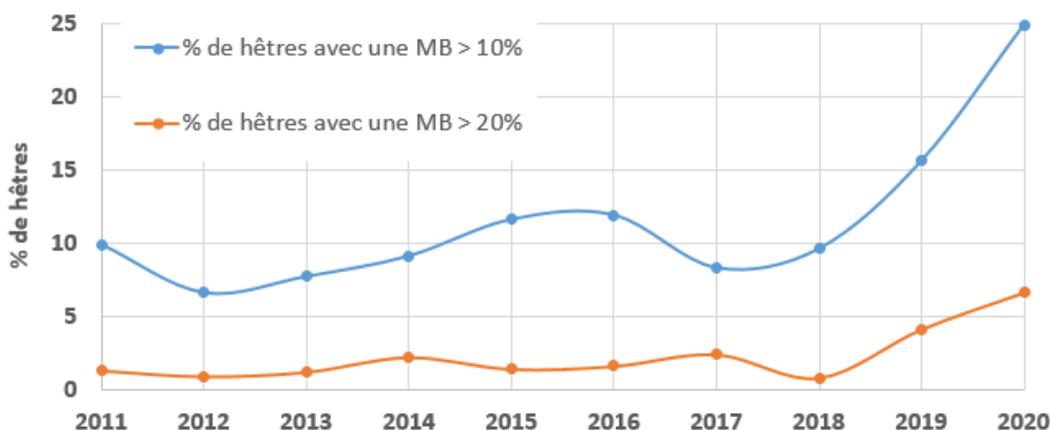


Fig.9 Evolution annuelle du pourcentage de hêtres ayant une mortalité de branches > 10% (bleu) et > 20% (orange) sur les placettes du RSSDF de la GRECO Grand-Est semi-continentale (F. Carouille, M.Mirabel, DSF)

Une approche similaire dans le canton frontalier du Jura (Suisse) très affecté par ces dépérissements

Plusieurs pays d'Europe sont également affectés par ces dépérissements de hêtres post-2018 (Schuldt B., 2020). C'est en particulier le cas du [canton suisse du Jura qui a déclaré l'état de catastrophe forestière en 2019](#).

Dans ce canton, des études de quantification similaires sont réalisées par télédétection. Par ailleurs, une étude de 3 mois menée par Julie Braconnier-De Oliveira (élève-ingénieur forestier à Agro-ParisTech Nancy) et encadrée par Marc Ballmer, de l'Office de l'Environnement, s'est déroulée lors de l'été 2020 dans le but de mieux comprendre le dépérissement du hêtre observé dans le canton du Jura depuis la sécheresse de 2018. Pour cela, les surfaces de dépérissement cartographiées en 2019 sont analysées en fonction des aléas climatiques (sécheresse, canicule) ayant pu déclencher le phénomène ainsi que les facteurs de vulnérabilités (caractéristiques du milieu et des peuplements) ayant pu l'influencer. Ceux-ci sont étudiés en fonction des différentes intensités de dépérissement observées en 2019 et évaluées cette année grâce à un suivi de terrain pluriannuel mis en place (réseau de placettes). Le croisement des résultats met en évidence [l'augmentation des risques de mortalité du hêtre dans les hêtraies de l'étage de végétation submontagnard](#).

Ces méthodes et résultats ont été partagés avec d'autres études helvètes sur le sujet (WSL, CABI) lors des [Rencontres franco-suisse jurassiennes "Santé des forêts", le 15 septembre 2020 à Sainte-Marie \(Doubs\)](#), organisées par le pôle DSF de Bourgogne-Franche-Comté.



Des facteurs de vulnérabilité des hêtraies dépérissantes mis en évidence

L'objectif premier du stage DSF-INRAE évoqué précédemment a été d'identifier des facteurs de vulnérabilité au dépérissement de hêtre. Ceux-ci sont généralement liés à la sylviculture et à la nature de la station (Nageleisen L.M. et al, 2007) et certains ont été déjà identifiés dans la hêtraie du Doubs post sécheresse 1947-1949 (Schaeffer A., 1955).

Sur chacune des 78 placettes, en dehors des critères sanitaires relevés sur chaque arbre, les informations collectées à l'échelle de l'arbre étaient le diamètre et diamètre relatif, et à l'échelle de la placette concernaient la topographie, le peuplement forestier (hauteur, surface terrière par placette à surface fixe) et la pédologie (ouverture et description d'une fosse pédologique).

Un traitement statistique a permis de mettre en évidence et de hiérarchiser plusieurs **facteurs de vulnérabilité** à l'échelle de l'arbre ou du peuplement, déterminant ceux qui seraient les plus à risques de dépérissement consécutivement à une anomalie de déficit hydrique telle que celle de 2018, par rapport au déficit hydrique local moyen :

A l'échelle de l'arbre :

- les **hêtres les plus gros**, possiblement les plus âgés ?
- les **hêtres co-dominants** avec un moins bon accès aux ressources.

A l'échelle de la placette :

- les peuplements soumis à une **contrainte hydrique élevée**, en lien avec un **sol à faible réserve utile** et/ou d'une **exposition au rayonnement solaire et une évapotranspiration potentielle importants** (versants ouest-sud-ouest à est-sud-est)

- les peuplements comportant de gros arbres, en particulier s'ils sont très **régularisés dans les gros et très gros bois** ou au contraire des peuplements avec **des gros arbres mélangés à des beaucoup plus petits** (certains pourraient être issus de TSF ?).

- les peuplements à **faible surface terrière**. Ce résultat est étonnant et peut être interprété de différentes façons. L'hypothèse privilégiée serait une décapitalisation brutale dans des peuplements matures (**mise en lumière des arbres**) (**Fig.10**)

- possiblement les peuplements les plus purs en hêtre

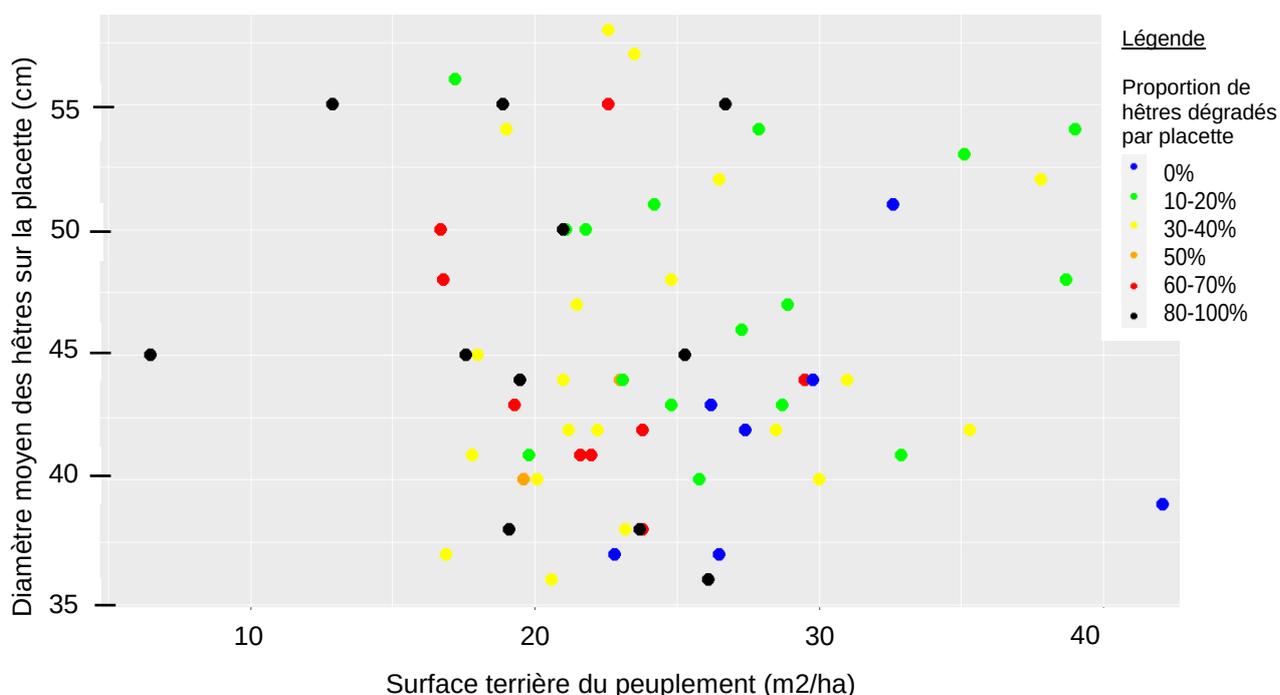


Fig.10 Proportion de hêtres dégradés (déficit foliaire >50% ou note DEPERIS = D, E ou F) par placette en fonction de la surface terrière du peuplement et du diamètre moyen des 10 hêtres (P-A Gaertner, DSF)

La dynamique dans le temps de ce dépérissement en région : mise en place d'un protocole de suivi par un réseau de placettes semi-permanentes

Dès l'été 2019, le DSF et son réseau de correspondants-observateurs ont mis en place un réseau de placettes semi-permanentes (pour 5 ans) sur les zones concernées par les dépérissements actuels de hêtre en régions Bourgogne-Franche-Comté et Grand-Est, comme cela avait été fait entre 2005 et 2010 (Goudet et al, 2011).

En Franche-Comté, 15 placettes ont été ainsi implantées, 14 ont pu être renotées en 2020 (une ayant subi une exploitation forestière). Chaque placette est constituée de 15 hêtres répartis de façon égale en trois classes de déficit foliaire : inférieur à 25 %, compris entre 25 et 75 % et supérieur à 75 %. L'objectif est de discerner des trajectoires de récupération ou de dégradation différentes selon ces classes de déficit foliaire définies à l'été 2019.

Différents indicateurs ont été utilisés pour analyser l'évolution des dépérissements. Tout d'abord, le déficit foliaire (DF) est en augmentation générale, mais des évolutions différentes selon les classes de déficit foliaire 2019 sont visibles. Il est cependant à noter qu'aucune de ces tendances n'est pour l'instant significative, les écart-types des classes se recoupant largement pour 2019 et 2020. (Fig.11)

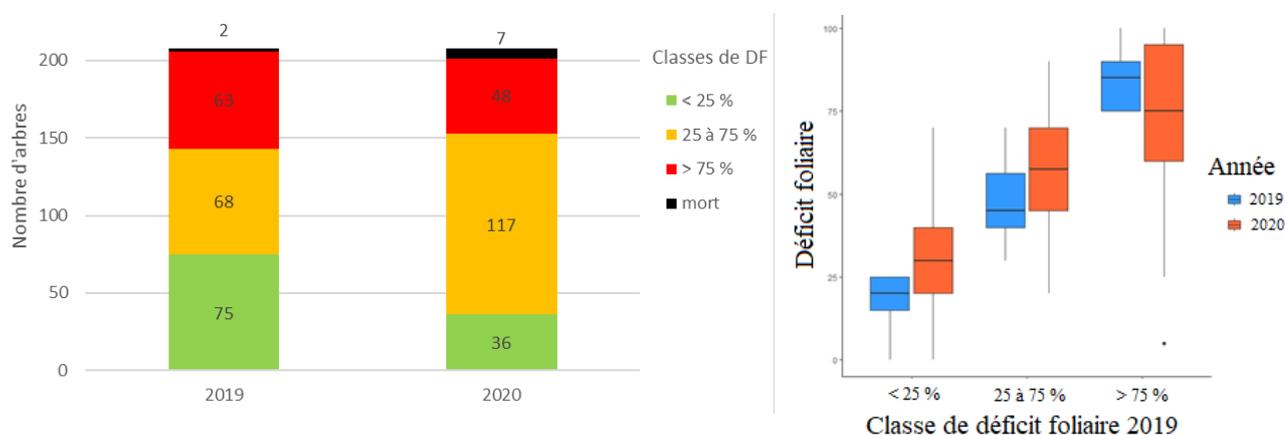


Fig.11 Evolution du déficit foliaire entre 2019 et 2020 sur le réseau de placettes semi-permanentes « hêtre » en Franche-Comté (P-A Gaertner, DSF)

Le taux de mortalité de branches et le taux de manque de ramification présentent également une légère augmentation générale. Cette tendance ne peut être considérée là aussi comme significative.

Les 5 arbres morts en 2020 vivants en 2019 avaient alors un déficit foliaire toujours supérieur à 80 %. Des suintements noirâtres avaient régulièrement été observés en 2019 s'écoulant de l'écorce des hêtres. Ce critère avait été pris en compte pour désigner les tiges les plus dépérissantes, il a donc été noté sur les placettes semi-permanentes. En 2019, des suintements ont été notés sur 16 % des hêtres contre 7 % en 2020. Ce symptôme s'est donc fortement raréfié, des processus de cicatrisation ayant été relevés sur des suintements datant de 2019. (Fig.12)

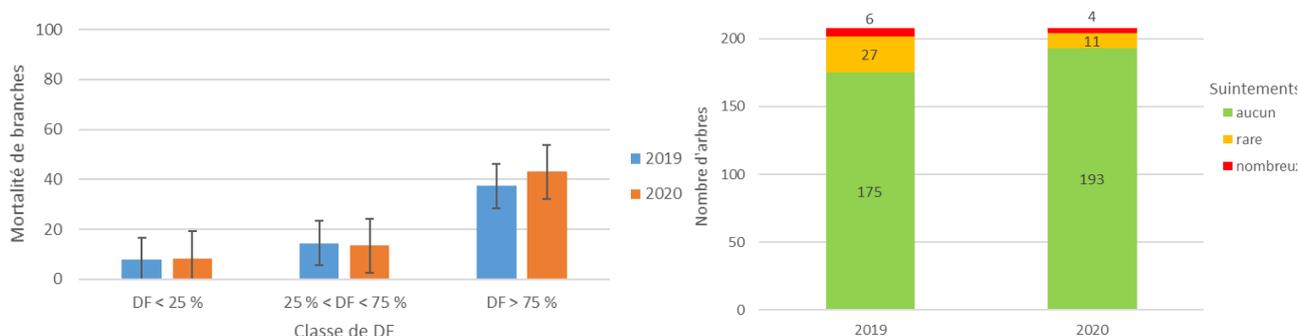


Fig.12 Evolution du taux de branches mortes (à gauche) et de la fréquence des suintements corticaux (à droite) entre 2019-2020 sur le réseau de placettes semi-permanentes « hêtre » en Franche-Comté (P-A Gaertner, DSF)



Une évolution incertaine en 2021 après un troisième été successif marqué par un important déficit hydrique

L'été 2020 a de nouveau été marqué par un important déficit hydrique sur toute la région Bourgogne-Franche-Comté. Comme en 2018, cela a induit localement des flétrissements, jaunissements, rougissements et chutes de feuilles colorées très précoces et très marqués, observables dès la fin-juillet sur de nombreuses essences et en particulier le hêtre, et ce de manière simultanée en plaine et en altitude (**Fig. 13**).



Fig.13 Rougissement foliaire de hêtres sur le plateau de l'Autunois (à gauche) et dans le massif jurassien (à droite) (T. Hardy, CO DSF - ONF 71 / E. Pagnier, CO DSF - ONF 25)

Il est important de rappeler une nouvelle fois que chez les feuillus, cette symptomatologie traduit l'effet d'échauffement des surfaces foliaires qui ne transpirent plus (fermeture des stomates et chute des feuilles). La fermeture stomatique permet à l'arbre d'économiser de l'eau en limitant sa transpiration, de protéger ses tissus d'une déshydratation intense et limiter les risques d'embolie (Bréda et al., 2006). Mais si le déficit hydrique perdure, des phénomènes de cavitation-embolie peuvent apparaître et entraîner la mort d'organes pérennes (rameaux, branches, tronc dans les cas extrêmes) (Barigah et al., 2013), comme cela pourrait avoir été le cas en 2018.

En Franche-Comté ce déficit hydrique 2020 est important mais sans commune mesure avec celui de 2018. En Bourgogne, l'intensité des sécheresses 2018, 2019 et 2020 sont très proches et à des niveaux exceptionnellement élevés (**Annexe 3**), des phénomènes de dépérissement de hêtres localisés ayant été notés cette saison en particulier dans la Nièvre et le nord Côte d'Or.

L'enchaînement de trois années marquées par des épisodes remarquables de sécheresses et canicules ne peut qu'accentuer l'affaiblissement des peuplements forestiers. Plusieurs risques potentiels sont identifiés en lien avec cette répétition de déficit hydrique et qui pourraient accentuer les dépérissements de hêtres en cours ou en révéler sur de nouvelles zones :

- les réserves carbonées des hêtres seraient affectées (régulation de photosynthèse par déficit hydrique et chute foliaire souvent précoce en 2018, 2019 et 2020 et allocation de carbone à une forte fructification en 2018 et 2020). Dans une expérimentation sur de jeunes hêtres de 10 ans menée par INRAE de Nancy, c'est au bout de 3 ans de sécheresses successives que les arbres avaient vu leurs réserves carbonées s'effondrer (Chuste P.A. et al., 2019)
- une recrudescence des attaques de parasites de faiblesses (champignons, insectes) qui s'opère classiquement les années suivant la sécheresse et dont les impacts pourraient s'amplifier après trois années d'affaiblissement des peuplements. Le métabolisme de défense des arbres, coûteux en carbone, est perturbé si le stock de réserves carbonées est insuffisant.



Les préconisations de gestion vis-à-vis de ce dépérissement et l'incertitude de son évolution : la prudence

La mise en place de **mesures de prophylaxie radicales n'est pas nécessaire**, les bio-agresseurs détectés (champignons, insectes) sont uniquement des parasites de faiblesse et peu agressifs.

Face à ce dépérissement et à l'incertitude de son évolution après trois étés marqués par d'importants déficits hydriques, le DSF renouvelle ses **préconisations de gestion** dans ces peuplements en crise sanitaire, afin de **rester prudent** dans les actions sylvicoles menées et à ne pas aggraver les processus de dépérissements enclenchés (à l'exception des zones forestières présentant un enjeu sécuritaire d'atteintes aux personnes) :

=> A l'échelle de l'arbre, les hêtres dont l'incertitude en matière de survie à court-moyen terme reposerait sur un ou plusieurs critères suivants :

- un houppier hors concurrence avec + 75% de déficit foliaire (DF)* ou + 75% du houppier mort/manquant (notes E, F du [protocole DEPERIS](#)) * **Le déficit foliaire est à estimer uniquement avant l'apparition des rougissements et chutes foliaires estivaux => période idéale : juin-juillet et/ou**

- des décollements ou d'importantes altérations de l'écorce au niveau du tronc (liés à l'activité d'insectes sous-corticaux ou à des coups de soleil) **et/ou**

- des suintements **nombreux et massifs** sur les troncs (les hêtres pouvant cicatriser rapidement si ces suintements sont limités et si leur statut physiologique le permet)

=> A l'échelle du peuplement, on veillera à :

- limiter la déstructuration du peuplement (mise en lumière brutale) notamment dans les peuplements dépérissants et/ou vieillissants

- maintenir des conditions d'ambiance forestière

- favoriser le mélange d'essences : le hêtre n'est pas à proscrire sur toutes les zones assujetties aux dépérissements en région. Il est à éviter sur les stations aux plus fortes contraintes hydriques (faible réserve utile / versants exposés etc.)

- pratiquer une sylviculture dynamique dès le plus jeune âge

- être vigilant aux tassements de sols lors des exploitations sanitaires

Par ailleurs, il est toujours important également d'assurer un suivi des volumes récoltés d'arbres qualifiés de dépérissants dans les coupes ordinaires et "extraordinaires" à l'échelle globale des zones concernées.



Calibration sur les préconisations de martelage de hêtres dépérissants (S. Grandjean / F. Sittre, CO-DSF, ONF)



Conclusion

Les différentes études conduites permettent d'apporter des premiers éléments à la compréhension des dépérissements de hêtre révélés au printemps 2019 selon l'axe Gray-Belfort. Sur cette zone, une **dégradation de l'état sanitaire** des hêtres déclenchée par **l'anomalie de déficit hydrique de 2018** est notée. Cependant l'intensité du dépérissement est variable et peu d'arbres sont morts. Plusieurs facteurs de vulnérabilité ont été déterminés à l'échelle de l'arbre (**taille et statut**) et du peuplement (**disponibilité en eau, mise en lumière des arbres**).

Quant à la dynamique de ce dépérissement, à ce stade, il semblerait que les arbres avec un très fort déficit foliaire (>75%) ont une plus faible capacité de résilience que les autres, les arbres en meilleur état sanitaire ne semblent pour l'instant pas basculer soudainement de vie à trépas. D'autre part, les suintements corticaux qui étaient assez fréquents en 2019 se sont raréfiés en 2020.

Néanmoins, il est nécessaire de rester prudent quant à l'interprétation de ces premiers résultats. Même si la hêtraie a montré jusqu'à présent une forte résilience aux aléas climatiques (Goudet et al., 2011), aujourd'hui **son évolution sanitaire demeure incertaine après un nouvel été 2020 marqué par un important déficit hydrique**. L'enchaînement consécutif des épisodes de sécheresses depuis 2018 est exceptionnel. Une **grande attention au printemps 2021** au moment de la feuillaison est requise quant à la révélation de mortalités au débourrement sur les peuplements déjà dépérissants ou de nouveaux dépérissements de hêtres sur toute la région Bourgogne-Franche-Comté. Il faut plus que jamais garder à l'esprit la constante des crises sanitaires qui réside dans l'incertitude sur l'avenir et adopter par conséquent une grande prudence dans les actions sylvicoles qui seront menées (il est opportun ainsi de se référer au « **Guide de gestion des forêts en crise sanitaire** »).

Malgré tout, des extrêmes climatiques tels que celui de 2018 sont révélateurs : ils éprouvent et mettent en exergue la sensibilité des essences forestières à de tels aléas, leurs adéquations ou les inadéquations en fonction des contextes stationnels, les choix de sylviculture actuels et passés. Il est alors **primordial d'observer, de tracer tout cela de manière précise et objective**. Tel est le rôle du DSF et de ses correspondants-observateurs, afin d'en tirer tous les enseignements pour la forêt de demain.

Rédaction : M. Mirabel, P.-A. Gaertner

Organisation du DSF en Bourgogne-Franche-Comté

Depuis 1989, le **Département de la santé des forêts est en charge de la surveillance sanitaire des forêts françaises** avec les objectifs de suivre l'évolution et l'impact des ravageurs des forêts, d'identifier d'éventuels problèmes émergents et d'apporter une expertise aux gestionnaires et propriétaires forestiers.

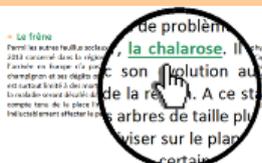
Pour la région Bourgogne – Franche-Comté, le pôle DSF basé à Besançon depuis début 2017, s'appuie sur un réseau de **31 forestiers de terrain appelés correspondants-observateurs** qui travaillent dans différents organismes (13 à l'ONF, 7 au CNPF, 2 en Chambre d'Agriculture et 9 au sein des DDT-DRAAF) que chaque propriétaire-gestionnaire forestier peut contacter. Cette synthèse est le fruit de leurs observations.

Pour plus de renseignements, tous les contacts régionaux sont disponibles sur :

<http://draaf.bourgogne-franche-comte.agriculture.gouv.fr/Sante-des-forets>

Et toutes les actualités DSF nationales sur :

<https://agriculture.gouv.fr/actualite-en-sante-des-forets>



Pour en découvrir davantage
cliquez sur les mots soulignés!



Annexe 1 : les symptômes de ce dépérissement brutal de hêtres



Divers degrés de dépérissements de hêtre avec des houppiers denses (G. Klein, F. Sittre, CO DSF-ONF 25)



Nombreuses faînes sur branches non débourrées et feuilles sèches 2018 encore présentes (M. Mirabel, DSF)



Annexe 2 : les suintements corticaux et causes observables sur les hêtres



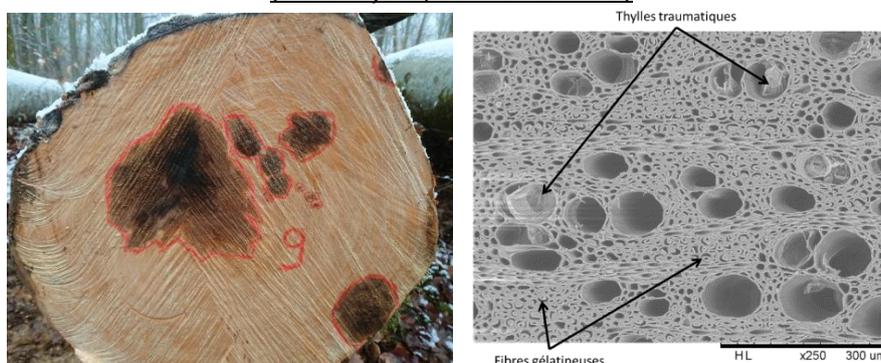
Suintements corticaux dus à des attaques du petit scolyte du hêtre (G. Klein CO DSF-ONF 25, M. Mirabel, DSF)



Suintements noirâtres sur écorce avec nécrose sous-corticale étendue ou « poche de sève » pouvant être induits par différents agents pathogènes ou abiotique (M. Mirabel, DSF, F. Sittre, CO DSF-ONF 25)



Colorations noirâtres en lien avec le flachis de martelage et d'éventuels phénomènes de cavitation (S. Grandjean, CO DSF-ONF 70)



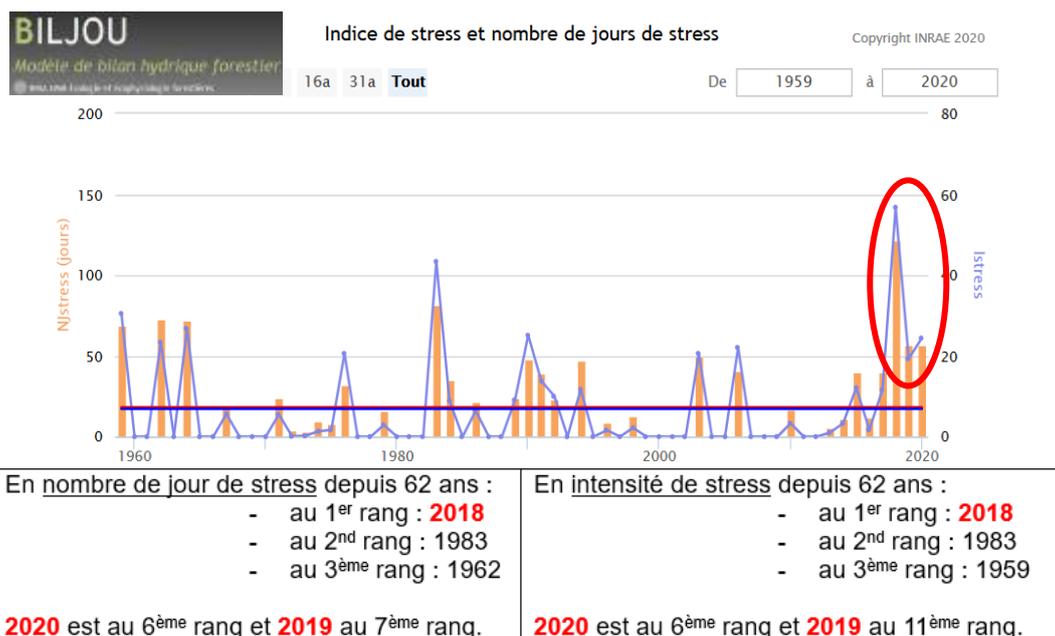
Colorations noirâtres en lien avec d'éventuels phénomènes de cavitation et formation d'un « cœur traumatique » / observations au MET de ces zones colorées (S. Grandjean, CO DSF-ONF 70 / MC Trouy, ENSTIB)



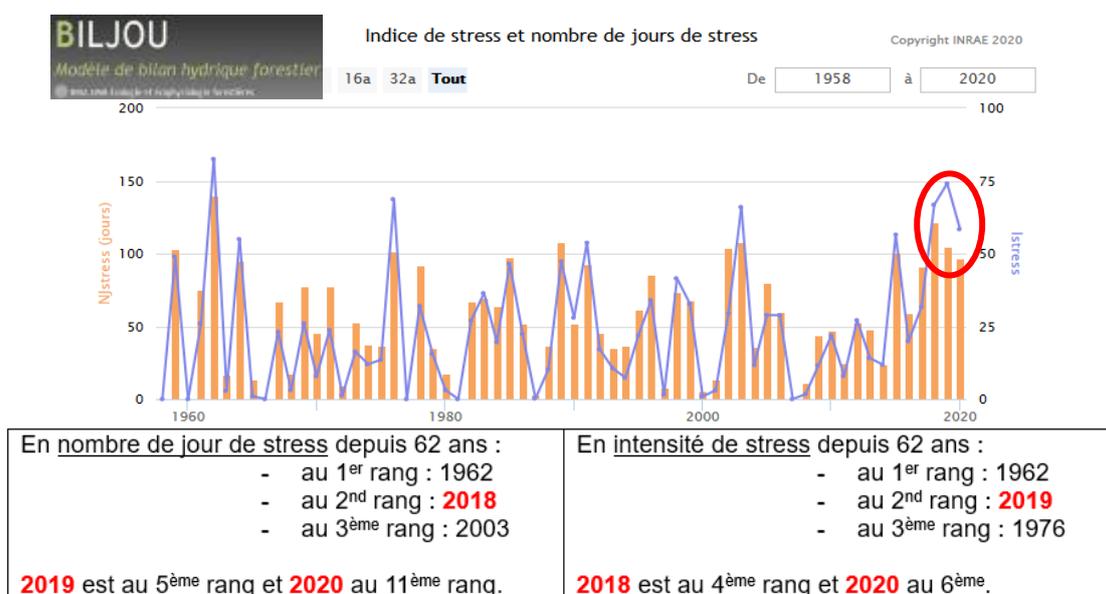
Annexe 3 : Une succession exceptionnelle de déficit hydrique depuis 2018 en région

Afin de mieux appréhender l'importance des déficits hydriques subis par les hêtraies en région, des simulations de bilans hydriques journaliers sont effectuées avec les données locales, grâce à l'outil **BILJOU©** développé par INRAE de Nancy (UMR Silva).

Ces données sont propres à chaque station et à chaque peuplement analysés (à partir de l'essence concernée, des données climatiques journalières locales depuis 1959 (SAFRAN), de l'estimation de la réserve utile (RU) et de l'indice foliaire du peuplement (LAI)) et ne sauraient donc être extrapolées à l'ensemble d'une région. Néanmoins des tendances significatives semblent se dégager quant à l'intensité et la durée du stress hydrique en 2018, 2019 et 2020 en Bourgogne-Franche-Comté, parmi les plus forts de ces 60 dernières années, si ce n'est les plus forts (**cercle rouge**)



Abbenans (Doubs), 420 m d'altitude, LAI de 6, RU de 100 mm



Villers-Patras (nord Côte d'Or) LAI de 6, RU de 100 mm

Simulations de bilans hydriques journaliers effectuées avec l'outil **BILJOU©** développé par INRAE de NANCY (<https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/>) dans deux hêtraies dépérissantes du Doubs et de Côte d'Or (DSF)



Bibliographie

Barigah T.S., Charrier O., Douris M., Bonhomme M., Herbette S., Améglio T., Fichot R, Brignolas F, Cochard H. (2013). Water stress-induced xylem hydraulic failure is a causal factor of tree mortality in beech and poplar. *Annals of Botany*, vol. 112, n°7, p. 1431-1437.

Bréda N., Granier A., Huc R., Dreyer E. (2006). Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Sciences*, vol. 63, n°6, p. 625-644.

Chuste P.A., Maillard P., Bréda N., Levillain J., Thirion E., Wortemann R., Massonnet C. (2019). Sacrificing growth and maintaining a carbohydrate storage are key processes for promoting beech survival under prolonged drought conditions. *Trees*, vol. 34, p. 1-14.

Goudet M., Nageleisen L-M. (2011). Réaction des peuplements forestiers après une crise : cas des hêtraies du massif-central et du nord-est après 2005 – *Département de la santé des forêts – MAA-DGAL*, 6 p. [en ligne] https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/Deperissement_hetre.pdf

Goudet M., Saintonge F-X., Nageleisen L-M. (2018). Quantifier l'état de santé de la forêt, méthode simplifiée d'évaluation *Département de la santé des forêts – MAA-DGAL*, 6 p. [en ligne] <https://agriculture.gouv.fr/la-methode-deperis-pour-quantifier-letat-de-sante-de-la-foret>

Mirabel M. (2019a). Sécheresse, chaleur et canicule 2018 - Impacts forestiers en région Bourgogne –Franche-Comté. *Département de la santé des forêts – Pôle Bourgogne-Franche-Comté, DRAAF*, 11 p. [en ligne] <http://draaf.bourgogne-franche-comte.agriculture.gouv.fr/Impacts-forestiers-de-la>

Mirabel M. (2019b). Dépérissements de hêtres consécutifs au déficit hydrique de 2018 - Premières observations en ce printemps 2019 en région. *Département de la santé des forêts – Pôle Bourgogne-Franche-Comté, DRAAF*.

Mirabel M. (2020). Synthèse de l'actualité sylvo-sanitaire en Bourgogne-Franche-Comté en 2019. *Département de la santé des forêts – Pôle Bourgogne-Franche-Comté, DRAAF*, 20 p. [en ligne] <http://draaf.bourgogne-franche-comte.agriculture.gouv.fr/Bilan-sylvo-sanitaire-2019>

Nageleisen L.M., Reuter J.C. (2007). Dépérissement de hêtre : Retour sur les situations de crise de la hêtraie au cours de la dernière décennie. *Bilan de la Santé des Forêts en 2006*, 7 p.

Sardin T., Legay M., Bock J., Conrard F. (2013). Hêtraies continentales - Référentiels sylvicoles. *Office National des Forêts*, p. 11

Schaeffer A. (1955). Le Dépérissement du Hêtre dans le département du Doubs. *Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et des Provinces de l'Est*, vol. XXVIII, n° 6, p. 290-291.

Schuldt B., Buras A., Arend M., Vitasse Y., Beierkuhnlein C., Damm A., Gharun M., Grams T. E. E., Hauck M., Hajek P., Hartmann H, Hiltbrunner E., Hoch G., Holloway-Phillips M., Körner C, Larysch E., Lübke T., Nelson D. B., Rammig A., Rigling A., Rose L., Ruehr N. K., Schumann K., Weiser F., Werner C., Wohlgemuth T., Zang C. S., Kahmen A. (2020). A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests. *Basic and Applied Ecology*, vol. 45, p. 86-103.

Taccoen A. (2019). Détermination de l'impact potentiel du changement climatique sur la mortalité des principales essences forestières européennes. *Doctorat ParisTech*, 230 p.

Wernsdörfer H., Constant T., Le Moguédec G., Mothe F., Nepveu G., Seeling U. (2007). Le cœur rouge du hêtre est-il détectable sur pied ? *Rdv techniques hors-série n°2, ONF*, p. 85-90.

