#### Mille-Feuilles

Dans une gestion en Sylviculture Mélangée à Couvert Continu (SMCC), comment la mise en relation de la consommation en eau d'un peuplement avec la quantité de précipitations et les réserves en eau du sol peut-elle contribuer à expliquer les dépérissements constatés ces dernières années ?



Projet associant















Les partenaires de la Forêt irrégulière école (FIE)























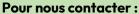












fie.parcnationaldeforets@gmail.com 07.60.56.66.96

https://foret-irreguliere-ecole.fr



# **SOMMAIRE**

_10011/008495	
FORET ET CHANGEMENT CLIMATIQUE	3
RESUME DE LA CONFERENCE	
POUR REJOINDRE LE GROUPE DE VOLONTAIRES	9
POUR ALLER PLUS LOIN	10
Le site du modele Biliou©	10
Outlours publications	10

## Forêt et changement climatique

Nathalie Bréda

Conférence Salle des fêtes de Saint-Loup-sur-Aujon Jeudi 13 octobre 2022

#### Remerciements:

Nous remercions la Commune de Saint-Loup-sur-Aujon de nous avoir accueilli pour cet événement. Et nous remercions l'ensemble des personnes qui ont participé à cette conférence.

Madame Claire Colliat, Maire de Saint Loup sur Aujon, souhaite la bienvenue aux participants et introduit la conférence en expliquant le contexte local.

#### Résumé de la conférence

Les supports présentés lors de la conférence ne se prêtent pas une diffusion sans commentaire. Aussi, nous vous proposons le résumé ciaprès et pour approfondir le sujet nous vous invitons à trouver quelques références de publications à la fin de ce document : « Pour aller plus loin » page 10.



La conférence débute par un bref rappel des composantes du climat modifiées sous l'effet de l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (tendance à long terme, distribution des extrêmes, variabilité saisonnière), l'augmentation des températures moyennes planétaires (+1.1°C) et en France (+1.7°C) déjà observée par rapport à la période 1850-1900.

Les impacts du changement climatique sur la forêt ont été mis en évidence depuis les années 1980-1990 :

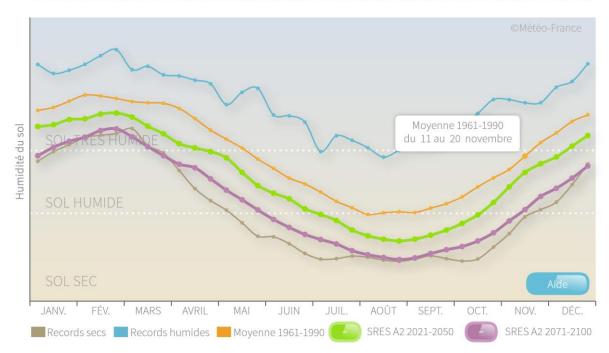
- des opportunités liées au réchauffement (débourrement des arbres plus précoces) ou aux changements globaux (teneur en CO<sup>2</sup> de l'atmosphère, dépôts azotés) qui ont stimulé la croissance des arbres, en diamètre et en hauteur

- des risques, très souvent liés à des récurrences d'évènements extrêmes induisant une dégradation transitoire de l'état des couronnes des arbres voire des dépérissements forestiers avec une surmortalité d'arbres.

Un focus particulier a ensuite été porté sur les sécheresses et la notion de bilan hydrique. En effet à l'échelle européenne, les principaux aléas impliqués dans la dégradation de la santé des forêts sont les sécheresses pour les causes climatiques et les insectes défoliateurs pour les causes biotiques. La sécheresse du sol traduit un déséquilibre entre les entrées d'eau (précipitations) et les sorties d'eau (principalement la transpiration des arbres et drainage en profondeur). Le rôle dans les échanges d'eau des interfaces entre le couvert forestier et l'atmosphère d'une part, le sol et les racines d'autres part, a été expliqué. Quelques mécanismes clés, à court ou moyen termes, de la réponse des arbres au manque d'eau ont été explicités et illustrés.

Après avoir décrit comment la sécheresse du sol peut être quantifiée en précocité, durée et intensité, la crise sanitaire que traverse actuellement la forêt en France, et plus particulièrement en régions Grand Est et Bourgogne Franche Comté, a pu être interprétée comme l'effet cumulatif des sécheresses intenses auxquelles les forêts ont été exposées depuis 2015. En particulier, le manque d'eau dans les sols en 2018, 2019 et 2020 a été remarquable en particulier sur les sols superficiels et caillouteux du territoire. Plus que l'intensité qui avait par exemple déjà été atteinte en 1959, 1976 ou 2003, c'est la succession de tels aléas qui est responsable des dépérissements multi-essences en cours ces dernières années. Historiquement, il est connu que de telles successions engendrent des dépérissements : ce fut le cas après la séquence sèche 1989-1991 ou 2003-2006.

Enfin, une projection des sécheresses sous différents scénarios climatiques réalisée par Météo France a été présentée: c'est à une intensification des sécheresses moyennes, tout au long de la saison, qu'il faut préparer les forêts de notre région aux contraintes du climat de demain. Sans oublier que la variabilité du climat entre les années restera très forte, avec possibilité d'épisodes de froids intenses, de gels tardifs ou précoces ou encore d'épisodes de pluies intenses.



Cycle annuel d'humidité du sol Moyenne 1961-1990, records et simulations climatiques pour deux horizons temporels (scénario d'évolution SRES A2)

La comparaison du cycle annuel d'humidité du sol sur la Lorraine entre la période de référence climatique 1961-1990 et les horizons temporels proches (2021-2050) ou lointains (2071-2100) sur le XXIe siècle (selon un scénario SRES A2) montre un assèchement important en toute saison.

source: <a href="https://meteofrance.com/climathd">https://meteofrance.com/climathd</a>

Pour faire face à ces risques accrus de sécheresse du sol, différentes formes d'adaptation ont été évoquées, selon l'ampleur des modifications du climat par rapport à ce que les forêts ont déjà expérimenté et l'ampleur des changements à opérer. Des pistes d'adaptation ont été proposées pour faire face aux sécheresses : ajuster la consommation en eau des forêts en dosant la quantité de feuilles et en mélangeant les essences, transformer la forêt en accompagnant la migration d'essences ou de provenances plus résistantes à la sécheresse, spécialiser les forêts dans certains services rendus à l'homme ou encore à modifier profondément l'occupation du sol.



#### Séance de questions/réponses suite à la conférence

Dans le cadre d'un programme de plantations (sur 5 ans concernant arbres et arbustes) sur le site d'une ancienne carrière et en partenariat avec des élèves de primaire, il a été proposé d'utiliser ce site de plantation comme site expérimental.

Nathalie Bréda remercie de la proposition. Puis indique que d'autres équipes consacrent leurs recherches aux stades jeunes et que nous pourrons transmettre la proposition aux collègues potentiellement intéressés.

Lors de la canicule de 2003, les hêtres complètement défoliés sont repartis au printemps suivant. Comment comprendre que les arbres fassent des feuilles énormes (taille d'une feuille A4)?

Nathalie Bréda précise que sur le Chêne les feuilles énormes viennent possiblement d'une seconde feuillaison suite à une attaque d'insecte. Et complète, en 2004, les Hêtre avaient de petites feuilles. En effet, les feuilles sont préformées dans les bourgeons en juillet de l'année N-1 pour la saison N.

Plus les arbres sont âgés et plus les arbres sont vulnérables. Quels sont les ordres de grandeurs ?

Nathalie Bréda explique que selon l'espèce et la vitesse de croissance de l'arbre cela varie. Mais actuellement les arbres poussent de plus en plus vite et vieillissent de même. Dans les données présentées, à l'échelle nationale sur les chênes du réseau systématique de surveillance, la proportion d'arbres morts est plus importante à partir de 120 ans dans les chênaies. On ne parle pas ici de longévité (les arbres pourraient se maintenir plus longtemps) mais leur intérêt économique n'est plus aussi intéressant du fait de la diminution de la vitesse d'accroissement.

Si la croissance s'arrête, cela signifie que toute la physiologie est affectée: la photosynthèse baisse, la masse foliaire diminue, les branches mortes augmentent, l'azote est moins fixé ... Ce qui les rend plus sensibles aux aléas comme un accident climatique et moins aptes à se défendre contre une attaque d'insecte.

Sur le Hêtre, Nathalie Breda encadre actuellement un étudiant qui effectue une thèse pour, en outre, tester si l'âge est aussi un facteur de vulnérabilité de cette espèce aux sécheresses intenses.

Le chêne est l'essence emblématique de la Région, la plus intéressante économiquement, mais aussi assez complexe à conduire. Il existe encore des chênes âgés de plusieurs siècles et qui ont donc connu différents climats par l'héritage génétique, hérité des arbres qui les ont précédés avec une période de vie de plusieurs siècles également.

Est-ce que cet héritage génétique offre de meilleures perspectives pour résister au changement climatique comparée à l'introduction d'essences allochtones ?

Nathalie Bréda répond en indiquant que le problème de ces arbres, filtrés par les aléas traversés, est de savoir combien d'individus traverseront ces filtres de plus en plus extrêmes (durée, intensité...). En sachant que les arbres vieillissants ont également davantage de difficultés à se défendre contre les bio agresseurs, du fait de la réduction de leur masse foliaire, donc de leur photosynthèse et production de sucres.

Quelle est la taille moyenne des réserves en eau pour les arbres ici?

Nathalie Bréda précise que les stations retenues sont homogènes, avec de fortes charges en cailloux, et correspondent à 100 mm de "baignoire" environ. C'est donc une « baignoire » de petite taille et pour les peuplements de feuillus, cela fonctionne si les pluies sont régulières. Dans d'autres contextes, par exemple sur plateau lorrain avec des sols limono-argileux, la réserve en eau des sols est le double, 200 mm.

La présence des essences forestière est liée à un choix du forestier. Quel sont les retours sur des comparaisons entre les essences en fonction de l'implantation (bonne et mauvaise station) ?

Nathalie Bréda indique que le comportement physiologique intrinsèque semble peu varier et que la différence principale apparait dans les dates de déclenchement des mécanismes de régulation qui seront plus précoces sur un sol avec une petite réserve d'eau. Les arbres seront plus courts, et présenteront moins de feuilles. L'allométrie de l'arbre, c'est-à-dire ses équilibres fonctionnels entre volume racinaire, systèmes conducteurs de sève et masse foliaire, s'ajuste aux conditions pédo-climatiques.

C'est pourquoi les sécheresses doivent être quantifiées localement, en tenant compte des spécificités des sols et des différents peuplements.

La SMCC vise la production de gros bois, ces gros bois ont-ils plus de chance d'être vulnérables ?

Nathalie Bréda explique le besoin de résultats d'études pour pouvoir répondre à cette question et à l'influence de la SMCC sur les bilans hydriques des parcelles. C'est d'ailleurs la motivation des recherches qu'elle souhaite mener dans les forêts irrégulières école.

Elle précise notamment ses premières interrogations : est-ce que la quantité de feuilles est comparable ou non aux autres sylvicultures ? Quelle est la consommation en eau de ces forêts ? Cette sylviculture modifie-t-elle l'interception des précipitations ? Comment les réserves en eau du sol se reconstituent-elles ?

Quelles actions participatives vont être conduites notamment avec les scolaires ?

Nathalie Bréda explique qu'avec les élèves de collège l'objectif cette année est de définir l'interface du couvert à travers les contributions de chaque essence. Pour cela, il est prévu d'associer les élèves et de les sensibiliser à la démarche scientifique en travaillant sur une hypothèse : « Sur le même sol, avec le même climat est ce que la quantité de feuilles varie entre les peuplements ? Et si oui, est-ce que cela modifie l'intensité des sécheresse observées ».

Ceci implique plusieurs étapes pour les élèves :

- La mesure de la quantité de feuilles, réalisés grâce à des bacs à litière
- La reconnaissance d'essences
- La compréhension de l'utilité d'un protocole. Ici le protocole utilisé est issu du protocole que Nathalie et ses collaborateurs internationaux ont recommandé au réseau européen de suivi présenté lors de la conférence
- La mesure, dans les laboratoires Tous Chercheurs à Nancy, du rapport entre la surface de feuille et leur poids sec, qui varie entre les espèces
- L'interprétation des résultats et leurs présentations à différents publics.

Avec les volontaires, les actions sont en cours de construction, en fonction de leur répartition géographique.

Sylvain Lacombe (Forêt irrégulière école) complète sur le but du groupe de volontaires qui est d'associer les volontaires à toutes les phases du projet. (Réflexions, protocole, collecte...).

Nathalie Bréda précise que les recherches participatives sont aujourd'hui bien formalisées mais encore peu développées dans son groupe de recherche. Les questions de recherches sont co-construites entre acteurs (citoyens et chercheurs), les protocoles ont la rigueur des protocoles scientifiques, les acteurs sont formés et accompagnés.

Dans le domaine de la recherche, est ce que la capacité de rétention en eau des sols notamment vis-à-vis de la quantité de bois morts est étudiée ?

Nathalie Bréda précise qu'au moins un programme de recherche est en cours dans son équipe, et un collègue est spécialisé en sciences du sol. Elle utilise les retours de ces projets de recherche pour ses propres travaux sur le bilan hydrique : c'est le travail d'équipe, où les compétences sont complémentaires et les travaux coordonnés.

Diminuer la quantité de feuilles ne diminue-t-il pas la matière organique et ne diminuerait-on pas ainsi la capacité à la rétention d'eau ?

Nathalie Bréda répond que beaucoup de feuilles engendre beaucoup de flux d'eau et d'assimilation de nutriments. Si on diminue la quantité de feuilles, on limite les besoins

Projet Mille-Feuilles

en nutriments. Puis elle précise que la matière organique et la fertilité du sol est plus impactée par la gestion (exportation des menus bois, coupes en feuilles...) avec des exports potentiellement importants (coupes de bois énergie répétées par exemple). Par ailleurs, des projets de recherches dans l'équipe de Nathalie sont actuellement conduits sur des exploitations historiques (site à proximité de verreries, utilisation de

litière pour animaux...) et leurs impacts sur la fertilité actuelle des sols et la diversité

floristique. Les résultats sont variables selon la nature du sol principalement.

Quelques échanges portent sur le plan de relance et son impact sur la forêt. Il en ressort notamment la difficulté de concilier l'action sur le long terme des forestiers pour adapter la forêt aux contraintes des climats futurs et la réponse à court terme visant

en urgence à faire face à la crise (adaptation réactive).

La problématique du temps est récurrente et notamment du temps long. Sur le territoire, deux initiatives sont développées avec des écoles dans le cadre d'Aires Terrestres Educatives pour permettre une immersion des élèves dans la gestion

forestière.

Nathalie Bréda est convaincue que des actions d'adaptation aux deux pas de temps (long et moyens/court) doivent être engagés. La société doit s'emparer des enjeux du changement climatique et c'est pour cela que les recherches participatives sont mobilisées. Mais les politiques publiques aussi doivent être en contact avec la recherche, et Nathalie Bréda indique qu'elle est personnellement engagée aussi à cette

échelle.

Fin de la conférence.

Pour rejoindre le groupe de volontaires

A l'issue de la conférence il a été proposé aux personnes présentes de rejoindre le groupe de volontaires en s'inscrivant sur place.

Il est toujours possible de rejoindre ce groupe de volontaires en écrivant à fie.parcnationaldeforets@gmail.com ou par téléphone au 07.60.56.66.96.

Pour plus d'informations : <a href="https://foret-irreguliere-ecole.fr">https://foret-irreguliere-ecole.fr</a>

### Pour aller plus loin

#### Le site du modèle Biljou©

Il s'agit d'un modèle de bilan hydrique forestier développé par un groupe de chercheurs et d'ingénieurs autour de Nathalie Breda. Le site web dédié au modèle propose des pages pédagogiques dédiées à la présentation des éléments suivants : Bilan Hydrique, Transpiration et régulation, Interception des précipitations, Réserve en eau du sol, Indice foliaire et phénologie, Météorologie, Drainage, Indicateurs de sécheresse, Modélisation et Eau verte & Eau bleue. De nombreuses publications sont téléchargeables depuis le site.

https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/fr/

### **Quelques publications**

La Sécheresse de 2003 dans le contexte climatique des 54 dernières années : analyse écophysiologique et influence sur les arbres forestiers.

(https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03449335/)

Nathalie Bréda, André Granier, Gilbert Aussenac. La Sécheresse de 2003 dans le contexte climatique des 54 dernières années : analyse écophysiologique et influence sur les arbres forestiers. Revue forestière française, AgroParisTech, 2004, 56 (2), pp.109-131. (10.4267/2042/5081). (hal-03449335)

L'Indice foliaire des couverts forestiers : mesure, variabilité et rôle fonctionnel. (Archives-ouvertes.fr) Nathalie Bréda.

Nathalie Bréda. L'Indice foliaire des couverts forestiers : mesure, variabilité et rôle fonctionnel. Revue forestière française, AgroParisTech, 1999, 51 (2), pp.135-150. ff10.4267/2042/5426ff. ffhal-03443413f

#### Modélisation du bilan hydrique des peuplements forestiers

(https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03444311/document)

André Granier, Vincent Badeau, Nathalie Bréda. Modélisation du bilan hydrique des peuplements forestiers. Revue forestière française, AgroParisTech, 1995, 67 (S), pp.59-68. ff10.4267/2042/26719ff. ffhal-03444311