

CHRONIQUE... EN RÉSUMÉ

Des thèses, des mémoires de fin d'études, des habilitations à diriger des recherches sont soutenus chaque année dans le domaine de la forêt et du bois. En faire connaître certains à nos lecteurs est l'objet de cette rubrique.

Rougisement hivernal du Douglas entre climat doux et formation de glace

par Mahaut van Rooij

- ⋮ Thèse soutenue publiquement le 13 décembre 2023 à l'Université Clermont Auvergne, site des Cézéaux
- ⋮ Directeur de thèse : M. Thierry Ameglio (INRAE – UMR PIAF)
- ⋮ Co-directeur de thèse : M. Guillaume Charrier (INRAE – UMR PIAF)

Le Douglas, première essence de reboisement en région Auvergne-Rhône-Alpes et seconde au niveau national, est d'intérêt économique majeur en France avec 13 millions de plants produits par an. Un phénomène de rougisement physiologique affecte les jeunes Douglas (< 15 ans) a été observé en moyenne un hiver sur trois en France, lors des 30 dernières années et peut atteindre jusqu'à 80 % de la plantation. Un arbre rougissant n'a pas d'avenir sylvicole et meurt généralement dans l'année suivant le rougisement. Les objectifs de la thèse ont été de comprendre le phénomène de rougisement hivernal à travers l'identification des paramètres climatiques déclencheurs et du mécanisme physiologique induisant le rougisement des aiguilles.

Afin d'identifier l'aléa climatique critique, une synthèse approfondie basée sur la littérature, ainsi qu'une analyse bioclimatique ont été menées. La synthèse de littérature a permis d'identifier certaines conditions climatiques caractéristiques des années à rougisement à savoir des périodes anticycloniques en sortie d'hiver et/ou la succession de périodes froides et chaudes. La synthèse comme l'analyse bioclimatique en commun, ont identifié un cumul de variables climatiques à savoir des températures chaudes en journée, une forte amplitude thermique journalière, une vitesse de vent anormale et une sécheresse relative de l'air. Les cycles gel-dégel avec des températures nocturnes froides ne ressortaient pas de l'analyse bioclimatique mais étaient mentionnés dans la littérature.

Afin de comprendre comment un Douglas rougit, l'auteur a, dans un premier temps, mis en évidence les lacunes de connaissances sur le rougisement hivernal et proposé des mécanismes potentiels pouvant, seuls ou en interaction, induire ce désordre physiologique à savoir : une sécheresse hivernale induisant des défaillances hydrauliques, un stress photo-oxydatif et une désacclimatation précoce. En conditions contrôlées, nous avons exposé des jeunes Douglas à une sécheresse hivernale à travers un différentiel thermique entre les racines et le houppier de l'arbre (sol froid < 5 C et air chaud ~ 14 C). Une partie des arbres a été exposée à des

intensités lumineuses susceptibles d'induire un stress photo-oxydatif (> 1 800 PPFD). Les températures froides du sol ont induit un stress hydrique modéré en limitant l'absorption d'eau racinaire alors que les températures chaudes de l'air ont favorisé les pertes hydriques au niveau des aiguilles. Cependant, le Douglas a pu s'acclimater à ce nouvel environnement jusqu'à leur reprise de croissance. L'exposition à une intensité lumineuse élevée n'a pas généré de dommages irréversibles sur le PSII, ni de stress photo-oxydatif. Aucun rougisement du Douglas n'a été observé suggérant que le mécanisme physiologique induisant le rougisement n'est pas la sécheresse hivernale ou le stress photo-oxydatif. Sur le terrain, nous avons mesuré en continu de décembre 2020 à juin 2023 les variations de diamètre de jeunes douglas ainsi que les températures et hygrométrie de l'air au sein de quatre parcelles dans le Massif Central. Les gels printaniers d'avril 2021 sur des Douglas désacclimatés n'ont pas été suivi de rougisement de l'aiguille ni de dommages cambiaux, ce qui est en contradiction avec l'hypothèse de désacclimatation précoce. Néanmoins, la comparaison d'un hiver sans rougisement (2021) avec un hiver à rougisement (2022) a permis de souligner une forte contrainte hydrique générée depuis l'apex, en lien avec une période anticyclonique en janvier 2022. La défaillance hydraulique serait favorisée par une transpiration quotidienne à laquelle s'ajoutent des cycles gel-dégel qui amplifient la contrainte hydrique et créent des défaillances hydrauliques dans le houppier, pouvant expliquer le dessèchement et le rougisement de l'aiguille. Ainsi, l'hypothèse de sécheresse hivernale est la plus plausible et mériterait d'être testée en conditions contrôlées.

Facteurs déterminant la réponse de la croissance aérienne du Pin d'Alep à la sécheresse

par Léa Vuillen

- Thèse soutenue publiquement le 20 décembre 2023 à INRAE, site d'Aix-en-Provence
- Directeur de thèse : M. Bernard Prevosto (INRAE, RECOVER, Aix-en-Provence)
- Codirecteur de thèse : M. Maxime Cailleret (INRAE, RECOVER, Aix-en-Provence)

Les écosystèmes forestiers méditerranéens sont soumis à des épisodes de sécheresse de plus en plus intenses, longs et fréquents qui dégradent leur fonctionnement. Dans ce contexte, cette thèse vise à améliorer notre compréhension des déterminants de la réponse des peuplements forestiers à la sécheresse ; ceci afin de prédire leur vulnérabilité et les services qu'ils fournissent. La variabilité de la réponse du pin d'Alep à la sécheresse est analysée en termes de croissance aérienne (secondaire et primaire) en fonction des caractéristiques de l'individu, du peuplement, et des conditions climatiques locales. Pour cela, nous nous appuyons sur des données récoltées : à l'échelle de l'aire de répartition de l'espèce, sur un jardin commun comparant des provenances de Pin d'Alep et de Pin brutia, et sur un dispositif expérimental de manipulation des précipitations. Nos résultats montrent que la du-

rée de la sécheresse annuelle est le premier déterminant de la croissance du Pin d'Alep, ayant un impact direct et différé sur la croissance secondaire du tronc et le développement du houppier (nombre et longueur des branches et des feuilles). Les arbres situés sous des climats plus arides montrent une sensibilité accrue à la sécheresse ; cette variabilité étant principalement attribuable à la plasticité phénotypique des espèces étudiées, puisque leur réponse est uniforme en jardin commun. Même si le devenir des peuplements de Pin d'Alep face au changement global est incertain et fortement déterminé par les conditions environnementales locales, il semble qu'il soit plutôt menacé par l'augmentation de la durée et de la fréquence des sécheresses que par leur intensification.

Wood, Cities, and Trade: An Economic Analysis of the Global Urban Demand for Wood Products and the Dynamics of International Wood Trade

par Valentin Mathieu

- Thèse soutenue publiquement le 19 décembre 2023 à AgroParisTech, campus de Nancy
- Directeur de thèse : M. Serge Garcia (INRAE, BETA, Nancy)
- Directeur de thèse : M. Jean-Marc Roda (CIRAD, Jakarta, Indonésie)
- Directeur de thèse : M. Sylvain Caurla (Banque européenne d'investissement, Luxembourg)

Pour atteindre les objectifs de développement durable et de gestion durable des ressources naturelles, une compréhension approfondie des différents facteurs qui contribuent à l'économie du bois, ainsi qu'une prévision précise de l'offre et de la demande de bois, sont essentielles. De telles analyses s'appuient sur des modèles, appelés dans cette thèse "modèles de flux commerciaux de bois" lorsqu'ils étudient la production, le commerce et la consommation de bois. L'utilisation de modèles pour expliquer et prédire des phénomènes économiques se heurte à plusieurs difficultés méthodologiques. Face à ces difficultés, comment évaluer la capacité d'un modèle à conduire de telles analyses ? Cette thèse considère trois aspects essentiels et interdépendants de la modélisation pour évaluer la capacité d'un modèle à atteindre ses objectifs. Le premier aspect consiste à déterminer si les fondements théoriques des modèles peuvent être testés empiriquement. Le deuxième aspect consiste à déterminer si un modèle prend en compte des facteurs importants pour l'analyse heuristique et prédictive des phénomènes économiques. Le troisième aspect concerne la disponibilité et la qualité des données sur lesquelles une théorie peut être

testée et à partir desquelles des facteurs peuvent être identifiés et quantifiés. Cette thèse est structurée autour de ces trois aspects et est divisée en quatre chapitres. Les deux premiers chapitres portent sur deux des aspects de la modélisation considérés : (i) les facteurs pris en compte ou à prendre en compte dans la modélisation de l'économie du bois, et (ii) l'élaboration de modèles fondés sur une théorie empiriquement vérifiable. Les deux derniers chapitres traitent du troisième aspect de la modélisation : la qualité des données et ses implications pour la modélisation. L'objectif de cette thèse est de mener une revue des facteurs considérés pour modéliser les flux commerciaux de bois, et de proposer une analyse économique de la demande urbaine en bois et du commerce international des produits bois. Le chapitre 1 présente une méta-analyse des concepts de modélisation des flux commerciaux du bois. Il conclut que les modèles économiques s'appuient sur un ensemble restreint de quatre catégories de facteurs, négligeant ainsi d'autres facteurs importants, comme l'urbanisation. Le chapitre 2 développe une modélisation spatiale de la demande urbaine en bois. En prenant en compte l'urbanisation comme facteur de l'économie

mondiale du bois, le modèle propose une représentation réaliste et précise des phénomènes économiques forestiers, suggérant un rôle déterminant des dynamiques urbaines dans l'économie globale du bois. Le chapitre 3 met en évidence plusieurs incohérences entre les données d'exportation et d'importation et propose une méthode pour tenir compte des erreurs de mesure dans les analyses commerciales. Ce chapitre suggère que ces disparités sont significatives et que le fait de ne pas corriger les modèles pour tenir compte des erreurs dans les données commerciales biaise les résultats des modèles. Le chapitre 4 effectue une analyse de réseau du commerce du bois rond. Bien que cette analyse soit principalement descriptive, elle fournit un modèle réaliste et méca-

niste d'évaluation de la structure du réseau commercial et ses dynamiques. Les contributions scientifiques de cette thèse sont triples: elle propose de nouvelles méthodes pour modéliser l'économie mondiale du bois, intègre la dynamique urbaine comme un facteur qui façonne l'économie mondiale du bois, et met en avant un besoin de meilleures pratiques dans l'analyse du commerce des produits bois. Elle s'inscrit dans les enjeux globaux en mettant en avant la nécessité d'anticiper la future demande urbaine en bois, questionne l'efficacité des politiques de régulation économique appliqués aux forêts et aux produits bois, et suggère des stratégies commerciales visant à minimiser les risques de marché.

La protection des sources d'eau sur l'impluvium de Vittel : évaluation monétaire des services environnementaux et sociaux, et des impacts sur l'économie locale

par Tristan Amiri

- ⋮ Thèse soutenue publiquement le 21 décembre 2023 à AgroParisTech, campus de Nancy
- ⋮ Directeur de thèse : M. Serge Garcia (INRAE, BETA, Nancy)
- ⋮ Directeur de thèse : M. Jens Abildtrup (INRAE, BETA, Nancy)

Le site de production des eaux de Vittel® fait figure de pionnier dans la prise en compte des enjeux environnementaux dans la production d'eau en bouteille. Afin de préserver la qualité des ressources en eau, l'entreprise Nestlé Waters a développé un partenariat avec l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE). Les actions entreprises ont des effets bénéfiques sur la biodiversité, les paysages, affectant ainsi le bien-être des populations. Le lien entre le bien-être humain et la qualité de son environnement est formalisé à travers le concept de services écosystémiques (SE). Ces SE sont parfois mal pris en compte dans les décisions économiques, du fait qu'ils ne soient pas échangés directement sur un marché. La science économique a développé un panel de méthodes d'évaluation dont l'objet est de leur assigner une valeur monétaire. Cela permet de les intégrer à la prise de décision, notamment à travers la mise en place de Paiements pour Services Environnementaux (PSE). La notion de paiement pourrait nous faire penser que l'évaluation monétaire a un rôle à jouer pour établir la bonne fourniture de services. Mais, habituellement, les paiements sont rarement alignés sur la valeur des services environnementaux, et plutôt établis par négociation. Mais l'évaluation monétaire peut également être utilisée pour évaluer les co-bénéfices de ces programmes. Ces co-bénéfices peuvent représenter une part substantielle des bénéfices totaux. Ne pas les prendre en compte peut conduire à une sous-estimation importante des effets d'une politique.

L'objectif de cette thèse est d'étudier les co-bénéfices du PSE de Vittel. Dans le premier chapitre, j'ai mené un Discrete Choice Experiment (DCE) pour étudier les préférences de la population locale autour de Vittel : l'idée était de tester différents scénarios d'activités récréatives. Chaque scénario était notamment composé d'attributs liés aux mesures agro-environnementales mises en œuvre sur le bassin versant de Vittel.

Les personnes interrogées expriment des préférences pour certaines caractéristiques environnementales, comme la présence d'un cours d'eau ou la non-utilisation de pesticides, qui est une mesure importante du PSE. Dans le chapitre deux, j'ai mis en œuvre un autre DCE qui visait, cette fois, à cibler les non-utilisateurs des ressources en eau. Les résultats ont montré que les préférences pour les attributs environnementaux étaient très hétérogènes. J'ai estimé un modèle à classes latentes avec quatre classes. Les individus des classes 1 et 3 sont prêts à payer un montant important sur la facture d'eau pour interdire les pesticides. Les répondants de la deuxième classe ont un CAP élevé pour certaines mesures environnementales (interdiction des pesticides, restauration des cours d'eau etc.). Enfin, les personnes groupées dans la quatrième classe n'avaient que des préférences pour l'interdiction des pesticides et la restauration des cours d'eau. Dans le troisième chapitre, j'ai réalisé une analyse hédonique sur le département des Vosges. L'objectif était d'évaluer l'influence des différentes utilisations du sol sur les prix des logements. J'ai défini cinq catégories : agriculture, forêts, prairies, zones urbaines et « autres ». Les résultats montrent que les prairies influencent de manière significative les prix des logements, mais sont moins significatifs pour les maisons situées à l'intérieur de l'impluvium de Vittel. Néanmoins, un effet positif de l'agriculture est observé. Enfin, le dernier chapitre fournit un article relatif aux enquêtes réalisées dans le cadre de la thèse : les deux DCE et une troisième enquête relative aux préférences des touristes en matière de gestion des paysages forestiers et agricoles dans la région de Vittel. Cette dernière enquête complète ce qui a été fait dans les chapitres 1 et 2 pour les populations locales et non-locales.

Modélisation du microclimat forestier et conséquences sur la flore du sous-bois en contexte de changement climatique

par Gril Eva

Thèse soutenue publiquement le 29 février 2024 à l'Université de Picardie Jules Verne, Salles des thèses, Amiens
Encadrants de thèse : M. Guillaume Decocq (Université de Picardie Jules Verne), M. Jonathan Lenoir (Université de Picardie Jules Verne - CNRS), M. Ronan Marrec (Université de Picardie Jules Verne)

Dans les forêts, les températures microclimatiques locales vécues par les plantes du sous-bois diffèrent des températures macroclimatiques mesurées en milieu ouvert par les stations météorologiques. Les canopées tamponnent les températures extrêmes, avec des maximums plus frais et des minimums plus chauds à l'intérieur des forêts denses. En utilisant des mesures in situ du microclimat dans 157 placettes de trois forêts françaises, nous avons d'abord testé l'hypothèse selon laquelle le microclimat peut être bio-indiqué par la composition de la communauté végétale à l'aide de valeurs indicatrices écologiques, mais cette bio-indication a une applicabilité limitée pour la température microclimatique à l'intérieur des forêts. Deuxièmement, nous avons développé une nouvelle approche statistique pour modéliser la température microclimatique. Notre méthode « pente et équilibre » repose sur la relation linéaire entre la température du microclimat et celle du macroclimat. Nous avons utilisé des descripteurs issus d'inventaires forestiers pour modéliser l'effet tampon (moins extrême) ou amplificateur (plus extrême) de la température microclimatique par rapport aux fluctuations macro-

climatiques dans 13 forêts feuillues ou résineuses d'un réseau de suivi à long terme des forêts françaises (RENECOFOR). Troisièmement, nous avons utilisé cette méthode pour spatialiser la température du microclimat à une résolution de 10 m sur une forêt de 2700 ha près de Blois, en utilisant trois mesures de la structure forestière dérivées du LiDAR (détection par ondes lumineuses) : hauteur maximale, indice de surface végétale et indice de complexité verticale. Enfin, nous avons étudié la réponse des plantes du sous-bois à cet effet de tampon ou d'amplification du microclimat. Nous avons observé un changement de préférence microclimatique le long d'un gradient d'affinité forestière pour les plantes vasculaires. Les bryophytes préfèrent presque systématiquement les températures microclimatiques tamponnées. Pour les bryophytes comme pour les plantes vasculaires, plus les températures sont tamponnées, plus la proportion de spécialistes de l'intérieur de la forêt est élevée. La gestion forestière peut renforcer ou atténuer les effets du changement climatique sur les communautés végétales par amplifiant ou en tamponnant la température microclimatique.



Licence Creative Commons
Attribution - 4.0 International (CC BY 4.0)