

# PERSPECTIVES D'ÉMERGENCE D'UNE FILIÈRE FORÊT-CHIMIE DES EXTRACTIBLES POINTS DE VUE DES ACTEURS DU NORD-EST DE LA FRANCE ET DU SUD-OUEST DE L'ALLEMAGNE

FRÉDÉRIC BONIN – MAXENCE ARNOULD – PIERRE DUVAL – ARISTIDE ROBIC – MARIE-LORÉA TAPIE-PETIT – MEHDI EL HRIZI – THERESIA EULER – FLORIAN FERNANDEZ-BELTRAN – MARTIN GAVANT – FLORIAN LEMAIRE – SADATH OUKPEDJO – SOLENN PILLET – THOMAS SERRE – MARIEKE BLONDET<sup>a</sup> – FRANCIS COLIN<sup>a</sup> – PHILIPPE DURAND<sup>a</sup> – YVES EHRHART<sup>a</sup> – CHRISTINE GÉRARDIN<sup>b,c</sup> – PHILIPPE GÉRARDIN<sup>b,c</sup> – BERNARD KIENTZ – JONATHAN LENGLET<sup>a</sup> – THOMAS FILLBRANDT<sup>d</sup> – HEIKO WINTER<sup>d</sup> – HOLGER WERNSDÖRFER<sup>a</sup>

## AVANT-PROPOS

La présente étude s'est déroulée dans le cadre d'un projet d'étudiants de dernière année de formation de master et d'ingénieur, réalisé d'octobre 2017 à janvier 2018. Les perspectives d'émergence d'une filière forêt-chimie des extractibles sont abordées à travers une enquête qualitative réalisée dans le Nord-Est de la France et le Sud-Ouest de l'Allemagne. Dans ce qui suit, nous présentons d'abord le contexte de l'étude et introduisons les questions abordées. Après avoir caractérisé l'approche méthodologique et l'échantillon, nous décrivons les résultats de l'enquête par rapport à chacune des questions posées. La discussion des résultats traite ensuite des principaux leviers identifiés en vue du développement d'une telle filière, suivie par une conclusion et des perspectives d'études ultérieures.

## CONTEXTE DE L'ÉTUDE ET QUESTIONS ABORDÉES

La bioéconomie est définie, au niveau européen, comme le développement d'une économie circulaire et durable, fondée sur la production, la transformation et le recyclage de ressources biologiques renouvelables, permettant en particulier de substituer du carbone renouvelable au carbone fossile, et contribuant ainsi à réduire les émissions de gaz à effet de serre, tout en préservant les ressources naturelles, la biodiversité et en amplifiant les services écosystémiques (Commission européenne, 2018). Parmi les nombreux domaines d'application, le présent article

a Université de Lorraine, AgroParisTech, INRAE, SILVA, F-54000 Nancy, France

b Université de Lorraine, INRAE, LERMAB, F-54000 Nancy, France

c Université de Lorraine, INRAE, LERMAB, F-88000 Épinal, France

d Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, D-79085 Freiburg i. Br., Allemagne

concerne plus particulièrement la chimie biosourcée (septième principe de la chimie verte ; Anastas et Warner, 2000). En effet, la matière végétale telle que le bois peut être une source de molécules d'intérêt dans le but de substituer ou de compléter les molécules pétro-sourcées. Compléter signifie qu'elle peut apporter sur le marché des molécules innovantes présentant des propriétés inédites qu'il est impossible de synthétiser artificiellement à des coûts raisonnables.

Le bois constitue un matériau biologique qui recèle de multiples composés chimiques. Ce n'est donc pas un hasard si le bois a participé à la fondation de la chimie, bien avant la chimie du charbon puis celle du pétrole. Ce n'est pas un hasard non plus si la biomasse forestière est de plus en plus sollicitée par la société et les industries chimiques. Les raisons en sont sa disponibilité potentielle, sa grande diversité chimique, et sa production reconnue durable au moins dans nos régions et ne recourant pas à des intrants importés.

Plus précisément, l'arbre est composé de multiples types de cellules dont une partie constitue les structures de soutien mécanique, au milieu desquelles circulent ou sont faiblement fixés des composés de natures variées. Ces structures sont composées de cellulose, hémicelluloses et lignine, constituant la fraction lignocellulosique. Les liquides qui y circulent contiennent des minéraux et de nombreux composés chimiques, un grand nombre étant engagé dans la fonction de défense des parties vivantes. Ils peuvent être extraits par des solvants organiques ou de l'eau, d'où leur nom d'« extractibles ». Ils sont particulièrement présents dans les écorces et les nœuds (Kebbi-Benkeder, 2015). Les plus connus sont :

- les composés terpéniques dont les résines, famille de molécules formées au départ d'acides gras et de terpènes ; les phytostérols, la bétuline et l'acide bétulinique, l'essence de bois de rose, l'huile essentielle de santal, le latex extrait de l'hévéa, le taxol et le taxotère ;
- les composés phénoliques dont les tanins condensés et hydrolysables (de chêne notamment), les lignanes (citons l'hydroxymatairésinol ou HMR), les stilbènes, les flavonoïdes dont le pynogénol de l'écorce du pin maritime ;
- des polysaccharides comme la gomme arabique, les saponines ;
- des alcaloïdes (quinine...) ;
- des sucres simples, comme ceux que l'on extrait de l'érable à sucre ;
- des cires et graisses.

Ces composés peuvent être valorisés de différentes manières : en ce qui concerne les marchés de faibles volumes à haute valeur ajoutée, citons la pharmacutique humaine et animale, la nutraceutique<sup>(1)</sup> humaine et animale, la cosmétique, le biocontrôle<sup>(2)</sup>. Les marchés de plus gros volumes à plus faible valeur ajoutée concernent, par exemple, les mousses isolantes et les adhésifs, la détergence. Les marchés de gros volumes et de faible valeur ajoutée sont typiquement ceux des composés chimiques lignocellulosiques. En ce qui concerne la cellulose, citons, par exemple, les biocarburants liquides et gazeux à base d'éthanol, les papiers et cartons, la ouate de cellulose, les fibres textiles (viscose, rayonne et modal) ou certains additifs alimentaires (E460 à E466). Les hémicelluloses peuvent également permettre de produire du furfural utilisé dans les solvants et les textiles. Pour la lignine, on peut citer la production de vanilline. Enfin, rappelons que la production d'énergie et de chaleur est largement tributaire de la fraction lignocellulosique. Elle représente près de 50 % des énergies renouvelables (Arion *et al.*, 2018).

La valorisation des composés chimiques du bois est une préoccupation ancienne des usines de pâte à papier, notamment celles utilisant le procédé Kraft : un sous-produit, le *tall oil*, est recueilli pour en extraire plusieurs molécules notamment l'essence de térébenthine, la colophane ou la

(1) Se dit d'un produit ou d'un aliment vendu en mettant en avant les effets positifs, réels ou affirmés, sur la santé.

(2) Ensemble de méthodes de protection des cultures basées sur le recours à des organismes vivants ou des substances naturelles.

vanilline. Le concept de bioraffinerie en découle : les installations industrielles transforment de manière optimisée les biomasses en plusieurs produits. Selon les unités, ceux-ci peuvent être des biomatériaux, du papier, des celluloses de spécialité, des biocarburants, ou des produits chimiques dont certains à haute valeur ajoutée.

Une valorisation plus innovante des composés chimiques du bois et plus particulièrement des extractibles existe déjà dans certaines régions du monde et en Europe (Avérous, 2019). Citons notamment dans les Landes la société DRT (Maimoona *et al.*, 2011), dans le Piémont italien la société SilvaTeam qui commercialise des tanins (Laghi *et al.*, 2010) ou encore en Scandinavie la société Linnea qui commercialise des lignanes (Pietarinen et Hotanen, 2011). À noter que ces territoires présentent une ressource forestière abondante et une filière forêt-bois dynamique.

Pour d'autres territoires, la question de savoir si cette nouvelle valorisation du bois n'y serait pas également pertinente aux plans économiques, sociaux et environnementaux, peut également se poser (Bombeck, 2018). Dans notre étude, nous nous sommes plus particulièrement intéressés aux avis et stratégies des acteurs concernés. En effet, tous les acteurs de la filière forêt-bois, depuis le propriétaire forestier jusqu'à l'industriel de la première ou de la seconde transformation, connaissent bien le bois, avec des visions propres à chaque activité. Or, nous en savons peu sur leur connaissance d'une valorisation chimique innovante, et sur leurs ressentis par rapport à un éventuel développement d'une telle valorisation en lien avec leur secteur d'activité. De même, il convient de clarifier comment les acteurs de la valorisation chimique envisageraient les interactions avec la filière forêt-bois en place. À ce sujet, le potentiel d'utilisation des connexes de transformation du bois comme ressource pour l'extraction de composés chimiques nous paraît constituer un premier levier. Par ailleurs, d'autres leviers, freins ou verrous pourraient apparaître selon les activités et stratégies des différents types d'acteurs ; il nous semblait ainsi crucial d'aller à leur rencontre pour chercher à les identifier et à les comprendre.

Nous avons abordé cette problématique pour la région Grand Est qui possède une ressource forestière abondante et une filière bois bien ancrée dans le territoire. Il s'agissait d'une étude exploratoire avec pour objectif de mieux cerner les perspectives d'émergence d'une nouvelle valorisation chimique des connexes bois de cette région, à partir des avis et ressentis des acteurs de la filière forêt-bois et de la valorisation chimique. Ces acteurs devraient être localisés majoritairement dans le Grand Est, mais aussi sur des territoires voisins, outre-Rhin notamment, afin de mieux comprendre ce qui relève du contexte régional par rapport à la problématique plus générale.

Trois questions nous sont apparues primordiales à étudier :

— Quelles sont les stratégies actuelles des entreprises de la filière forêt-bois en ce qui concerne la valorisation des connexes ?

La possibilité de faire évoluer ces stratégies dans le futur, pour y intégrer une nouvelle valorisation chimique des connexes, fait partie de la deuxième question, qui aborde par ailleurs la disposition des acteurs de la chimie pour développer la transformation de cette matière :

— Comment les acteurs de la filière forêt-bois, de même que les acteurs de la valorisation chimique, perçoivent-ils l'émergence d'une filière forêt-chimie dans leur secteur géographique ?

Enfin, que peut-on en déduire quant à la dernière question :

— Quelles sont les perspectives de mise en place d'une telle filière à moyen terme (5-10 ans) ?

Il convient de préciser que notre étude exploratoire vise à aborder ces questions uniquement à travers les avis et ressentis des acteurs. Pour répondre plus largement, à la troisième question notamment, d'autres études (quantitatives, économiques...) seront nécessaires.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Approche méthodologique

Pour recueillir les avis et ressentis des acteurs, nous avons utilisé la méthode de l'enquête qualitative par entretien semi-directif (Savoie-Zajc, 1997 ; Nakashima et Murray, 1988 ; Nakashima, 1990). Ce type d'entretien permet de récolter des informations dans un format ouvert (Giorgi, 1997) ; il s'agit de guider l'interviewé vers un certain nombre de thèmes identifiés au préalable, tout en permettant l'émergence de nouveaux thèmes le cas échéant.

Pour cela, nous avons rédigé deux guides d'entretiens fondés sur nos trois questions. Le premier guide d'entretien a été rédigé pour les acteurs que nous avons classés en amont d'une future filière forêt-chimie, tandis que le second l'a été pour les acteurs classés en aval (tableau I, ci-dessous). Les entretiens ont été réalisés majoritairement *in situ*, sinon par téléphone, avec au moins deux interviewers. Certains entretiens en Allemagne ont été réalisés en anglais ou en allemand.

Pour traiter nos données, nous avons retranscrit la prise de note de chaque entretien dans un tableau croisant la nature de l'acteur et les thèmes abordés. Grâce à ce tableau, nous avons réalisé une analyse transversale pour faire ressortir les convergences et les divergences en fonction des catégories et groupes d'acteurs (paragraphe ci-dessous et tableau I, ci-dessous).

### Zone d'étude et échantillon

Notre étude a été réalisée principalement sur le territoire français au sein de la région Grand Est (31 entretiens au total). Des entretiens complémentaires ont été réalisés dans des Länder frontaliers de l'Allemagne (Bade-Wurtemberg, Rhénanie-Palatinat, Sarre) (au nombre de 11) et en Belgique (1 seul entretien).

L'échantillon (tableau I, ci-dessous) comprend des acteurs de la filière forêt-bois et de la valorisation chimique. Il a été constitué pour couvrir une large gamme de types d'acteurs potentiellement concernés par une future filière forêt-chimie des extractibles. En revanche, en lien avec l'approche méthodologique choisie, nous n'avions pas eu pour objectif de fournir des données chiffrées et représentatives de la zone d'étude.

Nous avons scindé les acteurs en deux catégories et sept groupes afin de gagner en précision dans le traitement de nos données. La catégorie amont (forêt-bois) comporte les groupes

TABLEAU I **Caractérisation des acteurs enquêtés selon leur catégorie, groupe et effectif**

Catégories	Groupes d'acteurs	Effectif
Amont (forêt-bois)	(1) Exploitants forestiers (2) Syndicats de propriétaires et gestionnaires forestiers (3) Première transformation (4) Seconde transformation (5) Interprofessions	33
Aval (chimie)	(6) Recherche académique (7) Recherche et développement (R&D) industrielle	10

d'acteurs en lien avec la valorisation des produits connexes avant transformation chimique, alors que la catégorie aval (chimie) de la filière comporte les groupes d'acteurs en lien avec la conversion des connexes en composés chimiques.

## RÉSULTATS

À partir des données récoltées lors de nos entretiens, nous avons pu apporter des éléments de réponse à nos trois questions d'étude portant sur : les stratégies de valorisation des connexes des entreprises de la filière forêt-bois (paragraphe ci-dessous), les perceptions des acteurs vis-à-vis de l'émergence d'une filière forêt-chimie (paragraphe p. 76), et les perspectives de mise en place d'une telle filière à moyen terme (paragraphe p. 77).

Un premier résultat consiste à constater que les entretiens n'ont pas relevé de différences majeures entre les côtés français et allemand de la zone d'étude en ce qui concerne les réponses aux trois questions que nous avons abordées ; pour autant, rappelons que ce n'était pas le but premier de réaliser une comparaison détaillée, mais bien d'appréhender le potentiel de développement d'une filière forêt-chimie. Ainsi, une comparaison entre les côtés français et allemand de la zone d'étude n'est pas évoquée.

### Les stratégies de valorisation des connexes des entreprises de la filière forêt-bois

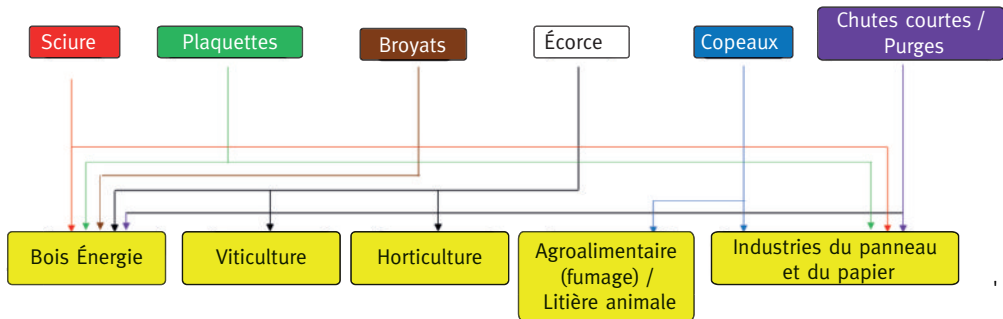
Selon nos entretiens, la stratégie d'une entreprise vis-à-vis de la valorisation de ses connexes est influencée majoritairement par les critères :

- l'autoconsommation (présence d'infrastructure interne consommant des connexes, comme une chaudière par exemple) ;
- le type de connexes produits (plaquettes, sciures, chutes...) ;
- la proximité d'une industrie consommatrice de connexes (ce qui permet des débouchés avec des coûts de transport raisonnables) ;
- les essences forestières transformées (les rendements matière sont plus élevés pour les résineux que pour les feuillus) ;
- le volume de connexe produit (un volume de connexe élevé permet de négocier des contrats de vente plus avantageux) ;
- la coopération entre les acteurs (par exemple un regroupement de scieries qui permet une mutualisation des volumes) ;
- la capacité de stockage (plus la fréquence d'évacuation des produits connexes est faible, plus la nécessité de les stocker s'impose, pouvant provoquer un frein dans l'activité de la scierie par manque de place de stockage).

La diversité de ces critères a conduit les entreprises à adopter différentes stratégies. Ainsi, pour une partie d'entre elles, la valorisation des connexes peut représenter une part importante (> 15 %) du chiffre d'affaires avec, parfois, des investissements conséquents sur site (cribleuse, box de stockage...). Pour une autre partie des entreprises, la valorisation des connexes est moins intégrée ; elles ont adopté une stratégie différente, orientée vers des contrats d'approvisionnement, regroupés ou non, au profit de structures extérieures qui varient régionalement (panneautiers, papetiers, centrales de biomasse...).

À partir des résultats de nos entretiens, enrichis par une analyse bibliographique, nous avons pu cartographier les principales valorisations des produits connexes au sein de la filière forêt-bois (figure 1, p. 76). Il est rappelé que notre étude qualitative n'avait pas pour but de quantifier les flux correspondants.

**FIGURE 1** SCHÉMA SYNTHÉTIQUE DES PRINCIPALES VALORISATIONS DES PRODUITS CONNEXES AU SEIN DE LA FILIÈRE FORÊT-BOIS



### Les perceptions des acteurs vis-à-vis de l'émergence d'une filière forêt-chimie

- *Niveau d'information des acteurs de l'amont sur la valorisation chimique*

Nous avons constaté que la plupart des acteurs de l'amont sont peu informés sur la valorisation chimique du bois, traduisant par là une faible sensibilisation sur les opportunités à saisir pour la filière. En effet, seuls les papetiers et les acteurs déjà impliqués possèdent des informations concrètes et précises sur ce qui peut se faire dans la chimie du bois. Pour la plupart des autres acteurs (organismes de gestion et d'exploitation forestière, première transformation, interprofessions...), les informations sont souvent partielles et centralisées par une personne au sein de l'organisme. Enfin, pour une minorité d'acteurs, pas spécifiquement liés à une profession ou une taille de structure, le sujet est inconnu.

Concernant ces autres acteurs hors papetiers, des critères tels que le secteur d'activité ou la taille de l'entreprise influent peu le niveau d'information. En revanche, la sensibilité vis-à-vis de l'innovation en général et des opportunités de marché à saisir semblent l'influer plus fortement.

- *Un amont motivé quant à la valorisation des extractibles, mais en partie sceptique quant aux volumes de matière première disponibles*

D'une manière générale, la majorité des acteurs de la filière forêt-bois rencontrés, comprenant des acteurs de tous les groupes (tableau I, p. 74), se disent favorables à l'émergence d'une filière forêt-chimie dans leur secteur géographique. L'intérêt économique de cette nouvelle valorisation est avancé par plusieurs acteurs, bien qu'elle ne soit pas forcément priorisée en termes de mise à disposition de matière première.

Sur ce dernier point, les scieries sont les plus sceptiques et font part de leur crainte quant à l'arrivée d'une nouvelle forme de valorisation sur un marché déjà bien couvert, parfois même présentant une demande supérieure à l'offre. Parmi les scieries, les structures isolées et transformant un faible volume sont les plus frileuses, tandis que des structures petites mais regroupées ou moyennes à grandes sont plus confiantes. Dans tous les cas, les scieurs rencontrés avancent qu'ils profiteront de cette valorisation dans une logique de priorisation, c'est-à-dire qu'ils répondront d'abord à leur besoin d'autoconsommation puis à leurs contrats actuels d'écoulement des connexes avant de fournir le secteur de la chimie des extractibles. En revanche, parmi les scieurs,

certains se sont montrés particulièrement intéressés par une telle valorisation, à savoir les scieurs de Chêne. Pour ces derniers, les connexes, particulièrement riches en tannins, trouvent plus facilement de débouchés ; aussi cette opportunité leur apparaît séduisante.

Les acteurs de la trituration (panneau, papier) sont globalement confiants quant à la disponibilité de la matière première. Cependant, quelques acteurs se sont montrés interrogatifs vu que les connexes sont une part importante de leur approvisionnement et déjà sous tension à cause de la valorisation concurrentielle en bois énergie.

Chez les interprofessions approchées lors de cette étude, l'opportunité d'une nouvelle forme de valorisation chimique est accueillie positivement, mais à condition de ne pas concurrencer les autres valorisations et d'être introduite en douceur pour éviter des perturbations radicales. Sur ce dernier point, les interprofessions citent en filigrane l'arrivée du bois énergie qui a été brutale et déstabilisatrice. Une valorisation en cascade<sup>(3)</sup> est plus globalement encouragée afin d'éviter les effets de concurrence.

- *Un aval partagé entre prudence (universitaires) et confiance (R&D industrielle)*

Bien que plus en marge des problématiques de l'amont, les universitaires (chimistes du bois, des bioressources...) bénéficient d'une expertise technique importante sur les possibilités de valorisation des matières biosourcées dont, dans notre cas, les extractibles. Positifs vis-à-vis d'une telle valorisation pour le bois, ces acteurs préviennent toutefois que la valorisation en cascade apparaît coûteuse à mettre en œuvre. En effet, la biomasse humide récupérée après extraction nécessiterait d'être séchée avant combustion. De même, il est possible que la matière subisse un appauvrissement chimique dû à l'extraction, ce qui pourrait réduire son pouvoir calorifique. De fait, ces acteurs voient une possible concurrence entre les différents usages des connexes.

Les acteurs rencontrés au sein des équipes de R&D industrielle sont positifs et confiants quant à l'intégration de la filière chimie des extractibles et pensent qu'aucune concurrence n'est à craindre avec les valorisations actuelles du bois. En effet, selon eux, la filière des extractibles répondra principalement à des marchés de niches nécessitant de faibles volumes (5-10 % de la matière ligneuse) pour l'extraction de molécules.

Les industriels de la chimie qui valorisent déjà des extractibles, en l'occurrence issus d'agroressources, préviennent que leur priorité est de rentabiliser les investissements qu'ils ont consentis en lien avec leur activité actuelle. Toutefois, la plupart voit un intérêt à se diversifier, mais pas avant que la maturité du marché soit atteinte. Les chimistes (extracteurs notamment) du secteur des produits forestiers non ligneux voient, quant à eux, une réelle possibilité d'élargir leur panel de produits, dans un marché en plein essor vers des secteurs à haute valeur ajoutée (cosmétique, nutraceutique...).

### **Les perspectives de mise en place d'une filière forêt-chimie à moyen terme**

Cette question interroge les opportunités et menaces identifiées par les acteurs pour la valorisation des extractibles d'ici 5 à 10 ans, et ceci sur différents plans tels qu'économique, social, technologique et politique.

Au plan économique et social, les éléments de réponse à la question « Comment les acteurs de la filière forêt-bois, de même que les acteurs de la valorisation chimique, perçoivent-ils l'émergence d'une filière forêt-chimie dans leur secteur géographique ? » peuvent être synthétisés comme suit : une majorité des acteurs est favorable au développement d'une filière forêt-chimie

(3) La valorisation en cascade, ou « cascading », consiste à réutiliser, autant de fois que possible, la ressource pour différents usages (bois d'œuvre, bois de trituration, bois chimie...) jusqu'à l'utilisation ultime de cette ressource, l'énergie.

des extractibles, avec toutefois une certaine crainte que ce développement soit limité par un manque de matière première. Nous remarquons à ce sujet que les acteurs interrogés semblent faire l'hypothèse sous-jacente d'une mobilisation constante de la biomasse à moyen terme.

Concernant les capacités technologiques disponibles ou émergentes pour une valorisation des extractibles du bois, les différents entretiens ont permis d'identifier un terrain favorable, à travers certains entrepreneurs et industriels disposant déjà d'outils d'extraction de même que l'existence de valorisations pour leurs différents produits. Côté français, plusieurs acteurs ont par ailleurs identifié une unité industrielle dans le Nord-Est comme un candidat incontournable pour devenir une bioraffinerie, pouvant faciliter des projets et renforcer ainsi la structuration du secteur de la valorisation des bioressources chimiques sur le Grand Est.

Sur le plan politique, plusieurs acteurs ont cité le contexte favorable de la bioéconomie et de la chimie verte. Ce contexte positif est par ailleurs présent à toutes les échelles : européenne, française ou allemande, et territoriale. Tous les acteurs partagent le sentiment que ce contexte va se renforcer positivement dans les années qui viennent au profit de la valorisation des bioressources, dont les extractibles.

## DISCUSSION

Nous discutons dans cette dernière partie les différents leviers identifiés quant à l'émergence d'une filière forêt-chimie des extractibles dans le Grand Est. Avant toute chose, il est rappelé que les avis et ressentis des différents groupes d'acteurs par rapport à nos trois questions semblent globalement converger entre les côtés français et allemand de la zone d'étude. La Belgique n'a pas été considérée en raison d'un nombre trop faible d'entretiens. Ce constat suggère une portée plus générale des résultats de ce travail. Cependant, il nous faut aussi le nuancer : ce n'était pas la comparaison entre les côtés français et allemand de la zone d'étude qui était au centre de notre étude, mais bien l'identification du potentiel de développement d'une filière forêt-chimie. De fait, notre grille d'analyse a surtout cherché à répondre à ce dernier point. Par ailleurs, le nombre d'acteurs interrogés côté allemand est relativement faible et pas assez diversifié pour prétendre à une extrapolation des résultats obtenus.

Nos résultats offrent cependant des perspectives encourageantes quant au développement d'une filière de valorisation des extractibles, avec une attitude globalement favorable des acteurs interrogés. D'une part, cette nouvelle filière pourrait être bénéfique pour l'ensemble du secteur forêt-bois en apportant une nouvelle valorisation. D'autre part, pour le secteur de la chimie, cette valorisation de molécules provenant de la matière première ligneuse permettrait d'apporter une diversification dans les produits finis afin d'atteindre de nouveaux marchés.

Néanmoins, la disponibilité des connexes comme matière première semble rester un levier majeur. La priorisation de l'autoconsommation (souvent pour la valorisation énergétique) et des contrats existants, avancée par certains transformateurs, ne s'inscrit pas forcément dans une perspective de hiérarchisation des usages (Alexandre, 2014) incluant un usage en chimie. Par ailleurs, il reste à clarifier dans quelle mesure la valorisation énergétique de la matière après extraction peut être économiquement viable.

Plus généralement, il convient de s'assurer que le développement d'une filière forêt-chimie des extractibles se fera sans concurrencer les trois principaux types de valorisation actuels (bois d'œuvre, d'industrie et d'énergie). Si cette nouvelle filière répond à des marchés de niche, nous pouvons penser que la valorisation chimique sera alors facilitée et n'entraînera pratiquement aucun conflit avec les autres valorisations. En revanche, si cette nouvelle filière nécessite des



volumes importants, il faudra certainement s'attendre à des conflits d'usages avec la matière première destinée aux valorisations actuelles. Dans ce dernier cas, nous pourrions alors proposer les pistes suivantes pour tenter d'éviter ce conflit d'usage : la filière forêt-chimie des extractibles pourrait s'intéresser en priorité aux connexes difficilement valorisables par ailleurs (par exemple ceux du Chêne) ou à des essences forestières mal valorisées actuellement (par exemple Tremble, Saule...), et pourrait profiter d'une mobilisation de disponibilités supplémentaires en bois (en forêt privée notamment) visée par les pouvoirs publics (DRAAF Grand Est et Fibois, 2019). Ces récoltes supplémentaires pourraient conduire à une augmentation de la transformation de bois d'œuvre et ainsi de la disponibilité des connexes, ou pourraient être en partie allouées directement à la valorisation chimique (surtout lorsqu'il s'agirait de bois de qualité trop faible pour d'autres usages à cause d'une nodosité importante par exemple), à condition que ceci s'avère techniquement et économiquement faisable. Dans un contexte politique favorable (*cf.* ci-dessous), l'allocation de la matière première à la valorisation chimique pourrait être appuyée par des choix politiques, tout en évitant de déstabiliser la filière forêt-bois en place.

Un deuxième levier concernera probablement l'amélioration de la communication autour de la valorisation chimique du bois. En effet, comme l'ont démontré les entretiens, peu d'acteurs apparaissent véritablement sensibilisés. De plus, une nouvelle filière avec une approche croisée entre secteur forestier et secteur de la chimie, nécessitera un lieu d'échange commun. Ceci nous paraît un prérequis à la mise en place d'une filière structurée.

À ce sujet, il convient de noter qu'une filière est composée d'acteurs interconnectés qui coopèrent (Génin, 2003) tout en étant liés par des flux physiques, informationnels et financiers (Stadtler et Kilger, 2002). À l'heure actuelle, la filière forêt-bois est considérée comme une filière fragmentée et peu structurée (Barthod et Delduc, 1999 ; Eggrickx, 2016) à cause de la grande diversité d'acteurs qui la compose (Lenglet, 2018). Si une future filière forêt-chimie des extractibles souhaite éviter cette même complexité, elle pourrait s'appuyer sur des acteurs piliers comme par exemple les papetiers, qui sont déjà bien impliqués dans ce secteur, pour faciliter et relayer les différents flux entre l'ensemble des acteurs concernés. Ces acteurs piliers pourraient également jouer un rôle central dans un schéma de valorisation unique ou peu complexe, afin d'éviter les multiples schémas de valorisation orchestrés par une multitude d'acteurs que l'on peut retrouver pour les autres valorisations.

Enfin, le contexte dans lequel cette nouvelle filière émergerait semble favorable à sa mise en œuvre à moyen terme, bien que la valorisation des extractibles dans la zone d'étude se trouve actuellement plutôt au stade d'exploration. Dans le Grand Est, le projet de recherche-développement-innovation (RDI) ExtraForEst<sup>(4)</sup> vise ainsi à mieux connaître la ressource en extractibles et leurs marchés, à faire dialoguer les acteurs concernés, et d'appuyer des choix stratégiques par un outil d'aide à la décision. Par ailleurs, des leviers, notamment politiques, seront à actionner pour un passage à l'exploitation. En effet, le contexte de RDI, croisé avec les objectifs politiques, offre des opportunités intéressantes pour le développement conjoint des secteurs forêt-bois et chimie. Il convient de rappeler d'abord l'engagement européen comme national (français, allemand) pour la bioéconomie. De plus, côté français, le nouveau Programme régional de la forêt et du bois de la région Grand Est (2018-2027) appelle à développer la chimie verte (DRAAF Grand Est et Fibois, 2019, p. 21), à valoriser les produits et le savoir-faire de la filière, notamment à l'international (*ibidem*, p. 15), ainsi qu'à « renforcer les interfaces d'échanges entre la RDI et les acteurs économiques » par des projets collaboratifs (*ibidem*, p. 18). Or, les initiatives de forêt-chimie sont bien souvent isolées les unes des autres. Ils pourraient profiter d'outils européens comme la plateforme Bio-Based Industries<sup>(5)</sup> en bénéficiant à la fois de l'expertise et des soutiens permis par cette dernière.

(4) <https://www6.inrae.fr/extraforest/> (site internet visité le 30 avril 2020).

(5) <https://biconsortium.eu/> (site internet visité le 8 juillet 2020).

Cette réflexion collective s'étend également à la redistribution de la valeur ajoutée (qui peut être très importante pour certaines molécules) au sein de cette nouvelle filière : bénéficiera-t-elle à l'ensemble des acteurs impliqués, dont les acteurs forestiers par exemple ? Ou profitera-t-elle pour l'essentiel aux acteurs de l'aval ? Les installations d'extractions seront-elles isolées, ou bien mutualisées dans une logique d'écologie industrielle et territoriale ? Ces questions semblent importantes à appréhender dès à présent, afin de rassurer les acteurs de l'amont qui seront alors d'autant plus motivés à favoriser l'émergence de cette nouvelle filière.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre enquête qualitative par entretiens auprès de 43 acteurs de la filière forêt-bois et de la valorisation chimique n'a pas relevé des différences majeures entre les côtés français et allemand de la zone d'étude. Si ceci peut suggérer un certain caractère général des résultats, il conviendrait d'approfondir ce point avec une méthodologie plus ciblée (plus d'acteurs en nombre et diversité, guide d'entretien adapté...) pour obtenir des résultats plus significatifs.

Nos résultats montrent un terrain globalement favorable à l'émergence d'une filière forêt-chimie des extractibles autour et dans la région du Grand Est. Les principaux leviers qui ont été identifiés et discutés pour favoriser le développement d'une filière forêt-chimie sont :

- un choix raisonné de la matière première permettant d'éviter des tensions avec d'autres valorisations du bois : connexes difficiles à écouler par ailleurs (par exemple ceux issus de la transformation du chêne) ; essences forestières mal valorisées actuellement ; mobilisation de volumes supplémentaires en forêt ;

- le développement d'une valorisation en cascade, dont les limites actuelles sont : la priorisation de l'autoconsommation (pour l'énergie notamment) et des débouchés existants des connexes par les scieries ; les coûts de séchage de la matière résiduelle après extraction en vue de sa valorisation énergétique ;

- l'amélioration de la communication autour de la valorisation chimique du bois pour sensibiliser les acteurs potentiellement concernés, ainsi que constituer un lieu d'échange commun d'une approche de valorisation croisée entre secteur forestier et secteur de la chimie ;

- une approche collective visant : à éviter une déstabilisation de la filière forêt-bois actuelle ; à redistribuer la valeur ajoutée de façon adaptée aux investissements et implications des différents types d'acteurs ; et à s'ancrer dans un contexte politique favorable à la bioéconomie et plus particulièrement à la chimie biosourcée, aux niveaux régional, national et européen.

À la suite de cette étude et aux vues de nos résultats, il nous semble que des pistes de recherches pourraient être poursuivies dans l'analyse stratégique d'un tel projet, à l'image de la méthode PESTEL<sup>(6)</sup> ou d'analyse macro-économique sur l'implantation d'une filière et les conséquences de ses flux comme le modèle FFSSM (Caurla, 2014).

Le PESTEL nous apparaît intéressant en ce sens que les résultats ont permis de mettre en avant des dimensions économiques et sociales, politiques et technologies. Or, le PESTEL comporte en plus des volets environnemental et législatif ; volets qui apporteraient une valeur ajoutée dans l'analyse.

---

(6) « En stratégie d'entreprise, l'analyse PESTEL (politique, économique, sociologique, technologique, environnemental et légal) est un modèle permettant d'identifier l'influence (positive ou négative) que peuvent exercer, sur une organisation, les facteurs macro-environnementaux. L'analyse PESTEL ou PESTLE n'est cependant pas un outil mais bien une aide mnémotechnique qui permet d'effectuer une analyse externe plus simplement et ainsi de réaliser une matrice SWOT. » (Analyse PESTEL, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse\\_PESTEL](https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_PESTEL), site internet visité le 8 juillet 2020).

L'analyse macro-économique nous semble également importante en ce sens qu'une des craintes mise en avant concerne la disponibilité de la ressource. Aussi, une modélisation des flux renseignerait sur la possibilité des volumes mobilisables (modèle MARGOT de l'IGN par exemple) et incidences associées.

Cette étude aura ainsi permis d'apporter un éclairage sur les possibilités d'émergence d'une filière forêt-chimie, ses freins et ses leviers. Même si nous avons obtenu un premier ressenti des acteurs, plus d'éléments sont maintenant nécessaires pour étudier plus précisément les conditions de sa mise en œuvre tels que : prix des matières premières et des processus de transformation, capacité d'investissements, moyens de financement, volumes envisagés, structures de soutiens, etc.

**Frédéric BONIN – Maxence ARNOULD – Marie-Loréa TAPIE-PETIT – Mehdi EL HRIZI – Florian FERNANDEZ-BELTRAN – Florian LEMAIRE – Sadath OUKPEDJO – Thomas SERRE**  
Étudiant-e-s de la spécialité « Bois Forêt Développement durable » (BFD)  
du master « biologie et écologie pour la Forêt,  
l'Agronomie et la Gestion des Écosystèmes »  
(FAGE - Université de Lorraine et AgroParisTech ;  
désormais parcours BFD du master AETPF-Nancy)

**Pierre DUVAL – Aristide ROBIC**  
Étudiants de la spécialité « Bois Forêt Développement durable » (BFD) du master « biologie et écologie pour la Forêt,  
l'Agronomie et la Gestion des Écosystèmes » (FAGE - Université de Lorraine et AgroParisTech ;  
désormais parcours BFD du master AETPF-Nancy), et de la dominante d'approfondissement « Ressources Forestières  
et Filière bois » (RFF ; formation d'ingénieur AgroParisTech, Nancy)

**Theresia EULER – Martin GAVANT – Solenn PILLET**  
Étudiant-e-s du master « Forstwissenschaften / Forest science »  
(Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Allemagne)

**Marieke BLONDET – Francis COLIN – Philippe DURAND – Yves EHRHART – Jonathan LENGLET – Holger WERNSDÖRFER\***  
Université de Lorraine, AgroParisTech, INRAE, SILVA  
AgroParisTech - Centre de Nancy  
UMR SILVA / UFR FAM  
14 rue Girardet - CS 14216  
F-54042 NANCY CEDEX  
(\*Auteur correspondant : holger.wernsdorfer@agroparistech.fr)

**Christine GÉRARDIN – Philippe GÉRARDIN**  
Université de Lorraine, INRAE, LERMAB  
Faculté des Sciences et Technologies  
Université de Lorraine  
Boulevard des Aiguillettes  
BP 70239  
F-54506 VANDŒUVRE-LÈS-NANCY CEDEX

**Bernard KIENTZ**  
Gipeblor devenu Fibois Grand Est  
et Sélection Vosges  
2 rue de Jarville  
F-54180 HEILLECOURT

**Thomas FILLBRANDT**  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Professur für Forstliche Verfahrenstechnik  
Werthmannstrasse 6  
D-79085 FREIBURG i. Br., ALLEMAGNE

**Heiko WINTER**  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Professur für Forstliche Biomaterialien  
Werthmannstrasse 6  
D-79085 FREIBURG i. Br., ALLEMAGNE

## Remerciements

Les étudiants et les enseignants ayant encadré l'étude tiennent à remercier les acteurs de la filière forêt-bois et de la valorisation chimique pour leur participation aux entretiens et pour leur accueil sur site, le Gipeblor (désormais Fibois Grand Est) et les gestionnaires du centre AgroParisTech de Nancy pour l'aide dans l'organisation des entretiens côté français, et les chaires « Forest Operations » et « Forest Biomaterials » de l'Université de Freiburg en Allemagne pour l'aide dans l'organisation des entretiens côté allemand. Des remerciements

sont également adressés aux deux lecteurs de la *Revue forestière française* pour leurs avis et remarques constructives concernant une version antérieure du présent article. Ce projet a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence nationale de la Recherche au titre du programme Investissements d'avenir portant la référence n° ANR-11-LABX-0002-01 (Laboratoire d'Excellence ARBRE).

## BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE S., 2014. Le Bois, un matériau rare ? Vers une hiérarchie des usages du bois. *Revue forestière française*, LXVI (3), pp. 325-336.
- ANASTAS P.T., WARNER J.C., 2000. *Green chemistry: theory and practice*. Oxford University Press. 144 p.
- ARION G., CAVAUD D., COLTIER Y., GUGGEMOS F., 2018. *Chiffres clés des énergies renouvelables*, édition 2018. Paris : Ministère de la transition écologique et solidaire. 84 p. [En ligne] disponible sur : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/datalab-35-cc-des-energies-renouvelables-edition-2018-mai2018-c.pdf>.
- AVÉROUS L., 2019. Les synthons biosourcés porteurs d'innovations dans le domaine des polymères. *L'Actualité chimique*, 437 (59), pp. 59-60.
- BARTHOD C., DELDUC P., 1999. La Compétitivité de la filière forêt-bois française / Competitiveness of French wood production. *Annales de Géographie*, (609-610), pp. 456-478.
- BOMBECK P.L., 2018. *Chimie du bois : une filière d'avenir ?* (Partie 2/2). ValBiom. [En ligne] disponible sur : <https://valbiomag.labiomasseenwallonie.be/news/chimie-du-bois-une-filiere-davenir-partie-22>. (consulté le 24 novembre 2019).
- CAURLA S., 2014. Le Modèle FFSM 1.0 : De l'outil de recherche en économie à son utilisation pour l'aide à la décision. *Revue forestière française*, LXVI (3), pp. 313-324.
- COMMISSION EUROPÉENNE, 2018. *A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment, Updated Bioeconomy Strategy*. Luxembourg : Publications Office of the European Union. 103 p.
- DRAAF GRAND EST, FIBOIS, 2019. *Programme régional de la forêt et du bois de la région Grand Est 2018-2027*. Document approuvé 2019. 201 p. [En ligne] disponible sur : [http://draaf.grand-est.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/2019\\_10\\_30\\_PRFB\\_Grand\\_Est\\_vF1\\_cle8b9f81.pdf](http://draaf.grand-est.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/2019_10_30_PRFB_Grand_Est_vF1_cle8b9f81.pdf).
- EGGRICKX A., 2016. Dynamiser la filière bois par le développement durable : Le cas d'un pôle d'excellence rurale bois bio-ressources. *Gestion 2000*, 33 (2), pp. 95-114.
- GÉNIN P., 2003. *Planification tactique robuste avec usage d'un advanced planning system : Proposition d'un mode de gestion par plan de référence*. Paris : École des Mines de Paris. 275 p. (Thèse de doctorat).
- GIORGI A., 1997. De la méthode phénoménologique utilisée comme mode de recherche qualitative en sciences humaines : théorie, pratique et évaluation. pp. 341-364. Dans : *La recherche qualitative : enjeux épistémologiques et méthodologiques* / J. Poupart et al. . Montréal : Gaëtan Morin.
- KEBBI-BENKEDER Z., 2015. *Biodiversité interspécifique et intraspécifique des extractibles nodaux*. Nancy : AgroParisTech. 186 p. (Thèse de doctorat).
- LAGHI L., PAPPINELLO G.P., DEL RIO D., CALANI L., MATTIOLI A.U., VERSARI A., 2010. Fingerprint of enological tannins by multiple techniques approach. *Food chemistry*, 121, pp. 783-788.
- LENGLET J., 2018. Réorganisation institutionnelle et recomposition territoriale de la filière forêt-bois française : exemples du Grand-Est et de la Franche-Comté. *Annales de Géographie*, (721), pp. 254-278.
- MAIMOONA A., NAEEM I., SADDIQUE Z., JAMEEL K., 2011. A review on biological, nutraceutical and clinical aspects of French maritime pine bark extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 133, pp. 261-277.
- NAKASHIMA D.J., 1990. *Application of native knowledge in EIA: Inuit, eiders, and Hudson Bay oil*. Canadian Environmental Assessment Research Council. 31 p.
- NAKASHIMA D.J., MURRAY D., 1988. The common eider (*Somateria mollissima sedentaris*) of eastern Hudson Bay: A survey of nest colonies and Inuit ecological knowledge. *Environmental Studies Revolving Funds Report*, Ottawa, 102, XXIV + 174 p.
- PIETARINEN S., HOTANEN U., 1997. *Method for the fractionation of knotwood extract and use of a liquid-liquid extraction for purification of knotwood extract*. U.S. Patent Application No 13/000, 913.
- SAVOIE-ZAJC L., 1997. L'Entrevue semi-dirigée. pp. 263-285. Dans : *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données*. 3<sup>e</sup> édition / B. Gauthier. Presses de l'Université du Québec.
- STADTLER H., KILGER C., 2002. *Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software, and Case studies*. Berlin, Hamburg: Springer. XVI-512 p.

---

**PERSPECTIVES D'ÉMERGENCE D'UNE FILIÈRE FORÊT-CHIMIE DES EXTRACTIBLES. POINTS DE VUE DES ACTEURS DU NORD-EST DE LA FRANCE ET DU SUD-OUEST DE L'ALLEMAGNE (Résumé)**

La biomasse forestière peut être une source de molécules d'intérêt dans le but de substituer ou de compléter les molécules pétro-sourcées. Par conséquent, une valorisation innovante des extractibles du bois semble être une opportunité économique, sociale et environnementale. L'objectif de notre étude est de mieux cerner les perspectives d'émergence d'une nouvelle valorisation chimique des connexes bois pour la région Grand Est, à partir des avis et ressentis des acteurs de la filière forêt-bois et de la valorisation chimique de cette région ainsi que de territoires voisins. Nos résultats se portent sur trois axes : les stratégies de valorisation des connexes des entreprises de la filière forêt-bois, les perceptions des acteurs sur l'émergence d'une filière forêt-chimie, et les perspectives de mise en place d'une telle filière à moyen terme. Nous conviendrons tout de même que les résultats doivent être approfondis dans le cadre de perspectives de recherche pour préciser les conditions de la mise en œuvre de cette filière.

**PROSPECTS FOR THE EMERGENCE OF A FOREST/EXTRACTIVE CHEMICALS INDUSTRY. POINTS OF VIEW OF PLAYERS IN NORTH-EASTERN FRANCE AND SOUTH-WEST GERMANY (Abstract)**

Forest biomass can be the source of molecules of interest for the purpose of substituting or supplementing molecules derived from oil. As a result, an innovative conversion of wood extractives may well present an economic, social and environmental opportunity. The aim of our study is to better assess the prospects for the emergence of a new chemical conversion of wood and wood by-products in the *Grand Est* region basing ourselves on opinions and feelings of players in the forestry and forest-based industry and on the chemicals sector in this region and neighbouring ones. Our results pertain to three areas: forest industry corporate strategies for processing wood by-products, the perceptions players have of the emergence of a forest/extractive chemicals industry and of the prospects for such an industry to become established in the medium term. We naturally believe these results need to be more thoroughly researched so as to more precisely spell out the conditions for such an industry to be born.

---



Licence Creative Commons

Attribution + Pas de Modification + Pas d'Utilisation Commerciale (BY ND NC)