

Réflexe Bois Biosourcé

Bilan final

Novembre 2021

Projet mené par la
Direction Recherche et Innovation
de la Ville de Rosny-sous-Bois



Financé par la
Région Ile-de-France





Action financée par la région Ile-de-France.

Sommaire

Introduction.....	p.8
01 Des bâtiments scolaires à l'impact positif sur les écosystèmes.....	p.12
La Direction Recherche et Innovation, l'originalité de la Ville de Rosny-sous-Bois Une éthique forte : la pédagogie au cœur d'une architecture régénérative Chronologie des projets	p. 13
Le Centre de loisirs Jacques Chirac (2018-2020)..... Paille porteuse sur deux niveaux : une considérable économie de bois Structure poteaux-poutres treillis multi-essences	p. 18
Le groupe scolaire Simone Veil (2019-2021)..... Présentation du projet Support d'expérimentation d'une filière bois locale éthique	p. 24
02 La filière bois conventionnelle en question.....	p.32
L'exploitation conventionnelle des forêts françaises est-elle compatible avec une architecture régénérative ?.....	p. 33
Qu'en est-il des bois franciliens ?.....	p. 36
Quelles sont les conséquences des transformations de bois sur la santé des utilisateurs et celle de l'environnement à court et long termes ?..... Produits de préservation Colle Métal	p. 39
03 Conception de systèmes constructifs en bois francilien nécessitant peu de transformations : les difficultés rencontrées pour concrétiser les bonnes intentions.....	p.42
Les scieries, le maillon manquant de la filière locale..... Bois dits locaux ; mais où sont les forêts ? De petites scieries travaillant essentiellement le chêne et possédant peu de stock de bois sec Une activité de sciage en déclin menant à l'export des bois L'absence de marquage CE Un dimensionnement de la structure de l'école en deux temps	p. 43
Composer avec le protocole des marchés publics..... Critère de localité dans les appels d'offre	p. 48

04

Cultiver les alternatives..... p.50

Savoir-faire forestiers..... p. 51

Principes de la sylviculture douce

Saisir les enjeux de la sylviculture douce sur le terrain

Savoir-faire du bois..... p. 62

Construire une culture commune des alternatives du bois et ses enjeux : les leviers d'action de la DRI..... p. 64

Conférences, candidature à des prix d'architecture et réponse aux sollicitations extérieures

Enseignement supérieur

Sensibiliser les petits rosnéens

Organiser des chantiers participatifs citoyens

05

Comment lever les freins et travailler au plus près des forêts ?..... p.82

Lever les freins du marquage CE pour travailler directement avec les exploitants forestiers et les scieurs..... p. 85

Qualifier les singularités du bois pour lui attribuer une résistance mécanique

Formation avec le FCBA

Une expérimentation francilienne de l'arbre à la poutre en sylviculture douce à la *Bergerie de Villarceaux* : débardage à cheval et scierie mobile..... p. 89

Rencontre avec la *Bergerie de Villarceaux*

Marquage des bois pour "cueillette de chênes"

Abattage et débardage à cheval

Etapes de transformation du bois

Scierie mobile : quand la scie vient au bois

Classification visuelle des bois sciés

Bilan et enseignements

Elargir les contours de l'Ile-de-France pour un approvisionnement éthique : des châtaigniers issus d'une forêt gérée en sylviculture douce de l'Aisne, transformés dans une scierie artisanale de l'Oise..... p. 110

Réunir les acteurs de la filière en forêt

Sciage des châtaigniers

06

De la théorie à la pratique..... p.114

Les préaux en bois vert..... p. 115

Conception

Mise en oeuvre

Poutres clavetées..... p. 120

Charpente multi-essences.....	p. 124
Les pins sylvestres « du jardin »	
Charpente traditionnelle feuillue	
Charpente à la Philibert Delorme.....	p. 128
Charpente réciproque.....	p. 132
Fondations bio-sourcées et réemploi.....	p. 134
Bardage bois brûlé.....	p. 138
Expérimentation en chantier participatif	
Mise en oeuvre à l'échelle de façades	
Mobilier en chêne déclassé.....	p. 144
Jeux d'enfants en grumes dans une cour Oasis.....	p. 150

07

Et après ?.....	p.154
Jardins-forêts oeuvrables et nourriciers.....	p. 155
La réhabilitation d'écoles avec des bottes de Kernza®.....	p. 158
Bibliographie.....	p.162

Introduction

¹ Petites et moyennes entreprises

A l'occasion de la conception en régie du groupe scolaire *Simone Veil* (2019-2021) à **Rosny-sous-Bois** en Seine-Saint-Denis, la ville poursuit ses travaux de recherche autour de la notion d'**architecture régénérative**. En s'appuyant sur le dispositif « **Réflexe Bois Biosourcé** » proposé aux collectivités par la région Ile-de-France, la commune de Rosny-sous-Bois encourage l'émergence de **filières éthiques d'approvisionnement en matériaux biosourcés franciliens**.

Au sein de la ville, ces projets d'architecture expérimentale sont menés par la *Direction Recherche et Innovation*, abrégée en DRI par la suite : une **maîtrise d'œuvre interne** avec une division recherche permettant de **mener des enquêtes de terrain approfondies** et passer directement à l'**action échelle 1**. La DRI a la particularité d'être dédiée exclusivement à la construction des **bâtiments scolaires** de la ville, dont elle assure tant la conception que le suivi des travaux depuis 2010.

En tant que service public, la mission de la DRI est avant tout de **préserver et améliorer le bien commun qu'est notre écosystème physique et social**, aujourd'hui largement dégradé. Néanmoins, force est de constater que l'acte de construire fait partie des principaux prédateurs de cet écosystème. **Même en bois**, au premier ordinateur allumé, à la première tronçonneuse mise en route, au premier véhicule démarré, nous puisons de façon irrémédiable dans des ressources finies en mobilisant une **grande quantité d'énergie grise**. Ce constat invite à **utiliser avec parcimonie les ressources** qu'il nous reste à partager sur Terre et notamment la ressource forestière, dont l'exploitation irrationnelle menace directement notre santé, voire notre survie, et celle des générations futures.

Ce rapport relate le travail de **recherche-action** mené par la DRI auprès de forestiers pratiquant une sylviculture douce, de scieurs mobiles ou artisanaux, de charpentiers militants indépendants, de PME¹ tournées vers l'écoconstruction mais également auprès d'acteurs

plus conventionnels comme le FCBA. Les enquêtes de la DRI s'éludent au fil des besoins de ses **expérimentations constructives** à travers lesquelles elle tente de **définir les contours d'une filière bois éthique**.

Dans **un premier temps**, le rapport présentera les ambitions et la démarche de la DRI, matérialisée par des **projets d'écoles en bois, paille et terre**. Ces écoles sont appréhendées non pas comme des bâtiments "finis" mais plutôt comme le support continu d'une architecture expérimentale à l'impact positif sur les écosystèmes.

La **deuxième partie** questionnera la **compatibilité de cette approche écosystémique** de l'architecture avec la **filière bois française conventionnelle**. Cette dernière sera mise en perspective avec la filière feuillue francilienne.

La **troisième partie** du rapport relatera les premiers chemins empruntés par la DRI vers l'**émancipation des externalités négatives de la filière bois industrielle**. Elle constatera tout d'abord le **manque d'équipements de première transformation** sur le territoire et d'**entreprises de deuxième transformation** capables de répondre à l'**échelle** et aux ambitions des projets de la DRI.

Dans une **quatrième partie** seront présentées les alternatives à cultiver pour **concilier cueillette des arbres en forêt et architecture régénérative**. L'accent sera mis notamment sur la **dimension sociale, culturelle et pédagogique** de la forêt mais aussi sur les **outils de production**.

Les premières **difficultés rencontrées** au moment de la concrétisation des projets et la découverte de certaines pratiques alternatives amèneront la DRI à identifier rapidement des **leviers d'action pour travailler au plus près des forêts**.

Ainsi, la **cinquième partie** s'attachera à décrire deux

expérimentations locales « **de l'arbre à la poutre** » suivant les principes de la **sylviculture douce**.

Dans une **sixième partie** seront présentées plusieurs **expériences constructives menées par la DRI** qui tentent de **valoriser de multiples essences de bois locaux** : des préaux en bois vert débardé à cheval et scié à deux pas de la forêt, des poutres clavetées, une charpente réalisée avec des bois abattus sur le site même de construction, la conception d'une charpente dite "à la Philibert Delorme" et une autre dite "réciproque", des pieux bois, du bardage en bois brûlé, ou encore à une autre échelle : des jeux pour enfants faits de grumes ou du mobilier en bois massif déclassé.

Le rapport **conclura** dans une dernière partie sur les **pistes de recherche** permettant de **régénérer des forêts multi-usages** à travers la **création de paysages de bocages œuvrables et nourriciers**.



01

**Des bâtiments scolaires
à l'impact positif
sur les écosystèmes**

La Direction Recherche Innovation, l'originalité de la ville de Rosny-sous-Bois

² ENSTIB ou ESB

À **Rosny-sous-Bois**, en Seine-Saint Denis, la mairie compte parmi ses services une **maîtrise d'œuvre interne**, nommée *Direction Recherche et Innovation*. En 2010, la ville confie à cette équipe d'architectes et d'ingénieurs spécialisés en écoconstruction, la réalisation de ses nouveaux **bâtiments scolaires**, pour répondre au besoin urgent d'accueil d'enfants suite à l'arrivée de nombreuses familles sur la commune.

Au-delà de sa mission qui l'engage à construire des écoles, la DRI place la **pédagogie au cœur du projet d'architecture** et tente de réaliser la **synthèse** entre **techniques de construction empiriques** et **réglementation actuelle**. A travers ses projets, elle cherche à pousser le plus loin possible la **question de la résilience** pour répondre aux **défis sociaux et environnementaux** d'aujourd'hui et demain.

En travaillant avec des **matériaux bruts peu onéreux** disponibles à proximité, en profitant d'une **organisation locale**, en développant un **volet recherche** soutenu par des **subventions**, en valorisant l'**intensité sociale**, la DRI parvient à travailler dans les marges pour **concevoir et réaliser des bâtiments publics** emprunts de **frugalité**.

La DRI compte 7 architectes -dont le Directeur Emmanuel Pezrès-, une assistante architecte, 5 ingénieurs "couteaux suisses" structure bois et paille, thermique et fluide, et enfin, une ingénieure forestière reconvertie à travers une mission OPC. Près de la moitié de l'équipe a suivi dans son cursus universitaire une formation dans une école d'ingénieur spécialisée dans la construction bois².

Une éthique forte : la pédagogie au cœur d'une architecture régénérative



École maternelle *Boutours 2*. Rosny-sous-Bois. © Ville de Rosny-sous-Bois

La DRI a pour ambition d'**enrichir l'écosystème global** en travaillant sur la **dimension culturelle** liée à l'acte de construire. L'école étant le **lieu où s'élabore notre avenir commun**, la DRI imagine une **architecture invitant avant tout à tisser des liens**. L'école est en effet le **lieu de construction de la relation** : relation au monde, relations humaines, à l'écoresponsabilité, à la poésie, la créativité...

Au-delà de prescrire des matériaux sains et locaux ne compromettant pas la santé des usagers, la DRI **invite petits et grands citoyens à participer au projet d'architecture**. Elle organise des **ateliers à destination des enfants des écoles** : mosaïques, fabrication de briques de terre crue et maçonnerie, sorties de **pédagogie par la nature**, écorçage construction d'un

hôtel à insectes et d'un abri à hérisson avec des outils anciens ou encore suivi de chantier de leur future école.

Dans la volonté de suivre une **approche globale**, une partie du budget de la construction du centre de loisirs Jacques Chirac est réservée au financement d'une **formation pour les futurs animateurs**, qui feront **vivre ce lieu avec les enfants**. Cette formation les invite à élaborer des projets créatifs tournés vers l'**éco-citoyenneté** et de découvrir les fondements d'une pédagogie valorisant le **savoir-être** et le **plein potentiel de chaque enfant**.

La DRI propose également des **chantiers participatifs et des ateliers thématiques aux habitants et à des bénévoles** venus de tous horizons : construction d'un mur en paille enduit de terre, fabrication de briques de terre crue et maçonnerie porteuse, réalisation de bardage en bois brûlé, construction d'une charpente traditionnelle, ou encore confection d'une cinquantaine de gilets en laine de mouton BIO mis à disposition des enfants réalisés par les "tricoteuses" de Rosny qui se réunissent café associatif de la ville.

Tous ces **moments d'apprentissage et de convivialité** participent à la **création d'une mémoire collective des nouveaux bâtiments**.

Au moment de la construction effective des projets, la dimension pédagogique a elle aussi sa place. La DRI favorise par exemple les **entreprises en réinsertion professionnelle**. Chaque nouveau projet devient une occasion de **capitaliser et transmettre** des savoir-faire constructifs, de consolider ou d'étendre les **innovations écologiques** précédemment expérimentées et de répondre **au plus près des besoins des usagers**. Par ailleurs, dans le dessin même du projet, la **composition du bâtiment est rendue lisible** tant que possible pour les enfants dans une volonté pédagogique.

Chronologie des projets

Depuis 2010, la DRI a **livré** cinq projets :

2010-2011	Façade bioclimatique du groupe scolaire <i>Jean Mermoz</i> - réhabilitation
2012-2014	Ecole élémentaire <i>Boutours 1</i> - neuf, 2400 m ²
2016-2017	Maternelle <i>Boutours 2</i> - réhabilitation d'une halle de marché, 2000 m ²
2018-2020	Centre de loisirs <i>Jacques Chirac</i> - neuf, 1000 m ²
2019-2021	Groupe scolaire <i>Simone Veil</i> - neuf, 3800 m ²

Un projet est en **phase chantier** :

2021-2023	Groupe scolaire <i>Jean Mermoz</i> - neuf, 3800 m ²
-----------	---

Des projets de **rénovation de groupe scolaire des années 60** sont en esquisse :

2021-20	Groupe scolaire <i>Bois-Perrier</i> - réhab., 1500 m ²
2021-20	Groupe scolaire <i>les Marnaudes</i> - réhab., 1900 m ²

Un dernier est en cours de **passations de marché** en cours :

2021-20	Groupe scolaire <i>Pré-Gentil</i> - neuf, 2500 m ²
---------	--

Chaque projet est l'occasion d'introduire de **nouvelles expérimentations** en vue de pouvoir **les étendre de façon significative au bâtiment suivant**. Ainsi, de nombreux dispositifs ou systèmes constructifs se retrouvent de projet en projet.

Voici quelques exemples de principes/systèmes constructifs/dispositifs caractéristiques que l'on retrouve dans les bâtiments de la DRI, de manière plus ou moins aboutie suivant la temporalité des projets.

³ VILLE DE PARIS.
(2020). *Les cours
Oasis*. [En ligne].
<https://www.paris.fr/pages/les-cours-oasis-7389> (Page consultée le 14 octobre 2021)

De manière générale :

- Une **forte compacité**, avec une **orientation bioclimatique soignée** et des **dispositifs visant à augmenter le confort d'été** tels que des brise-soleil ou des grilles de sécurité en bois devant de larges ouvertures pour assurer une **hyperventilation nocturne**.
- Des **technologiques de basse complexité** qui autonomisent l'utilisateur tels que la **ventilation naturelle avec récupération de chaleur contrôlée manuellement**.
- Des **matériaux peu transformés**, limitant au maximum l'utilisation de produits pétrochimiques, en provenance le plus possible de **filières franciliennes** qui enrichissent l'écosystème. Citons l'exemple de la **paille BIO issue de l'agroforesterie** ou du **bois issu de forêts gérées en sylviculture douce**.

Plus précisément :

- Une **structure bois feuillus poteaux-poutres treillis ou poutres clavetées**, associée à une **enveloppe thermique performante** en paille porteuse, remplissage paille ou briques de terre crue.
- Des **cloisons** en **terre crue** ou isolées en **coton recyclé**.
- Des **peintures** fabriquées près de Reims, **BIO, zéro titane, sans solvant**, à base d'huile de colza ou de cameline locale.
- Des **sols en linoléum** ou **parquet bois massif**.
- Une cage d'ascenseur structure bois.
- Du **meublé en bois massif feuillu déclassé** (en cours d'expérimentation sur plusieurs projets).
- Plusieurs **systèmes de chauffage ou rafraîchissement** (dans l'hypothèse où l'un ne fonctionne plus) : poêle de masse, géothermie, panneaux solaires thermiques associés à une cuve de stockage inter-saisonnier ou puits canadiens.
- Des **toilettes sèches**.
- Une **cour d'école précurseur du principe des cours oasis**³ avec une partie des revêtements de sol extérieurs perméables, stabilisés et végétalisés (également en cours d'expérimentation).
- Un **jardin** et/ou **potager en permaculture**.
- Des **cuves de stockage** pour potabiliser les **eaux de pluie**, à destination de jeux d'eau en extérieur.

Le centre de loisirs *Jacques Chirac* (2018-2020)



Groupe scolaire *Simone Veil*. Rosny-sous-Bois. © Ville de Rosny-sous-Bois

Paille porteuse sur deux niveaux : une considérable économie de bois

Parmi les filières de matériaux biosourcés, la filière paille s'avère particulièrement convaincante si elle est mise en perspective avec une **vision écosystémique**. La ressource peut être **renouvelée chaque année** tout en **produisant de la nourriture**. Les contraintes d'approvisionnement sont moindres comparé au bois et les producteurs plus facilement identifiables. Au sortir du champ, le matériau ne nécessite pas -ou très peu- de transformation.

Ainsi entre 2017 et 2020, la DRI mène un **travail de recherche** sur la **paille porteuse** afin d'utiliser avec parcimonie les ressources lentement renouvelables comme le bois, suivant l'adage « le bon matériau au bon endroit ». Ce volet recherche est **subventionné par l'ADEME** à l'occasion de la construction du centre de loisirs Jacques Chirac (2018-2020) en paille porteuse sur deux niveaux.

Par ailleurs, la paille a l'avantage d'être un **excellent isolant, capable de se porter lui-même**. Dans le cas où la paille est porteuse, les **ponts thermiques sont limités du fait de sa continuité**. Ce système constructif permet **l'économie d'environ 30% de bois par m² de façade**.

La paille employée comme matériau de construction est aujourd'hui la résultante d'un **détournement d'un déchet de l'industrie**. Depuis l'interdiction du brûlage à l'air libre des déchets verts en 2011, on recense un **surplus de paille**, qui rend cette ressource peu onéreuse. Néanmoins, ce constat reste une projection à court terme, puisque la paille a toute sa place dans une agriculture davantage respectueuse des écosystèmes. En effet, en retournant au sol, elle le protège, en conserve l'humidité et améliore sa fertilité. Cependant, **un équilibre peut être trouvé entre paillage, litière animale et utilisation pour le bâtiment**. Ceci est d'autant plus vrai en agroforesterie, où les racines des arbres jouent déjà un rôle important dans **l'équilibre du sol**. D'autres pistes sont à explorer : d'une part, ne plus utiliser de raccourcisseurs de tige dans les blés. D'autre part utiliser des variétés anciennes.

Plus que le choix d'un matériau biosourcé, la DRI choisit une **filière d'approvisionnement paille ayant des retombées positives sur les écosystèmes**. Ainsi, elle **achète les bottes** en amont directement auprès des agriculteurs. Elle choisit d'encourager des **producteurs locaux de céréales BIO issus de l'agroforesterie**. En se rendant plusieurs fois sur place, la DRI peut certifier de la **traçabilité de la ressource** et s'assurer de sa

qualité (densité minimale, teneur en eau, appareils de mesure spécifiques, conditions de stockage et autres critères techniques). C'est en suivant cette même démarche que la DRI projette ses stratégies d'approvisionnement en bois local.

Une fois la paille réservée au moins 6 mois à l'avance, la difficulté consiste à **trouver des entreprises qualifiées** pour la mettre en œuvre. En effet, dans le bassin parisien, il n'existe pas ou **peu d'entreprises spécialisées en écoconstruction** travaillant sur de **grandes échelles de bâtiment**. De ce fait, la DRI travaille avec l'entreprise de réinsertion *APIJ Bat*, de projets en projets. *APIJ Bat* s'est formée sur la construction paille au moment du chantier des *Boutours 2* (2016-2017). Elle est la seule aujourd'hui capable de répondre localement aux appels d'offres de la DRI qui montent en exigence, ce qui n'est pas forcément souhaitable à long terme pour la diffusion des compétences.

En parallèle d'un **travail de recherche** mené par les ingénieurs de la DRI et d'un **protocole de mise en œuvre** élaboré avec l'entreprise mandatée, des **tests in situ et en laboratoire** sont réalisés sur des **prototypes de murs en paille**. Ces tests ont pour objectif de **répondre aux exigences du bureau de contrôle** et n'ont pas besoin de faire l'objet d'ATEX⁴.

Un **essai au feu** est tout d'abord programmé au CERIB en Mars 2018. L'essai est **très concluant** puisque la **combustion du mur est arrêtée au bout de deux heures** quand l'objectif initial ne visait qu'un classement coupe-feu d'une durée supérieure à une demi-heure (REI 30).

Peu après, un **test à la compression** est effectué sur le site de construction du centre de loisirs grâce à un banc d'essai fabriqué par l'entreprise mandatée. Après avoir appliqué **deux tonnes de charges sur la face supérieure du mur**, un **tassement de la paille** de près de **40 cm** sur un **mur d'une hauteur initiale de 3,3 m** est mesuré.

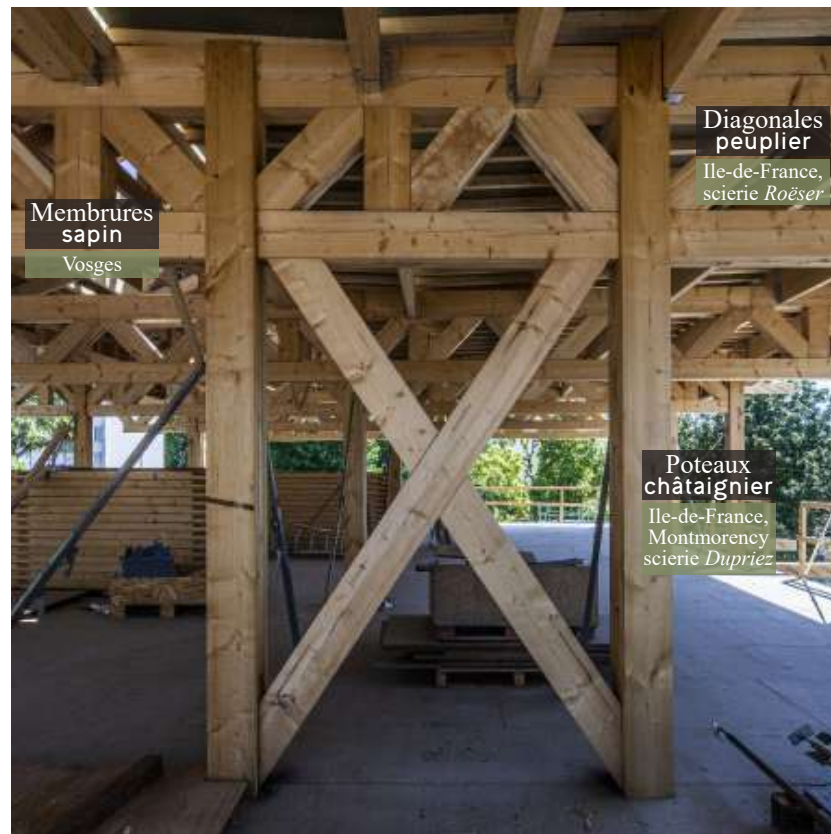
Le passage de l'échelle du **prototype** à l'échelle du **bâtiment** nécessite ensuite un **suivi quasi quotidien** au moment de la compression de la paille. Les premières difficultés rencontrées au RDC -dues notamment à un taux de compression attendu très élevé- permettent de tirer les enseignements nécessaires à la réalisation des murs du R+1, ainsi que l'adaptation du matériel.

A Rosny-sous-Bois, la **paille** a encore un bel avenir devant elle pour la **réhabilitation de groupes scolaires bâtis dans les années 60**. Pour l'isolation thermique par l'extérieur en bottes de paille par exemple, comme cela a pu être le cas en 2020 pour deux pignons d'un immeuble de sept étages dans le 15ème arrondissement. Ce projet de réhabilitation fait appel à une technique dite de "**bretelle**" où chaque botte de paille est accrochée à la façade en pierre existante grâce à deux chevilles d'ancrage dotées d'un anneau dans lequel passent des feuillards. Ce procédé présente de nombreux intérêts : il n'utilise **presque pas de bois**, offre de **très bonnes performances thermiques** et propose un **coût comparable à celui d'une ITE conventionnelle** bien réalisée en laine minérale.

Structure poteaux-poutres treillis multi-essences

En complément de murs périphériques en paille porteuse, le centre de loisirs Jacques Chirac possède une **structure poteaux-poutres treillis en bois massif**. Le choix du bois massif est celui d'un matériau le moins transformé possible, induisant un **minimum d'intermédiaires de l'arbre à la poutre**, ce qui permet de faciliter du même coup sa traçabilité.

En effet, un des grands objectifs du projet est de **limiter au maximum l'emploi de colles et de solvants pétrochimiques** dans le bâtiment. Les **colles** sont très largement associées à la **construction bois conventionnelle** comme pour le système lamellé-collé qui permet d'obtenir de **grandes longueurs de poutres**. Ce procédé industriel permet d'**augmenter la résistance mécanique du bois mais en annihilant toutes ses singularités pour tendre vers une matière homogène**.



Centre de loisirs Jacques Chirac. Structure poteau - poutre treillis bois massif. Phase chantier. Juin 2019. © Juan Sepulveda

Dans le cas de l'alternative des **poutres-treillis en bois massif**, les assemblages sont quant à eux réalisés à l'aide de **ferrures (âme en acier) et de broches auto-perceuses**. Ce système a l'avantage de créer un **assemblage sans jeu** contrairement à des boulons ou des broches classiques. Les broches auto-perceuses sont conçues pour travailler avec des bois résineux. Dans le cas du châtaignier, bois plus dense, l'opération s'est révélée plus difficile, malgré un pré-perçage. A long terme, l'ambition de la DRI est de **diminuer la quantité de métal** dans les assemblages au profit d'**éléments en bois** tels que des chevilles.

Par ailleurs, de par leur forme, les treillis sont des structures qui présentent une **grande rigidité grâce à la triangulation** (et donc des déformations faibles), et une résistance élevée comparée à la quantité de matériaux employés. Ils permettent de plus le **passage des imposantes gaines de ventilation naturelle**.

A l'image de la forêt francilienne, la structure poteaux-poutres du centre de loisirs est conçue pour **valoriser une multitude d'essences de bois au gré des sollicitations structurelles**. Les poteaux sont composés de 3 pièces assemblées et les poutre de 2, pour utiliser des bois de plus petites sections. Les **poteaux** sont en **châtaignier** en provenance de la forêt de Montmorency, les **diagonales où les efforts sont moindres** sont en **peuplier** et les **membrures** en **sapin** des Vosges. Le châtaignier provient de la scierie Dupriez dans l'Oise. L'utilisation de **petites sections** est par ailleurs **moins préjudiciable aux écosystèmes forestiers**. En effet, plus les sections sont importantes, plus elles nécessitent l'abattage de grands arbres âgés. De plus, le **débit de petites sections** présente un **meilleur rendement** et les **branches secondaires** pourraient théoriquement être **valorisées** en bois d'œuvre.

Comme pour la paille, la mise en œuvre de **matériaux de construction bruts** convoque davantage de **savoir-faire** et favorise une **intensité sociale** des bureaux jusqu'au chantier.

Le groupe scolaire *Simone Veil* (2019-2021)



Groupe scolaire *Simone Veil*. Aquarelle. 2019. © Elodie Ledru

A l'occasion de la construction du groupe scolaire Simone Veil, la DRI cherche à mettre l'accent sur l'**approvisionnement en feuillus franciliens** et le principe des **poutres clavetées** qui permet de limiter l'emploi du métal dans les assemblages. Ces axes de recherche sont autant d'ouvertures vers de nouveaux sujets d'étude pour de futurs projets.

Présentation du projet

Le **groupe scolaire Simone Veil** ouvre ses portes à la rentrée en 2021 à Rosny-sous-Bois. Dans un premier temps, **11 classes** sont livrées, puis 7, pour un bâtiment d'une surface totale

de 3800 m².

La particularité constructive de ce bâtiment est d'être constituée de **modules bois préfabriqués**, avec **remplissage paille, enduits de chaque côté**. Le corps d'enduit intérieur est fait en atelier à plat, et la finition intérieure ainsi que l'enduit extérieur sont réalisés sur chantier. Ainsi, l'**étanchéité** à la vapeur, à l'eau et à l'air dans les murs n'est pas assurée par des membranes pétrochimiques.

Les modules sont associés à une **structure en chêne massif poteaux-poutres clavetées et poteaux-poutres treillis**. Afin d'écarter davantage les dérivés du bois contenant des colles le **contreventement par écharpes** est préféré à l'usage de panneaux d'OSB. Comme pour les projets précédents, les essences de bois sont choisies de telle sorte qu'elles ne nécessitent **pas de traitement chimique**. De ce fait, des procédés de **brûlage et d'huilage** sont notamment utilisés pour les bardeaux et bardage. Ces derniers sont réalisés artisanalement en bois brûlé selon la **technique traditionnelle de Shu Sugi Ban**, avec du chêne francilien déclassé.

Par ailleurs, le groupe scolaire Simone Veil est doté d'une **ventilation naturelle double flux** avec **récupération de chaleur** fonctionnant avec des **tours à vent, un poêle de masse** et des **toilettes sèches** seront installées à l'extérieur.

Une partie du **mobilier a été réalisée en bois massif** dans le cadre d'un marché intégré au chantier. Des **jeux extérieurs de la cour Simone Veil** ont été réalisés à partir de grumes fournies par les bûcherons du bois de Vincennes (comme décrit en partie 6 - *Jeu d'enfants en grumes dans une Cour Oasis*).

Le calendrier initial était de **10 mois d'étude et 14 mois de travaux** seulement. Afin de composer avec des temps de chantier extrêmement **courts**, le choix de la **préfabrication en atelier** a été retenu plutôt que des murs en paille porteuse ou autoporteuse. Cet atelier est situé à **Romainville, à 4 km du chantier**.



Groupe scolaire *Rosny Métropolitain*. Poutres clavetées en chêne massif.
Phase chantier. Février 2020. © Ville de Rosny-sous-Bois



Groupe scolaire *Rosny Métropolitain*. Poutres treillis en chêne massif.
Phase chantier. Février 2020. © Ville de Rosny-sous-Bois



De la scierie à la mairie. © Ville de Rosny-sous-Bois

Support d'expérimentation d'une filière bois locale éthique

Dès la phase conception, la DRI a l'ambition de faire de ce nouveau groupe scolaire le support d'une **expérimentation d'une filière bois locale éthique**. Cependant, face aux difficultés rencontrées pour faire adhérer à la démarche l'entreprise mandatée pour le lot charpente, la DRI choisit de construire ses propres sujets de recherche-action à petite échelle. Ainsi, elle **achète directement des chênes issus d'une forêt en sylviculture douce** à la *Bergerie de Villarceaux* pour réaliser **des préaux**. Après avoir été **débardés à cheval**, ces chênes sont sciés sur place avec une **scierie mobile**. Ils seront **transportés et taillés** par l'entreprise de charpente **dans ses ateliers à Lagny-sur-Marne** avant d'être **mis en œuvre** sur le **chantier à Rosny-sous-Bois**.

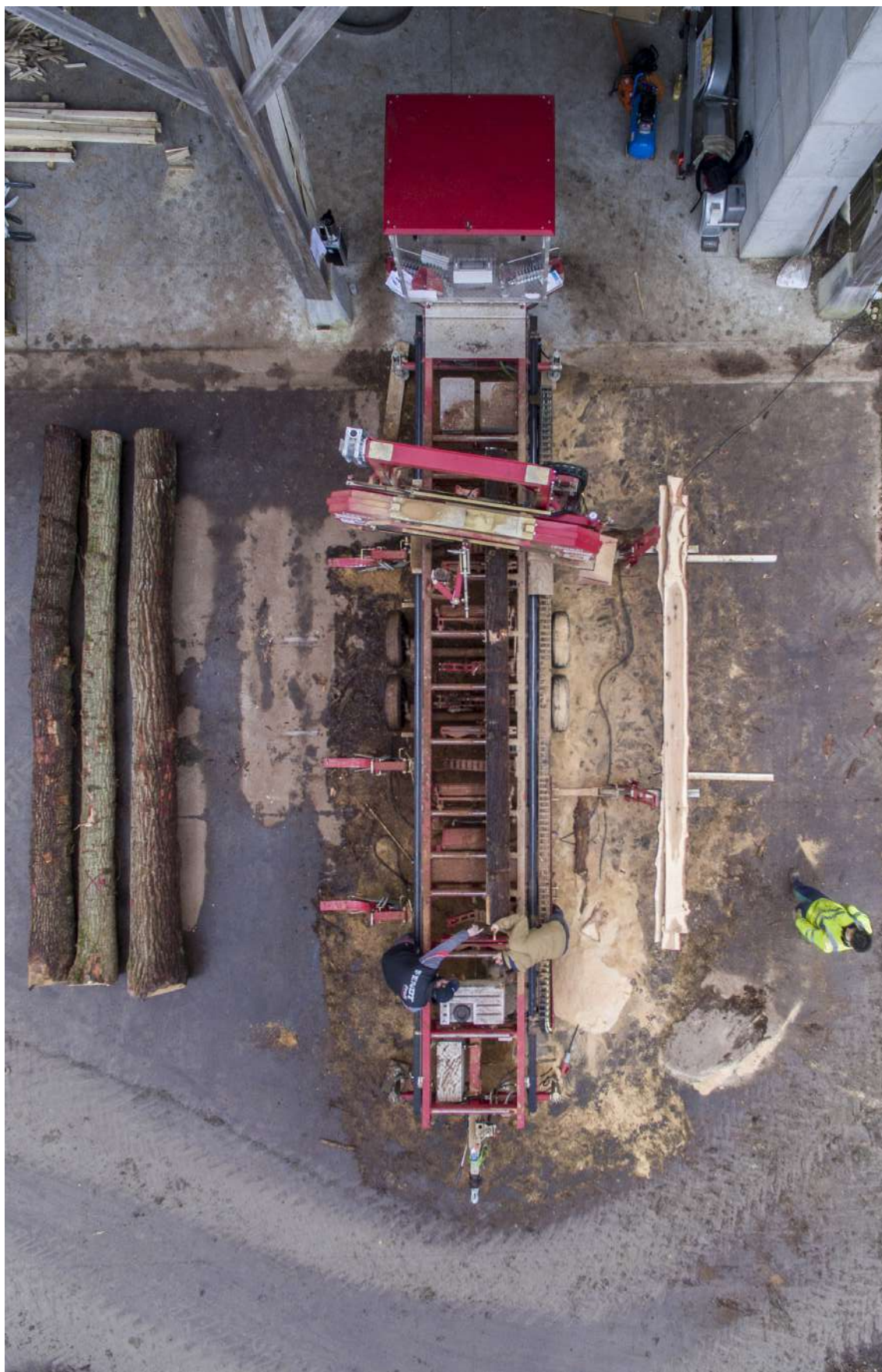
Si la DRI encourage très fortement l'emploi d'une multitude d'essences feuillues franciliennes, il est très **difficile de convaincre l'entreprise** d'explorer la mise en œuvre d'essences peu utilisées dans la construction conventionnelle et de diversifier ses sources d'approvisionnement du fait notamment d'un planning très serré. Ainsi, ce sont différentes qualités de chênes, français et franciliens, qui sont employées dans le bâtiment, de la structure au bardage.

En théorie, **dans un seul arbre, on retrouve de quoi satisfaire toute la filière bois**, en sortant des produits relatifs aux différentes qualités de l'arbre. Cependant, avec la standardisation et la disparition des savoir-faire, une forêt est de plus en plus souvent destinée à un seul type de produit, et les restes finissent broyés. C'est pourquoi la DRI fait le choix d'explorer l'utilisation de **petites sections** avec les poutres treillis, des **pièces de bois déclassées** pour réaliser du mobilier ou du bois brûlé, ou des **grumes d'éclaircie** pour créer des pieux bois ou des jeux d'enfants. Ces expérimentations sont décrites dans la sixième partie de ce rapport.

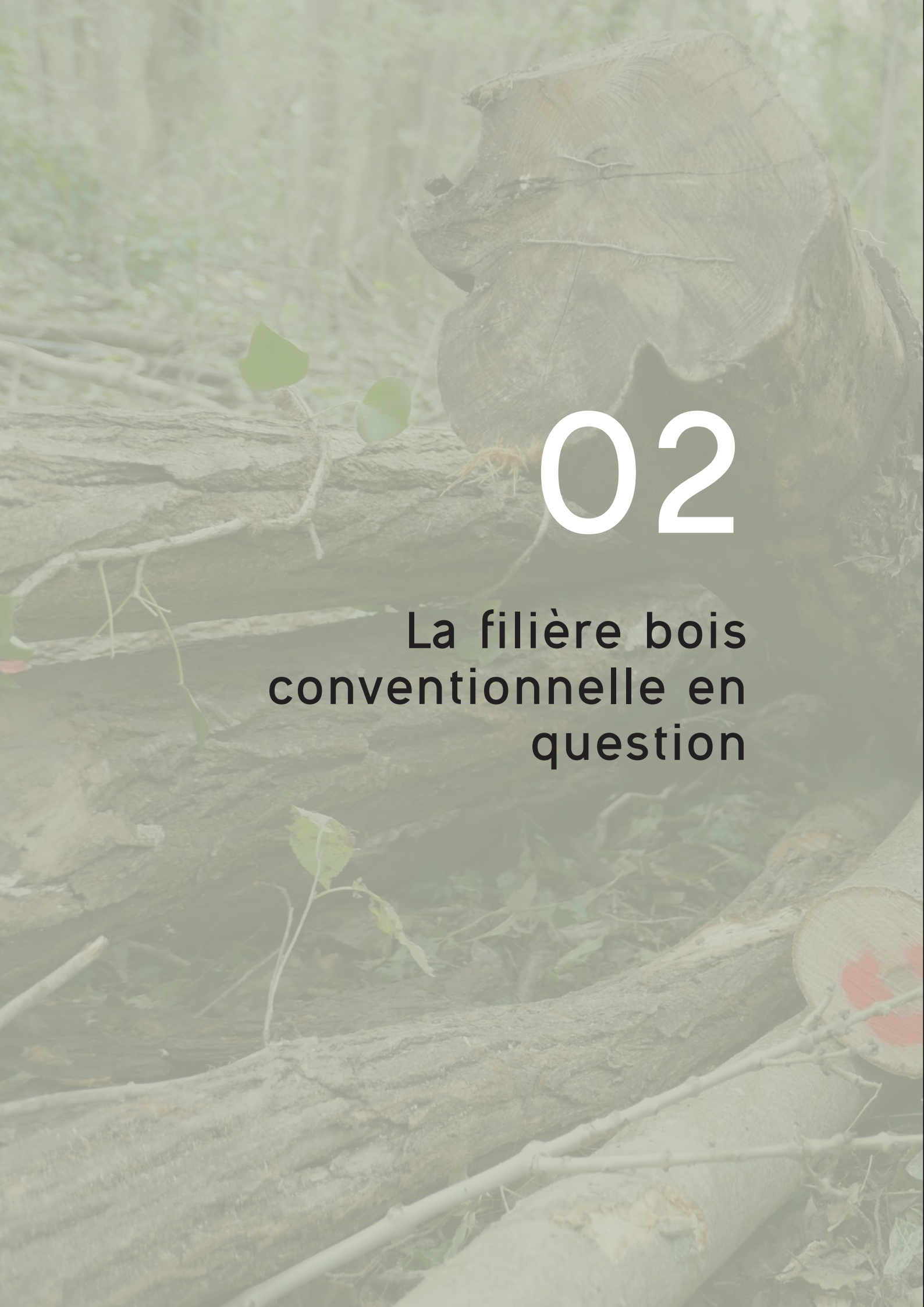
De la forêt à la scierie, jusqu'à l'atelier de charpente et au chantier, la DRI constate qu'il est nécessaire de **questionner le cadre de production du bois** et des **distances réellement parcourues** par celui-ci en s'appuyant sur une **connaissance fine** des enjeux propres à chaque maillon de la filière.



De la forêt à la scierie. Positionnement des différentes étapes. Villarceaux. 2020. © Ville de Rosny-sous-Bois



Vue aérienne de la scierie mobile. Chaussy (Val-d'Oise). Janvier 2020. © Juan Sepulveda



02

**La filière bois
conventionnelle en
question**

⁵ D'ALLENS, Gaspard. *Main basse sur nos forêts*. Éditions du Seuil. 2019. p. 40

⁶ Ibid. p. 34

⁷ « Avec un Ph faible, l'aluminium présent dans la roche-mère se solidifie. Il se répand dans les eaux et pollue les sources. Selon une étude de l'UFC-Que choisir, en 2014, plusieurs zones de captage proches de plantations résineuses sur le plateau de Millevaches ont été jugées impropres à la consommation humaine en raison d'une concentration extraordinaire d'aluminium. Cet élément est classé parmi les neurotoxiques. » Ibid. p. 37

La DRI est guidée par la **vision de forêts** abritant une **biodiversité opulente**, des **forêts résilientes face aux changements climatiques** qui ne font que commencer. Si celle-ci a toujours été un **réservoir d'intérêts** extrêmement variés (matériaux, nourriture, médicaments, bois de chauffage, refuge...), elle est avant tout une **condition nécessaire à notre présence sur Terre**. Au-delà de prélever du bois en minimisant les dégradations sur l'écosystème forestier, la DRI souhaite trouver des **leviers d'action** pour **enrichir la diversité des forêts**, à travers une **approche systémique**.

L'exploitation conventionnelle des forêts françaises est-elle compatible avec une architecture régénérative ?

Face à la demande croissante en bois, les industriels répondent par des **processus de standardisation du vivant**, en exerçant une “pression sur les forêts qui croît en parallèle de l'ignorance des consommateurs”.⁵ En France, d'**anciennes forêts de feuillus sont remplacées par des plants clonés** de résineux de même essence et de même âge, **arrosés d'intrants chimiques** tel le glyphosate. L'association les Amis de la Terre a par exemple recensé près de 70 herbicides et insecticides utilisés en forêt, dont l'utilisation n'est pas soumise à une réglementation imposant des quantités maximales.⁶

Loin des forêts d'Ile-de-France mises sous cloche, ces **paysages forestiers uniformisés** se développent dans ce que certains géographes désignent comme la “diagonale du vide” : les Landes, le Limousin, le Morvan, les Vosges... Loin du regard des promeneurs, cette **gestion industrielle dégrade la fertilité des sols**, augmente la sensibilité des forêts face aux **maladies, attaques d'insectes**, départs de **feux** et **aléas climatiques**. Elle entraîne des **pollutions en cascade sur les écosystèmes** jusqu'à rendre par exemple l'**eau impropre** à la consommation sur certains territoires. L'acidité des aiguilles qui se décomposent

⁸ Programme de reconnaissance des certifications forestières.

⁹ Ibid. p. 23, 28 et 29

¹⁰ Ibid p. 22

¹¹ Assises Nationales de la forêt, *Forêts vivantes ou déserts boisés ?* 25/10/2019, Bourse du Travail, Paris.

¹² DROUET, François Xavier. Film *Le Temps des forêts*. 2018.

lentement augmente en effet le **taux d'aluminium** de l'eau.⁷

Après avoir appauvri -voire pollué- un sol déjà surexploité, ces monocultures sont vouées à disparaître dans une **coupe rase au bout de seulement 30 à 60 ans**. L'espérance de vie des arbres devient inférieure à celle des êtres humains.

Sous couvert de divers labels, la **filière bois industrielle profite de l'image** d'un matériau dit "**naturel, durable et écologique**", ainsi que de la méconnaissance de ses rouages pour vendre du bois en **alimentant l'économie du court terme** et du jetable.

En effet, les **labels ne prennent pas en compte les externalités négatives à long terme** d'une telle exploitation de la forêt. Par exemple, le label *PEFC*⁸, promesse d'une gestion durable et responsable des forêts, qui recouvre 1/3 des forêts françaises, autorise les monocultures, coupes rases, et n'interdit pas de recourir aux engrais et fertilisants.

De même, des dizaines d'instances existent mais toutes ont la même base, mobilisent les mêmes personnes. En France, on estime que **3% des propriétaires possèdent 50% de la surface forestière**. Pour le reste, la forêt appartient à de nombreux "petits propriétaires" ne possédant pas une surface suffisante pour accéder aux organes décisionnels. La filière échappe ainsi à l'expression populaire.⁹

Dans une **logique de rentabilité financière**, la forêt représente aujourd'hui le 3ème portefeuille des investisseurs¹⁰, alors que **3% des forêts françaises** se trouvent aujourd'hui **dans l'impasse**¹¹ du fait de tels modes de gestion. En cherchant à mettre en œuvre du bois dit "**local**" à **grande échelle**, nous sommes systématiquement confrontés à ces logiques de "**mal-exploitation**"¹² de la forêt.



Monoculture de résineux dans le Limousin. *Des bois noirs*. DROUET, François Xavier. Film. 2017 © Karine Aulnette, Georgi Lazarevski

¹³ CONSEIL ECONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL DE LA REGION IDF. Rapport *Pour une politique ambitieuse de la région Ile-de-France en faveur de la filière forêt-bois*. 23 mars 2017. p. 45. <https://www.ceser-iledefrance.fr/ressource/pour-une-politique-ambitieuse-de-la-region-ile-de-france-en-faveur-de-la-filiere-foret-bois/>

¹⁴ BOCQUET, Jean-François. Présentation *Forum International Bois Construction FBC* 2017.

¹⁵ SALMON, Yves. Rapport [en ligne] *Pour une politique ambitieuse de la région Ile-de-France en faveur de la filière forêt-bois*. p. 15. <https://www.ceser-iledefrance.fr/ressource/pour-une-politique-ambitieuse-de-la-region-ile-de-france-en-faveur-de-la-filiere-foret-bois/>

¹⁶ Ibid. p. 46

¹⁷ Op. cit. *Main basse sur nos forêts*. p. 26

¹⁸ Ibid. p. 49

¹⁹ CONSEIL REGIONAL DE LA REGION IDF. Rapport *Stratégie régionale pour la forêt et le bois 2018-2021*. p. 2. 2017. <https://www.iledefrance.fr/strategie-regionale-pour-la-foret-et-le-bois-2018-2021>

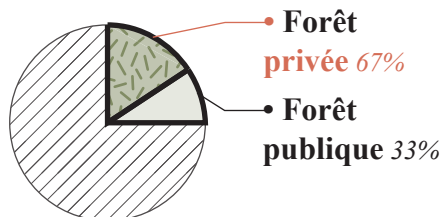
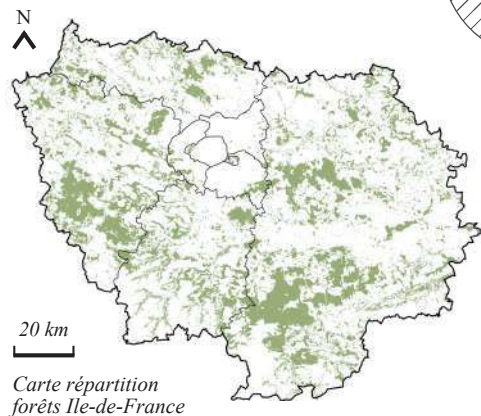
Qu'en est-il des bois franciliens ?

La **forêt francilienne** est riche d'une **quarantaine d'essences d'arbre**, dont en majorité du **chêne (45%)**, du **frêne (12%)** et du **châtaignier (8%)**¹³. Le chêne et le châtaignier sont utilisables en **structure** et ont une **bonne durabilité naturelle**. Le frêne lui est surtout utilisé en **menuiserie**. Recouverte à près de **95% de feuillus**, la forêt francilienne **ne répond pas aux demandes standard de la construction**, exigeant en France, 95% de **résineux**¹⁴.

Aux yeux de la filière bois conventionnelle, les feuillus présentent l'inconvénient de pousser lentement dans des forêts mélangées. La **productivité en forêt** est **moins favorable aux feuillus (4,7m3/ha/an) qu'aux résineux (8m3/ha/an)**¹⁵ qui peuvent être plantés en **monoculture**. Pour exploiter un **chêne**, il faut attendre 5 générations, soit entre **120 et 200 ans**. En comparaison, un **douglas** est abattu au bout de **35 à 80 ans**. Le **châtaignier** et le **frêne** peuvent, eux, être exploités plus tôt : entre **40 et 60 ans** pour l'un et **60 et 80 ans** pour l'autre.¹⁶ Par ailleurs, les **feuillus** poussent de façon **moins rectiligne** que les **résineux**, ce qui implique **davantage de savoir-faire lors du sciage**. Ainsi, malgré la **grande qualité** des bois feuillus et leur **disponibilité** sur le territoire, « *la proportion de feuillus sciés ne cesse de diminuer avec la disparition des petites scieries qui leur sont dédiées* »¹⁷.

En effet, ces **scieries artisanales** doivent souvent se contenter de **valoriser les bois délaissés par l'industrie** (gros diamètres, formes diverses), ce qui les amène à proposer des produits **sur-mesure, plus onéreux**. Aujourd'hui, on considère qu'un **feuillu** est en moyenne **deux à trois fois plus cher** qu'un **résineux**. Par conséquent, **moins d'1% des bois franciliens est transformé sur le territoire**, et seulement la **moitié des bois** abattus en forêt est **destinée à l'utilisation en bois d'œuvre**. Parmi eux, **20% à 30% du volume est exporté directement en Chine** avant d'être -en partie- importé sur le marché français par des distributeurs de matériaux de construction et d'ameublement¹⁸. **Parquet bois français, avec un détour par l'Asie**. Dans ce

UNE FORÊT MORCELÉE...



188 000 hectares détenus par 150 000 propriétaires

En Ile-de-France, la **forêt** recouvre **1/4 du territoire** soit plus de 280 000 de hectares

Territoire d'Ile-de-France
Les forêts sont fortement **contraintes par l'urbanisation** coupures, enclavement, densité du réseau des infrastructures de transport...

...AUX MULTIPLES ESSENCES...

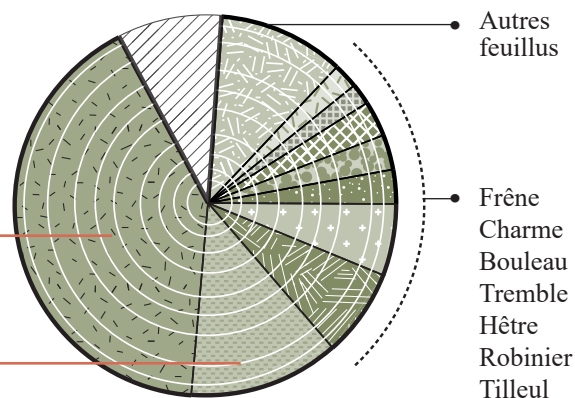
95% de feuillus forêts issues du mélange d'une quinzaine d'essences

5% de résineux majoritairement du pin sylvestre



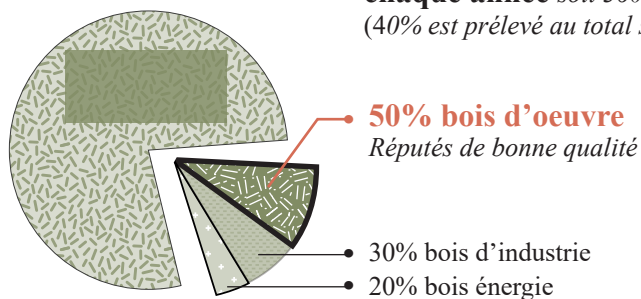
Chêne
27% rouvre
15% pédonculé

Châtaignier
13%



...TRANSFORMÉES HORS DU TERRITOIRE.

20% de l'accroissement biologique est commercialisé chaque année soit 360 000 m³/an (40% est prélevé au total si on considère l'autoconsommation)



- 20% des volumes exportés à l'état brut à l'étranger (particulièrement en Chine)

- Moins d'1% des bois transformé en ÎDF
Quasi absence d'outils industriels de première transformation (scierie)

- 75% du marché de la construction bois en ÎDF échappe aux entreprises locales

²⁰ Op. cit. *Main basse sur nos forêts*. p. 56

contexte, les trois quarts du marché de la construction bois échappent aux entreprises locales.¹⁹ Construire avec du bois feuillu répond donc à des enjeux multiples au-delà de la dimension locale. Il s'agit d'une voie pour sortir de l'industrialisation qui commence en forêt. En effet, « *en France, la mécanisation atteint 80% des résineux mais elle se heurte aux feuillus où le taux stagne à 15% car les machines ne sont pas adaptées à la diversité des essences.* »²⁰

Bien que les forêts d'Ile-de-France soient à l'abri des coupes rases -grâce à l'hétérogénéité des massifs forestiers, de la mobilisation des habitants, du morcellement des parcelles et d'une gestion en futaie irrégulière des forêts domaniales- il est également indispensable de **préserver les savoir-faire forestiers et les scieries artisanales**, pour **valoriser toutes les qualités de feuillus franciliens** dans des filières régionales.

²¹ DEOUX Suzanne et Pierre. *Le guide de l'habitat sain*. Editions Medieco. 2004. p. 193

²² Ibid.

²³ FAUTEUX, André. *Le bois devient plus toxique en vieillissant*, dans La maison saine et écologique du 21ème siècle. 2008. <https://maisonsaine.ca/construction-verte/le-bois-traite-devient-plus-toxique-en-vieillissant.html>

Quelles sont les conséquences des transformations de bois sur la santé des utilisateurs et celle de l'environnement à court et long termes ?

Une fois abattus et transportés à des centaines, voire des milliers de kilomètres, les résineux de médiocre qualité peuvent subir de **multiples transformations** avant d'être mis sur le marché. Industries lourdes, colles et autres produits pétrochimiques dits de "préservation" sont nécessaires pour produire des panneaux, isolants, et poutres contrecollées. En fin de process, ces matériaux aux performances normées n'ont alors plus grand chose à voir avec du bois et peuvent présenter une **réelle toxicité pour la santé**.

Produits de préservation

Plusieurs **risques** ont été établis, variant selon la nature des traitements appliqués. De manière générale, les risques importants pour la santé sont accrus au cours de la **manipulation des bois** (d'où l'obligation de porter un masque et des gants) et après un traitement récent par **contact cutané** ou par **inhalation de poussière**. Au cours du temps, les traitements entraînent la diffusion de biocides dans l'air intérieur ainsi que de composés organiques volatils lorsque les substances de dilution s'évaporent. Il existe également un risque de **migration des matières actives dans les aliments**²¹.

Par ailleurs, des **risques indirects** sont à déplorer : la **dispersion dans les sols et l'eau** lorsque les bois sont délavés par les **intempéries** (bardage, terrasse) ou la **dispersion dans l'air** par exemple en cas d'**incendie** où sont produites des **fumées toxiques**.²²

Bien que les **produits les plus nocifs** soient

²⁴ BILP
CONSTRUCTION
BOIS. *Le bois traité
au sel en auto-
clave*. Mars 2015.
[https://construction-
bois.bilp.fr/guide-
construction-bois/
connaitre-choisir-ma-
teriaux/bois-structure/
plus-courants/traitement-autoclave](https://construction-bois.bilp.fr/guide-construction-bois/connaitre-choisir-matériaux/bois-structure-plus-courants/traitement-autoclave)

²⁵ Cd2e. Bois traité.
[http://www.cd2e.
com/node/273](http://www.cd2e.com/node/273)

²⁶ Observatoire de la
qualité de l'air inté-
rieur. www.oqai.fr

²⁷ Centre Internatio-
nal de Recherche sur
le Cancer

progressivement **interdits**, leur effet ont un **impact sur le long terme** comme par exemple l'**arsenic**, interdit à la vente en 2004, classé cancérogène avéré, qui **devient de plus en plus toxique en vieillissant**²³. Aujourd'hui, des millions de m³ de bois traités avec un mélange de cuivre, chrome et arsenic (CCA) sont **dispersés un peu partout dans les maisons et les jardins** sans que leurs propriétaires soient nécessairement conscients du risque²⁴.

Le traitement des bois avec des produits désormais interdits entraîne aussi l'**impossibilité de les réemployer** ne serait-ce que pour du bois de chauffage. Ils sont classés déchets dangereux²⁵.

Colles

Les colles sont en partie responsables de la **pollution de l'air intérieur** qui serait **5 à 7 fois supérieure à celle de l'air extérieur**²⁶. En cause, un **composé organique volatil** appelé **formaldéhyde**. Stable dans le temps et peu coûteux à fabriquer, il est présent tant dans les meubles que dans les matériaux plastifiés types moquettes, tapis, peintures. Il présente un risque pour la santé principalement relatif à l'**irritation du système respiratoire**.

C'est un allergène très irritant pour la peau, le nez, la gorge, les yeux et qui peut entraîner fatigue, maux de tête, troubles du sommeil voire diminution des capacités pulmonaires, lésions nasales, toux, rhinite, asthme ou encore douleurs à la poitrine qui augmentent le risque de cancer nasal ou de leucémie. A noter que les **enfants** présentent une **grande sensibilité** à cette substance. En 2004, le CIRC²⁷ a classé le formaldéhyde comme cancérogène avéré chez l'homme (catégorie 1) alors qu'en Europe, il est classé seulement cancérogène possible chez l'homme (catégorie 3).

Métal

Si les assemblages par colle peuvent être considérés non satisfaisants pour des questions de santé des usagers, pour les assemblages métalliques, c'est l'**impact sur l'environnement** de la métallurgie qui laisse à désirer. Celui-ci croît essentiellement

²⁸ Ici l'exemple d'une communauté aborigène australienne face à l'ouverture d'une nouvelle mine d'uranium.
<https://www.nouvelobs.com/rue89/rue89-monde/20100814.RUE7994/en-australie-des-aborigenes-en-ont-assez-des-mines-d-uranium.html>

²⁸ ECOINFO. *Le recyclage des métaux*. Avril 2016
<https://ecoinfo.cnrs.fr/2014/09/03/3-le-recyclage-des-metaux/>

²⁹ Ici l'exemple d'une communauté aborigène australienne face à l'ouverture d'une nouvelle mine d'uranium.
<https://www.nouvelobs.com/rue89/rue89-monde/20100814.RUE7994/en-australie-des-aborigenes-en-ont-assez-des-mines-d-uranium.html>

au moment de l'extraction des métaux, pendant le raffinage dans les haut-fourneaux et lors du recyclage. Les principaux métaux utilisés en lien avec le bois sont l'acier -alliage constitué principalement de fer et de carbone- (visserie), le zinc (couverture, zinguerie), le cuivre (utilisé pour les gouttières et descentes d'eaux pluviales dans le cas où l'eau est chargée en tanin, dû à la présence de bois feuillus).

Au-delà des pollutions de l'eau, de l'air et des sols au moment de l'extraction, l'implantation de ces industries entraîne de fortes **externalités sociales négatives** telles que des déplacements de populations voire l'extinction progressive de peuples premiers²⁸ en parallèle de conditions de travail déplorables mettant en danger la santé des ouvriers. Par ailleurs, le métal est une **ressource non renouvelable** qui se raréfie. S'il rejoint les bonnes filières de déchet, le métal peut être partiellement recyclé mais toujours grâce à des industries lourdes.

Une étude du site l'écoinfo rappelle que les taux de **métal recyclé** entrant dans la fabrication de nouveaux alliages et produits métalliques sont limités :

- **50%** des déchets de **plomb** peuvent être recyclés
- **25 à 50%** des déchets d'aluminium, d'argent, de nickel ou d'or
- **10 à 25%** des déchets de cuivre, d'étain ou de silicium
- **moins de 1%** des déchets de **lithium** et de terres rares

De plus, les **métaux recyclés** ne retrouveront **pas un niveau de pureté suffisant** pour pouvoir être réemployés dans les **industries high-tech**²⁹ qui ne cessent de se développer.

03

Conception de systèmes
constructifs en bois
francilien nécessitant peu
de transformations : les
difficultés rencontrées
pour concrétiser les
bonnes intentions

Cesont ces premiers jalons marquant les **limites de la filière bois industrielle** qui guident le travail d'investigation de la DRI en vue de **tisser des liens** avec de potentiels acteurs d'une **filière bois davantage locale et éthique**. Avant d'aller à la rencontre de forestiers, de scieurs ou de charpentiers, les architectes et les ingénieurs de la DRI conçoivent donc des **systèmes constructifs** bois nécessitant **peu de transformations**. C'est-à-dire, comme nous l'avons évoqué précédemment, une mise en œuvre visant à **exclure** l'utilisation de bois reconstitués ayant recours à des **colles**, ainsi qu'une **utilisation parcimonieuse de l'acier** dans les assemblages. Ceci en parallèle de **modélisations structurelles avec des essences feuillues** ayant une classe de résistance mécanique la moins contraignante possible.

Les **délais très courts** à imposer aux entreprises et la grande exigence de la DRI concernant la **provenance des matériaux** l'amènent également à réaliser **un travail de sourcing** au moment de la **conception du projet**. Dans un premier temps, ce travail consiste à recenser les **scieries spécialisées dans les feuillus** autour de Rosny-sous-Bois.

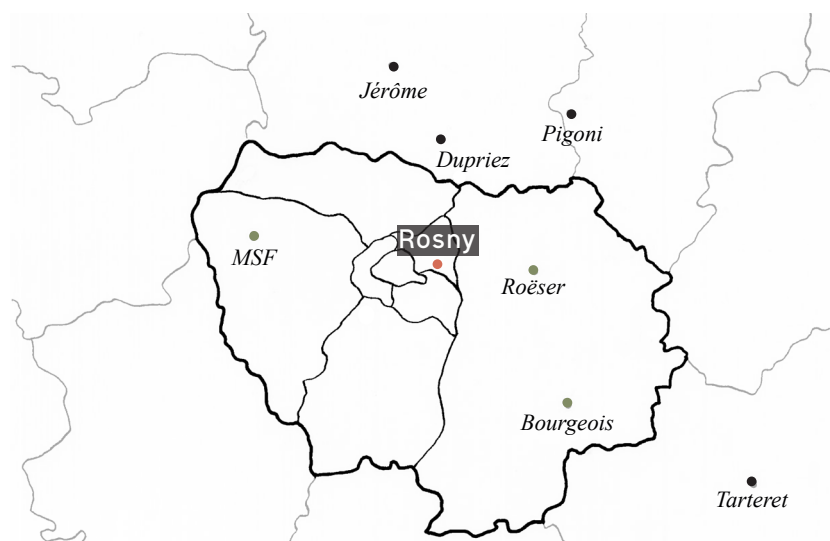
Les scieries, le maillon manquant de la filière locale

Afin de garantir un approvisionnement local, la DRI envisage d'**acheter directement des bois dans une scierie** pour les mettre ensuite à **disposition** de l'**entreprise charpente** qui sera mandatée un an plus tard. Elle suivrait ainsi la même démarche qu'avec la paille. L'objectif de la DRI est d'établir sur le long terme un **partenariat** avec une ou plusieurs **scieries** pour **co-construire une démarche bois local** en lien avec une **vision permacole de l'exploitation des forêts**. Lorsqu'elle commence sa prospection, la DRI connaît le volume approximatif de bois dont elle a besoin pour l'école Simone Veil (200 m³ pour la structure poteaux/poutres) et a dans l'idée d'adapter le dimensionnement de ses structures bois aux sections déjà disponibles dans les scieries.

³⁰ Marquage CE :
 « Pour faire suite
 à la Directive
 Européenne 89/106/
 CEE « Matériaux
 de Construction »
 visant à certifier
 pour le client final
 un certain niveau
 de sécurité et de
 fiabilité des produits,
 les bois utilisés de
 manière structurelle
 sont aujourd'hui
 obligatoirement
 soumis, comme
 beaucoup d'autres
 produits, au
 marquage européen
 CE. » [http://www.
 selection-vosges.com/
 fr/marquage-ce-boisde-
 structure.html](http://www.selection-vosges.com/fr/marquage-ce-boisde-structure.html)

³⁰ Scieries par ordre
 de proximité avec
 Rosny-sous-Bois :
 Roëser (77)*,
 Lafon bois clôtures
 (91)*, Dupriez
 Lepinette (60),
 MSF (78)*, Pigoni
 (02), Lefebvre
 (76), Jérôme
 (60), Bourgeois
 (77)*, Tarteret
 (10) (*scierie
 francilienne).

Afin de connaître les enjeux auxquels sont confrontées les entreprises de premières transformations du bois sur le territoire, la DRI interroge une à une les scieries de feuillus par téléphone. Elle mène une **double enquête** : **trouver du bois** pour le groupe scolaire Simone Veil et **comprendre les rouages** de la filière francilienne sur le terrain.



Localisation des scieries franciliennes recensées travaillant les feuillus. © Maëlle Valfort

Pour chaque scierie sollicitée, la DRI cherche à déterminer :

- la **provenance des bois** ainsi que les modes de gestion et d'exploitation de la forêt.
- les **essences sciées**.
- les **sections**, les **longueurs usuelles** des bois.
- les **moyens de séchage**.
- les **stocks de bois secs** disponibles.
- la **garantie sur la résistance mécanique** des bois avec le **marquage CE**³⁰.

Au téléphone, les questions de la DRI paraissent bien souvent intrusives. Si la plupart des retours sont enthousiastes, certains interlocuteurs ne semblent néanmoins comprendre que le langage des chiffres : « Recontactez-nous quand vous aurez une liste de débit, moi je n'ai pas de temps à perdre. »

³² Office National des Forêts.

³³ Op. cit. *Main basse sur nos forêts*. p.48 et 49.

³⁴ Ibid.

³⁵ *Guide pour intégrer le bois local dans la commande publique*. BoisLim. <https://issuu.com/boislim/docs/guideprescription-2015-carre-21x21>

Cette première prise de contact avec une petite dizaine de scieurs³¹ permet d'établir plusieurs constats :

Bois dits locaux mais où sont les forêts ?

La notion de “sylviculture douce” ne semble pas faire écho dans l’imaginaire forestier des scieurs. Ils **achètent le bois en lots à différents exploitants** ou à l’ONF³² au gré de la **fluctuation des prix du marché**. Si un approvisionnement local semble garanti à environ 100 km autour de la scierie, le **nom des forêts en revanche n’est jamais donné**.

De petites scieries travaillant essentiellement le chêne et possédant peu de stock de bois sec

A l’exception d’une scierie de grande envergure dans l’Aube, toutes les autres contactées ne possèdent que **peu de stock**. Le temps d’**approvisionnement en bois frais** peut être assez **long**. Les bois -presque exclusivement de chêne- sont **séchés à l’air libre**. Il est alors **difficile de garantir un taux d’humidité suffisamment bas** pour les quantités souhaitées.

Une activité de sciage en déclin menant à l’export des bois

L’une des scieries est sur le point de fermer pour cause de **départ à la retraite sans repreneur**, une autre fournit du **bois au détail pour la restauration** de charpentes anciennes, une autre encore développe un commerce de **produits bois en parallèle de son activité** et la scierie qui semble se porter le mieux économiquement **exporte** une bonne partie de ses bois **à travers le monde...**

Le **déclin de ces scieries artisanales** est dû, d’une part au fait qu’elles transforment des feuillus et non des résineux, et d’autre part au fait qu’elles ne soient pas compétitives par rapport aux gigantesques scieries françaises tout automatisées qui s’inscrivent dans le commerce international et bénéficient de subventions.³³ « *A l’échelle de la France, il existait dix mille scieries actives en 1965, il n’en reste plus que mille quatre cents. Une **centaine disparaissent chaque année**. [...] 12% des scieries produisent 76% du volume scié.* »³⁴

L'absence de marquage CE

La majeure partie des scieries **ne possèdent pas le marquage CE** qui permet de **vendre** des bois certifiés comme **structuraux**, conformes aux exigences de la Directive Produit de Construction, donnant ainsi accès à la **garantie décennale** pour la mise en œuvre. Bien qu'elles possèdent généralement les compétences pour déterminer la résistance mécanique d'un bois, les scieries ne souscrivent pas à cette certification qui reste **onéreuse** et qui n'est pas systématiquement demandée par les entreprises de 2ème transformation venant acheter du bois.

Un dimensionnement de la structure de l'école en deux temps

Au moment où la DRI consulte les scieries, elle est en **phase conception** du projet d'école. Cela signifie qu'elle a une idée globale du volume de bois dont elle a besoin et qu'elle peut seulement établir une **liste de pré-débit des éléments de structure**. En effet, c'est à l'entreprise de charpente que reviendra la responsabilité de déterminer le dimensionnement final des ouvrages. Il est donc **risqué** que la **DRI achète en amont des sections de bois sec** que l'entreprise – qui n'est pas encore mandatée - **pourrait refuser de mettre en œuvre**. C'est là la différence majeure avec l'achat de bottes de paille aux dimensions standards.

Au final, la DRI recense seulement **deux scieries franciliennes** auprès desquelles elle pourrait acheter une **dizaine** de m³ de chêne, ce qui est très **loin de pouvoir répondre à ses besoins** en bois sec estimés autour de 200 m³ pour la construction du groupe scolaire Simone Veil. Par ailleurs, le fait de **ne pas pouvoir travailler en amont** main dans la main **avec une entreprise** de charpente identifiée augmente significativement la prise de risque si la DRI achetait des sections de bois sec déjà sciées. Se poserait également la **question du stockage des bois** car les scieries n'ont pas toujours l'espace nécessaire pour les entreposer longtemps sur chantier.

La démarche de la DRI est ici freinée par la **courte temporalité du projet** mais aussi la rigueur du **protocole des marchés publics**.



Chênes et critères de choix. Novembre 2019.
Auteur inconnu.

Critère de choix
des chênes :

**Diamètre entre
45 et 90 cm**
parcelle n°18

**Diamètre entre
35 et 50 cm**
parcelle n°11

Tronc droit,
dépourvu de
branche sur au
moins 5 à 6m.

Remarque :
Un chêne
de 40 cm de
diamètre est
âgé approxima-
tivement de 120
ans.

Composer avec le protocole des marchés publics

Critère de localité dans les appels d'offre

Pour les appels d'offres lancés dans le cadre des **marchés publics**, il est **interdit** de privilégier une entreprise suivant un **critère de préférence géographique**, ni de lui imposer un produit ou de faire mention d'une **provenance déterminée** pour les matériaux. Néanmoins, il est possible d'affirmer la **volonté de réduire l'impact carbone du projet** et "**consolider une cohésion sociale sur le territoire**"³⁵ grâce à des **circuits de proximité**. Il est ainsi demandé à l'entreprise de favoriser la mise en œuvre de bois ayant parcouru une **faible distance kilométrique entre la forêt, le lieu de sciage, d'usinage et le chantier**.

Au **lancement des appels d'offres**, il s'agit alors de :

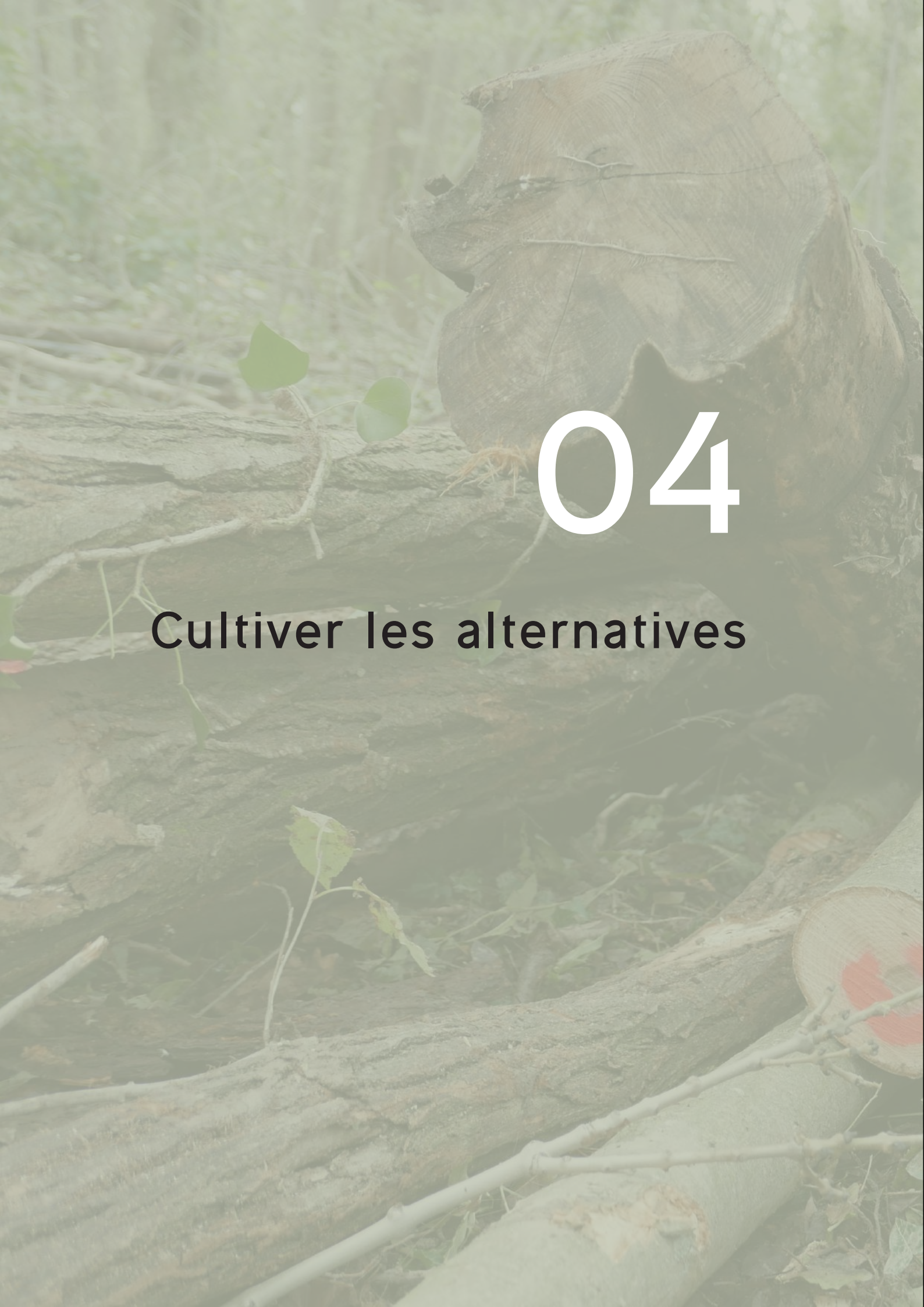
- rappeler que la **forêt francilienne** est recouverte presque exclusivement de feuillus.
- **prescrire** les quatre essences référencées **dans la norme** ("ou équivalent"), au fil des besoins en bois de structure.

Exemple : dans les *Cahiers des Clauses Techniques Particulières*, pour une **structure poteaux-poutres treillis**, mentionner le **chêne** ou le **châtaignier** pour les **poteaux**, le **hêtre** pour des **traverses**, le **peuplier** pour les **diagonales** où les efforts sont moindres.

- exiger des **bois non traités, non collés**.
- **avoir dessiné au préalable** des systèmes constructifs compatibles avec ces exigences.

Par la suite, un **travail d'accompagnement des entreprises de charpente** doit être mené, puisqu'elles ont davantage l'habitude de travailler des essences résineuses, achetées auprès de négociants bois, au plus simple et au moins cher. Cependant, malgré la vive insistance de la DRI et le partage des réflexions en cours, l'**orientation des entreprises vers des circuits alternatifs régionaux, n'est pas toujours aisée**. Ceci est lié notamment à l'**échelle des projets** de la DRI et leurs

délais très serrés, mais aussi à une **culture** et des **intérêts divergents**.



04

Cultiver les alternatives

³⁶ Adrien Estève, ingénieur structure bois et Maëlle Valfort, assistante architecte.

³⁷ Réseau pour les Alternatives Forestières.
<https://www.alternativesforestieres.org/>

³⁸ Association *Dryade* implantée dans la vallée de la Drôme, adhérente à la charte du *RAF* pour une sylviculture douce.
<https://dryade26.org/>

³⁹ Scop d'Arbrazed en Saône-et-Loire. Propose des conseils en gestion de patrimoine arboré, élagage, taille d'arbre, abattage délicats, bois de chauffage, adhérente à la charte du *RAF* pour une sylviculture douce.

Rencontrant des difficultés pour mener à bien son projet de recherche-action autour d'une filière bois éthique en partenariat avec l'entreprise de charpente mandatée, la DRI poursuit ses propres recherches en vue de faire des **expérimentations à petite échelle**.

Savoir-faire forestiers

La prise de contact avec les scieurs locaux permet de mettre en lumière la **difficulté à connaître la provenance** exacte des bois et donc le **mode de gestion des forêts** d'où ils sont issus. La DRI imagine alors **s'approvisionner directement en forêt** et prospecter à la recherche de celles qui seraient gérées en **sylviculture douce**. En effet, pour valoriser la ressource feuillue francilienne, il est impératif d'encourager la **perpétuation des savoir-faire forestiers**, que ce soit du côté des **sylviculteurs** qui œuvrent à la régénération de forêts mélangées, les **élagueurs-bûcherons** qui jardinent ces forêts ou les **débardeurs** ayant recours à des techniques qui ne les dégradent pas.

Principes de la sylviculture douce

Afin d'appréhender les **réalités de terrain** et **comprendre les multiples enjeux des forêts** gérées en sylviculture douce, un ingénieur structure bois et une architecte de la DRI³⁶ effectuent une formation intitulée *“Produire et valoriser ses bois grâce à une sylviculture douce”* proposée par le *RAF*³⁷ avec l'association *Dryade*³⁸ et *D'Arbrazed*³⁹.

Qu'est-ce que la sylviculture douce ?

Les “conseils techniques pour effectuer coupes et travaux en forêt” de la charte du *RAF*⁴⁰, nous apprennent qu'à chaque étape sylvicole, des **méthodes alternatives à la sylviculture industrielle** sont envisageables. Voici quelques principes issus du livre *Agir ensemble en forêt* :



Observations en forêt avec François Bonnevialle, formateur “Sylviculture douce” pour le *RAF*. Chabrillan (Drôme). Novembre 2019. © Ville de Rosny-sous-Bois

⁴⁰ BOITARD, Marjolaine. DU BUS DE WARNAFFE, Gaëtan. LAUSSEL, Pascale. *Agir ensemble en forêt. Guide pratique, juridique et humain*. Editions Charles Léopold Mauer. Réseau des Alternatives Forestières. p. 54 à 58. <https://www2.eclm.fr/livre/agirenssemble-en-foret/>

⁴¹ Définition *Régénération naturelle* : « Processus par lequel un écosystème forestier se reconstitue spontanément après destruction ou récolte de tout ou partie du couvert. » *Agir ensemble en forêt*. op. cit. p. 14.

• Laisser le sol s'amender afin de favoriser une régénération naturelle⁴¹ de la forêt

Pas d'utilisation de désherbant, de machines pour décompacter ou broyer le sol, ni pour dessoucher.

• Planter pour compléter

- Mélanger au moins trois essences adaptées au sol de la forêt, idéalement autochtones (au moins 50%).
- Privilégier le déplacement des plants naturels du site au sein même de la forêt (d'au moins 3 ans), ou des plants avec des origines régionales adaptées.
- Etaler les âges, conserver l'ambiance forestière.

• Faire de la place aux jeunes pousses d'avenir

- Préserver une grande diversité d'essences.
- Faire des dégagements de lumière localisés selon la végétation concurrente à réduire.

• Porter une grande attention aux coupes sélectives pour favoriser la biodiversité

- Laisser au moins 10% de la forêt en libre évolution, et ailleurs laisser au moins 10% des arbres vieillir et mourir librement.
- Laisser le bois mort au sol sur place.
- Couper les arbres dépérissant au profit de ceux en bonne santé tout en laissant certains bois morts ou mourants sur pied, habités par certaines espèces animales.
- Maintenir la continuité de la couverture boisée.
- Mettre en valeur les arbres remarquables.
- Favoriser l'étagement de la lisière (herbes, arbustes).
- Prélever au maximum 1/4 du bois en volume ou 1/3 des tiges selon la densité et la hauteur.
- Sélectionner les arbres à récolter, au profit :
 - des arbres structurant l'écosystème
 - des arbres ayant la capacité à être semenciers

- des arbres ayant un potentiel bois d'œuvre
- de la diversité des âges et des essences
- des arbres remarquables, de valeur paysagère ou historique. Effectuer un suivi de leur état sanitaire.

• Un abattage de précision

Matériel léger :

- Utilisation d'une tronçonneuse thermique avec huiles végétales biodégradables.
- Eviter toute dégradation de l'environnement en entretenant les engins mécaniques hors de la forêt et récupérer les huiles et les déchets générés.



Utilisation de coins d'abattage. Formation "Sylviculture douce" pour le *RAF*. Chabrillan (Drôme). Novembre 2019. © Ville de Rosny-sous-Bois



Utilisation d'un tourne bille. Formation "Sylviculture douce" pour le RAF. Chabrillan (Drôme). Novembre 2019. © Ville de Rosny-sous-Bois

Chantier d'hiver :

- Couper entre le 15 septembre et le 15 mars (15 août - 15 avril en altitude), en lune descendante, et si possible décroissante.
- Exclure la période de nidification des oiseaux.
- Reporter le chantier en fonction de la météo.

Traits de coupe nets pour faciliter débardage et rangement :

- Souches coupées au ras du sol et chanfreinées.
- Branches coupées au ras du tronc.

Laisser les branches et troncs restants enrichir le sol après l'abattage :

- Conserver sur place les branches de diamètre inférieur à 7 cm et les souches afin de favoriser un retour d'humus et de minéraux au sol.

⁴² Définition

Débusquage : « opération consistant à manutentionner et à déplacer les bois après abattage sur de courtes distances isolément ou par petites charges, au travers du peuplement, pour les amener en bordure d'une piste de débardage. » *Agir ensemble en forêt*. op. cit. p. 13

⁴³ Définition *Débardage* :

« opération consistant à amener les bois après abattage en bordure d'une voie de transport (souvent une route) ou sur un lieu de dépôt provisoire. Tracteurs, engins forestiers, animaux, câbles peuvent tirer et transporter les bois sur les pistes de débardage et les cloisonnements. » *Agir ensemble en forêt*. op. cit. p. 12

- Découper les branches en petits bouts de façon à ce qu'elles soient en contact avec le sol.

- Laisser les branches éparpillées pour éviter de concentrer la fertilité dans un seul tas.

• **Débusquer⁴² les bois au cheval ou avec du matériel léger type treuil ou câble-mat vers pistes de débardage⁴³**



Débusquage à cheval. Formation “Sylviculture douce” pour le RAF. Chabrillan (Drôme). Novembre 2019. © Ville de Rosny-sous-Bois

Respecter les arbres et le sol :

- Ne pas froter les troncs des arbres sur pied, ne pas écraser les zones de régénération, suivre les courbes et les replats naturels pour se frayer un chemin.

- Hors sol trempé après pluie ou neige fondante, hors dégel, du 30 juillet au 30 mars, tout comme pour le débardage.

• Débardage sur les pistes forestières

Limiter le tassement du sol :

- A l'aide d'un petit tracteur avec pneus larges basse pression, de moins de 10 tonnes en charge et sur sol sec. N'autoriser aucun engin en zone humide.
- Roulant exclusivement sur les pistes de débardage et cloisonnement. Plus le cloisonnement est large, plus la forêt est préservée, moins la mécanisation est facile.

Limiter la pollution de l'eau :

- Préserver les cours d'eau et ruissellements en utilisant des techniques de franchissement adaptées et en n'y laissant pas tomber de bois et rémanents.

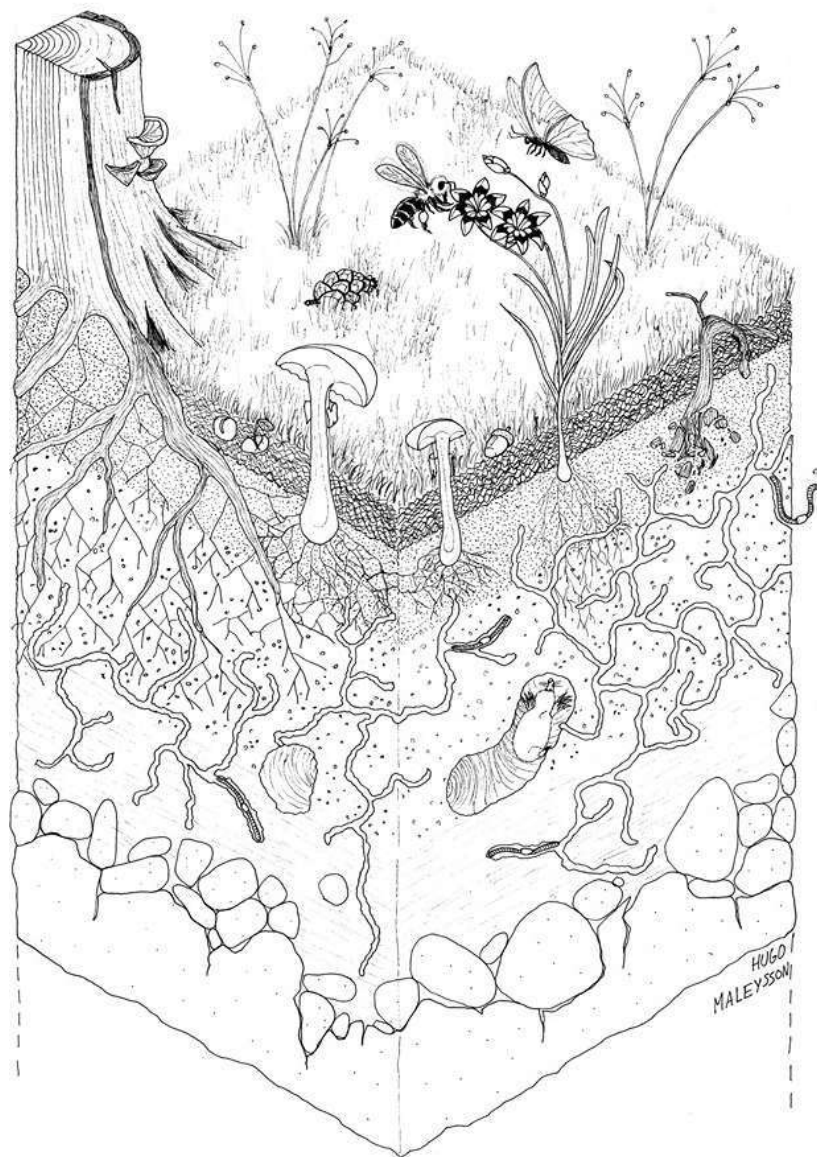
Remettre en état la forêt :

- Après intervention, remise en état des pistes forestières, fossés, places de dépôt, écoulements préexistants, radiers... et restaurer les anciens chemins de débardage, s'ils existent, en accord avec le propriétaire.

• Garantir de bonnes conditions de travail en forêt

Salaire minimum, couverture sociale complète, prime de déplacement.

• Valoriser toutes les parties de l'arbre dans la bonne filière locale (régionale)



Vie du sol forestier. Ecosystème. © Hugo Maelysson

⁴⁴ SCOP d'Abrazed.

⁴⁵ Définition

Façonnage :

« Ensemble des opérations nécessaires pour transformer les arbres abattus en produits commercialisables. Les principales opérations de façonnage sont l'écimage, l'ébranchage, le marquage en découpes, l'écorçage et le tronçonnage ». Dictionnaire Larousse en ligne et Wikipédia.

⁴⁶ Définition

Marquage : « consiste à faire un trait de peinture ou une encoche au marteau sur les arbres à récolter, ce qui permet d'obtenir une estimation des volumes à récolter. » *Agir ensemble en forêt*. op. cit. p. 50.

⁴⁷ COPIN, Hélène.

Les enfants des bois, jouer, jouer encore. Forêt de Chabrillan. <https://copindesbois.fr/cxc>

⁴⁸ Définition *Bille de*

pied : « Portion de tronc comprise en la base de l'arbre, et la première grosse branche ou nœud, donnant les meilleures qualités pour le bois d'œuvre. »

Saisir les enjeux de la sylviculture douce sur le terrain

Formation à la sylviculture douce dans la Drôme / Témoignage Maëlle Valfort, assistante architecte à la DRI :

« Notre formateur François Bonnevialle⁴⁴ défend une vision du métier de bûcheron où celui-ci sélectionne et façonne⁴⁵ lui-même les arbres à abattre en suivant les directives du **plan de gestion de la forêt**. C'est à dire **sans marquage**⁴⁶ préalable des arbres par un technicien forestier : son rôle n'est alors plus réduit à celui de simple exécutant. Dans la petite forêt de Chabrillan gérée par Pascale Laussel, membre du RAF, l'objectif de notre intervention forestière est d'orienter la récolte vers l'abattage de bois qui serviront à la **réalisation d'un kiosque dans la forêt**.

Ce **kiosque sera destiné aux enfants** que Pascale accueille tous les mercredis dans son bois, avec d'autres accompagnateurs, suivant l'esprit d'une **pédagogie par la nature**. « *Le temps d'un jour, ils sont libres (d'apprendre) en jouant. Libres de se faire quelques bobos, libres de se défouler dans le mouvement, si l'énergie leur en dit. Libre aussi à leur imagination de galoper avec tout ce que la forêt leur raconte.* »⁴⁷

Notre choix porte sur des **bois tordus, de faible diamètre, de grande longueur, de diverses essences, peu valorisables** autrement qu'en bois de chauffage. Les billes de pied⁴⁸ de qualité seront quant à elles envoyées à la scierie. Le reste du tronc ou des grosses branches sera transformé en bûches. À l'occasion de cette **éclaircie** -récolte intermédiaire de certains bois en voie de dépérissement- nous **aiguisons notre regard de bûcheron-forestier**.

La première mission consiste à **dégager et sortir** de la forêt les **bois endommagés** par une tempête de neige précédant notre arrivée. Nous choisissons ensuite d'**abattre les bois qui risquent de dépérir** rapidement au vu de leur état sanitaire (d'attaques d'insectes, de champignons ou de végétaux tel que le lierre) ou du fait d'un accès restreint à la lumière. Ces arbres sont

également sélectionnés de manière à **donner davantage d'espace à certains individus** d'avenir : proportions harmonieuses de l'arbre, équilibre du houppier, bourgeons actifs, droiture du tronc, ou encore branches charpentières hautes.

Avant de lancer le moteur de notre tronçonneuse, nous prenons le temps d'**exprimer à l'arbre notre gratitude**. Nous visualisons avec précision l'impact de sa chute sur ses voisins proches, tout en anticipant un débusquage aisé dans la pente. Le tronc tombé au sol est ensuite **ébranché** puis **attelé au cheval** de trait pour qu'il puisse l'emmener jusqu'à la place de dépôt à côté du feu. Il s'éloigne en ondulant avec force, souplesse et exactitude entre les troncs, suivant les indications complices de François dans une langue bien mystérieuse... ».



Débusquage à cheval. Formation “Sylviculture douce” pour le *RAF*. Chabrillan (Drôme). Novembre 2019. © Ville de Rosny-sous-Bois

⁴⁹ Wikipédia.

« *Le bois vert est un bois dont la teneur en humidité varie de 35% à 120% (voire 200% pour le peuplier). C'est la qualité des bois directement après l'abattage de l'arbre. Le bois possède des qualités d'ouvrabilité élevées, c'est-à-dire qu'ils peuvent être facilement équarris à la hache, percés, sciés, tournés, etc* » dans *Bois vert*.

⁵⁰ Yannig Robert, ingénieur structure bois et Maëlle Valfort, assistante architecte.

⁵¹ Site internet : <http://deshommesetdesarbres.fr/>

⁵² Ligue de Protection des Oiseaux.

Savoir-faire du bois

En parallèle des savoir-faire de la sylviculture douce et de ceux des scieries artisanales, il est également nécessaire de préserver les **savoir-faire traditionnels** en lien avec la **mise en œuvre du bois** : l'utilisation d'**outils à la main**, l'emploi de multiples essences en **structure hors des prescriptions normées**, la construction en **bois vert**⁴⁹ qui permet de limiter le coût et le temps de séchage, ou encore en **bois de réemploi**. Un ingénieur structure bois et une architecte de la DRI⁵⁰ sont alors allés à la rencontre d'un charpentier alternatif, également membre du RAF, qui fait vivre ces savoir-faire anciens à travers son activité professionnelle.

Le charpentier François Beau est établi aux alentours de Rennes et travaille de manière indépendante en lien avec l'**association Des Hommes et des Arbres**⁵¹ qu'il fonde en 2011. Il se définit comme un "charpentier expérimental" et ne travaille presque qu'avec des outils à la main et du bois vert local. Ayant commencé sa carrière par une pratique conventionnelle de la charpente, il choisit de faire évoluer radicalement son approche du métier lorsqu'il se fait voler l'intégralité de son matériel électroportatif. Sa démarche devient à la fois militante, radicale et poétique et invite à un **rapport bien plus intime avec la matière**. Animé par l'envie de promouvoir et diffuser ce qu'il appelle le **"Patrimoine Geste"**, auquel il s'est lui-même patiemment formé dans plusieurs pays, il est toujours accompagné de stagiaires (souvent en CAP charpente) ou d'autres passionnés venant apprendre de ses méthodes de travail.

L'équipe de la DRI rejoint François Beau sur un chantier participatif qui vise à édifier un **petit kiosque en bois rond au toit de chaume**, en lien avec la LPO⁵². Le chantier a lieu dans un "écoquartier" (bétonné...) de la banlieue Rennaise. Pour ce projet, il choisit et **coupe lui-même à la hache** les châtaigniers qui proviennent d'éclaircies d'une forêt locale dont il connaît les propriétaires. De manière générale François Beau cherche à

valoriser, bois locaux issus de haies bocagères, ou forêts gérées en sylviculture douce. Il est également à l'affut des bois de réemploi divers et variés. Après l'abattage, il réalise l'équarrissage et le sciage de long pour transformer les grumes en bois d'œuvre. Si aujourd'hui, nous avons appris à préférer les troncs droits, François Beau, au contraire, parvient à projeter des **pièces de charpente dans des bois tordus** comme savaient le faire notamment les anciens constructeurs de navires. Sur le chantier, il convoque d'ailleurs volontiers l'**imaginaire de la construction navale** en réalisant des brêlages ou en utilisant des poulies de bateaux.

⁵³ Consultable en ligne à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=G--5SIX8ANA>

⁵⁴ Adrien Estève, ingénieur structure bois et Maëlle Valfort, assistante architecte

⁵⁵ Emmanuel Pezrès, architecte et directeur de la DRI ; Charlotte Picard, architecte ; Maëlle Valfort, assistante architecte ; Adrien Estève, ingénieur structure bois et Giampiero Ripanti, ingénieur fluide et thermique.

Construire une culture commune des alternatives du bois et ses enjeux : les leviers d'action de la DRI

Conférences, candidature à des prix d'architecture et réponse aux sollicitations extérieures

La DRI est régulièrement sollicitée pour participer à des **conférences** à l'occasion desquelles elle prend position sur les enjeux de la construction bois conventionnelle qui a aujourd'hui des conséquences dramatiques sur les écosystèmes forestiers et sociaux. Elle s'appuie sur ce préambule pour partager ses **expériences d'une filière bois alternative** comme par exemple lors de la présentation du directeur de la DRI Emmanuel Pezrès, intitulée « Vers une conception écosystémique » pour le cycle de conférence « Métamorphoser l'acte de construire » proposé par le *Manifeste pour une frugalité heureuse et créative* en octobre 2020⁵³.

En janvier 2020, un ingénieur structure bois et une architecte⁵⁴ de la DRI font eux aussi la part belle aux problématiques du bois lors d'une présentation du centre de loisirs Jacques Chirac aux Assises de la paille à Marseille. En effet, le bois est associé à la construction en paille dite "écologique" sans que sa provenance ni les traitements chimiques qui lui sont appliqués ne fassent pour autant l'objet d'une attention particulière. Cette présentation est également l'occasion de diffuser des connaissances autour du **système constructif de la paille porteuse** qui permet de réaliser l'**économie de bois** dans le bâtiment.

En parallèle, **candidater à des prix d'architecture** spécialisés dans la construction bois constitue un **levier d'action** pour mettre en lumière le **processus de construction** et non uniquement une quantité de bois mise en œuvre. La DRI candidate ainsi aux *Prix National et Régional de la Construction Bois*, le prix *Séquence Bois*, le *Prix du Forum Bois Construction* ou

⁵⁶ Maëlle Valfort,
assistante architecte.

encore le *Fibra Award*. En 2018, le projet Boutours 2 est **lauréat** du **Prix National de la Construction Bois**. En 2020, le Centre de loisirs Jacques Chirac reçoit la **mention spéciale « Procédure innovante »** du *Prix Régional de la Construction Bois* d'Ile-de-France.

Par ailleurs, l'équipe de la DRI répond aux **demandes de renseignements** d'élus, d'architectes, d'ingénieurs, d'artisans, de professeurs et d'une large majorité d'étudiants qui s'intéressent à la démarche singulière de la DRI et son rapport aux matériaux biosourcés -notamment concernant l'approvisionnement.

Enseignement supérieur

En octobre 2020, trois architectes et deux ingénieurs de la DRI⁵⁵ deviennent **tuteurs de l'enseignement "Projet de construction"** le temps d'un semestre pour les étudiants de 2ème année de l'**Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris**. A travers des cours magistraux, des travaux dirigés, un suivi de projet hebdomadaire sur la thématique de la **rénovation ou construction neuve biosourcées**, les étudiants comprennent que "construction bois" ne rime pas nécessairement avec "durable". Cependant, lorsqu'il leur est demandé de **justifier la source d'approvisionnement des matériaux** qu'ils emploient pour leur projet, certains étudiants cèdent parfois à la facilité : « *Ici j'ai choisi de mettre du douglas car le scieur à qui j'ai téléphoné m'a dit que c'était local.* ». L'équipe de tuteur rappelle alors que le **critère de localité** n'est pas suffisant mais qu'il faut s'intéresser au **type de gestion des forêts** afin que l'achat de bois n'encourage pas une industrialisation de la ressource dont les répercussions seraient néfastes à long terme. L'équipe de la DRI recommencera le même enseignement dès la prochaine rentrée scolaire.

Une architecte de la DRI⁵⁶ propose en 2020 et 2021 une **intervention** sur une matinée autour des **enjeux de la construction bois** aux étudiants de Master 2 « **Architecture Environnement et Culture Constructive** » à l'**Ecole d'architecture de Grenoble**.

⁵⁷ Charlotte Picard et Maëlle Valfort.

⁵⁸ 21 au 23 Juillet 2020 à Ploénis ; <https://www.autour-dufeu.org/>

⁵⁹ Activités réalisées avec les enfants de l'école Jean Mer-moz.

⁶⁰ Chloé Zordan, ingénieure forestière et Maëlle Valfort, assistante architecte.

Sensibiliser les petits rosnéens

Du fait de son lien de proximité avec la Direction de l'Education de la Mairie de Rosny, la DRI propose des **activités pour les enfants autour de la thématique du bois** afin de les sensibiliser dès le plus jeune âge alors qu'ils ne connaissent souvent qu'un univers de béton.

• Sortie de Pédagogie par la Nature en forêt

En juillet 2020, deux architectes de la DRI⁵⁷ suivent une **formation de Pédagogie par la Nature**⁵⁸ avec l'association *Autour du feu*, en vue d'**insuffler ces principes dans les écoles Rosnéennes**. La pédagogie par la nature est un processus d'apprentissage valorisant le **jeu libre en extérieur** par tous les temps, la connaissance **sensible** d'un environnement naturel, la **lenteur** dans l'apprentissage, la **patience** et la **tolérance**, la **collaboration** et le **partage** autour de l'**expérimentation**.

A la suite de cette formation, la construction d'un grand **hôtel à insectes** pour une cour de récréation est prétexte à organiser des **sorties en forêt**. Celles-ci ont lieu à moins de 10 km des écoles de Rosny dans la forêt de Bondy en novembre 2020, avec 4 classes du CE1 au CM1⁵⁹, sur deux après-midi. L'objectif est de faire ramasser aux enfants de quoi garnir l'hôtel à insectes qu'ils vont fabriquer au mois de février et mars 2021, mais surtout de leur faire prendre part à des **activités inspirées des principes de pédagogie par la nature**.



Pédagogie Par la Nature. © Autour du feu



Formation à la “Pédagogie Par la Nature” par l’association *Autour du Feu*.
Plonéis (Bretagne). Juillet 2020. © Maëlle Valfort



Sortie en forêt avec les enfants. Ateliers de PPN organisés par la DRI.
Rosny-sous-Bois. Mars 2021. © Marie-Amélie Lombard

⁶¹ Emprunté à la formation de Pédagogie par la Nature avec l'association Autour du feu.

⁶² « On regarde où on met les pieds en marchant doucement : on laisse s'épanouir les jeunes pousses et les racines des arbres » ; « On chuchote : pour entendre les bruits de la forêt et ne pas perturber ses petits habitants et ses visiteurs » ; On ne prélève que ce qui est déjà au sol : arracher l'écorce d'un arbre vivant c'est lui arracher la peau » ; « On touche les champignons et les ronces seulement avec les yeux : les ronces piquent et les certains champignons peuvent rendre malade ».

⁶³ Charlotte Picard, Cassiane Mariotti, Pheng Ma, architectes ; Adrien Estève, ingénieur structure bois ; Chloé Zordan, ingénieure forestière et Maëlle Valfort, assistante architecte.

⁶⁴ Adrien Estève, ingénieur structure bois ; Chloé Zordan, ingénieure forestière et Maëlle Valfort, assistante architecte.

⁶⁵ Scierie Mommert à Fleury la Forêt à 100 km de Rosny-sous-Bois.

L'ingénieure forestière et l'architecte de la DRI⁶⁰ en charge du projet imaginent quatre ateliers auxquels chaque enfant pourra participer en groupe :

- La **reconnaissance d'essences d'arbres** à l'aide de planches botaniques et d'une xylothèque
- Une **récolte parcimonieuse** de pommes de pin et de branches permettant de discuter des insectes et de leur habitat naturel
- Un jeu intitulé "l'**arbre totem**"⁶¹ où un enfant en guide un autre qui a les **yeux bandés vers un arbre** qu'il a **choisi pour lui**. L'enfant aux yeux bandés revenu au point de départ doit ensuite retrouver son "arbres totem" dans la forêt
- La **construction de "cabanes de lilliputiens"**

Ce sont des moments privilégiés pour ces enfants dont moins de la moitié des mains se lèvent lorsqu'on leur demande « Qui est déjà allé en forêt ? ». Leurs remarques spontanées prêtent à sourire : lorsqu'il est demandé à un enfant pourquoi il ne parvenait pas à trouver les fruits de l'arbre au sol, celui-ci répond « parce que quelqu'un est venu balayer la forêt ! ».

La préparation des ateliers demande d'aller faire plusieurs **repérages** dans les forêts alentours, créer des **supports visuels** pour établir les règles de bonnes pratiques en forêt⁶² ou encore un **balisage** en matériaux de récupération. Elle aura mobilisé six architectes et ingénieurs de l'équipe de la DRI⁶³ qui ont pu s'initier également à la Pédagogie par la Nature en **animant des ateliers**.

• Construction d'un hôtel à insectes

La sortie en forêt est motivée par la construction d'un **hôtel à insectes** qui sera installé dans une **cour d'école à Rosny-sous-Bois**. Deux ingénieurs et une architecte de la DRI⁶⁴ dessinent le petit projet, commandent des **planches de chêne et de merisier** dans une **scierie de Normandie**⁶⁵, construisent la structure en chêne et prédécoupent des éléments en merisier qui serviront à constituer des **boîtes, à remplir avec la récolte réalisée en forêt**.

⁶⁶ A l'aide d'un support pédagogique réalisé par la DRI.

⁶⁷ Adrien Estève, ingénieur structure bois ; Chloé Zordan, ingénieure forestière ; Jules Porée, stagiaire ingénieur thermicien ; Vincent Raeppl et Charlotte Picard, architectes ; Maëlle Valfort, assistante architecte et Marie-Amélie Lombard (à tour de rôle).

A chaque classe est consacré un après-midi entre février et mars 2021 où les enfants, par groupe de 4 à 6, **réalisent eux-mêmes l'assemblage des planches de bois avec des outils anciens**.

La séance commence par un **travail de mémoire** sur ce que les enfants ont déjà vu lors de leur sortie en extérieur : les **règles de bonne conduite** en forêt, les différents **ateliers**, le **nom des essences** d'arbre, la vie des **insectes**... Si les enfants font preuve d'une bonne mémoire. Cependant, quand il leur est demandé « qui est retourné en forêt ? » très peu de doigts se lèvent.

Leur sont également présentés différents **outils**⁶⁶ : la **chignole**, le **vilebrequin**, le **marteau**, la **perceuse** avec les embouts, les vis et les clous. L'équipe de la DRI⁶⁷ insiste sur le fait que les outils anciens ont l'intérêt de fonctionner sans batterie, sans électricité, simplement avec la **bonne position du corps** et un peu "d'huile de coude". Une **démonstration** leur est faite.

De même, le **lien** est établi entre les **planches de bois massif** en chêne et merisier et les **arbres** que les enfants ont identifié en forêt à l'aide de **planches botaniques**. Pour conclure une longue introduction, l'équipe de la DRI présente des **plans d'assemblage** aux enfants.

Durant les ateliers, les enfants s'approprient très rapidement les différents outils. Toutes et tous sont très actifs et reprennent même les encadrants qui confondraient malencontreusement le terme "chignole" avec "vilebrequin". Les outils tournent de groupe en groupe pour que chaque enfant puisse essayer de maîtriser un **geste technique** en développant sa motricité fine. Les enfants prennent conscience de la **responsabilité** qu'implique la prise en main d'un outil. Ils patientent, persévèrent et finalement gagnent **confiance** en leur capacités sous les **encouragements** de leurs camarades.



Construction d'un hôtel à insectes. Chantier participatif d'enfants. Rosny-sous-Bois. Mars 2021. © Marie-Amélie Lombard

⁶⁸ Activités réalisées avec les enfants du centre de loisirs Félix Eboué.

A la fin de la séance, les enfants placent la boîte qu'ils ont réalisée et décoré à la craie dans l'hôtel à insectes dans une **effervescence** difficile à contenir !

Les sorties en forêt et les ateliers de construction ont permis de mobiliser le **sens de l'observation**, la **sensibilité** et la **créativité** de près d'une centaine d'enfants autour des enjeux de la forêt et du bois. Ils ont été prétexte à la **transmission de bonnes pratiques** pour préserver la biodiversité et les **sensibiliser** aux matériaux biosourcés et de récupération.

D'autres ateliers sont proposés aux enfants comme la **construction d'un abri à hérisson** avec des outils anciens ou une séance d'**initiation à l'écorçage manuel de grumes** qui serviront pour la construction du **local vélos** du centre de loisirs Jacques Chirac⁶⁸.



Hôtel à insectes construits par les enfants.

Rosny-sous-Bois. Mars 2021. © Marie-Amélie Lombard

⁶⁹ Maëlle Valfort,
assistante architecte

• Sensibiliser à l'architecture bois

En parallèle d'activités manuelles, la DRI peut être amenée à **présenter son travail auprès des enfants** de la ville. Par exemple, en mars 2021, une architecte de la DRI⁶⁹ intervient sur un après-midi auprès d'une centaine d'enfants de maternelle dans quatre classes différentes pour **échanger avec eux sur l'architecture bois**. Une analogie très imaginée est faite entre l'arbre et la maison écologique : racines / fondations ; feuillage qui captent la lumière / panneaux solaires ; forêt / quartier ; archétype de la cabane, entre l'arbre et la maison... Il est expliqué aux enfants **comment pousse un arbre**, quel **matériau** est issu de l'arbre, comment ce matériau est **transformé**, où se trouve le **bois autour de nous**, quels **autres matériaux** lui sont associés, grâce à une **matériauthèque**.

Un autre exemple pourrait être le **projet des « Petits Reporter-terre »**, initié par les animateurs du centre de loisirs Félix Eboué suite à une **formation de pédagogie alternative** organisée par la DRI. Le temps du chantier de leur futur centre de loisirs Jacques Chirac, une douzaine d'enfants baptisés « Petits Reporter-terre », munis de casques et d'appareils photos, **suivent l'avancée des travaux** pour préparer une **exposition pour l'ouverture du centre** en février 2020. Lors de chaque visite, ils sont accompagnés par un architecte ou un ingénieur de la DRI qui leur propose un regard particulier sur le bâtiment. Les enfants comprennent de façon ludique que la paille utilisée dans les murs est comme un manteau, que celle-ci pousse chaque année et permet de produire des céréales ou que la structure en bois est réalisée grâce à une essence nommée "peuplier", qu'ils peuvent apercevoir par la fenêtre, ou "châtaignier" dont on peut manger les "châtaignes" ou encore "sapin" comme le sapin de Noël.

Ce projet vise à rendre les **enfants davantage acteurs de leur lieu de vie** et permet à l'équipe de la DRI de **transmettre aux enfants les valeurs** que portent le bâtiment.

⁷⁰ LOCHMANN, Arthur. *La vie solide*. Editions Payot. 2019. p. 124.

⁷¹ Textes non édités sur l'intensité sociale, rédigés par Rémy Beauvisage et d'autres acteurs du réseau Ecobâtir.

⁷² Ibid

Organiser des chantiers participatifs citoyens

*« A l'occasion d'un **débat récent sur la transmission**, Jean Claude Ameisen a résumé l'essence de cette expérience en tenant peu ou prou les propos que voici : "c'est la relation qui est première dans l'**accès à l'humanité**. Et ce qui est en jeu dans cette relation, c'est la vie que j'ai reçue et que je transmets à d'autres après l'avoir réinterprétée de manière singulière". Autour des **savoir et des gestes**, le chantier est un des hauts lieux de cette relation. »*⁷⁰

Arthur Lochmann, *La vie solide*.

Dans le même esprit pédagogique que les activités pour enfants, la DRI propose aux **habitants et autres curieux**, de participer gratuitement à des **chantiers participatifs**. Ces chantiers ont pour vocation de tester des **expérimentations constructives** à petite échelle, de permettre à l'équipe de la DRI d'acquérir de **nouvelles compétences**, mais surtout de **réintégrer l'acte de construire dans l'écosystème** en mettant l'accent sur sa **dimension collective**.

La DRI invoque alors la notion d'"**intensité sociale**" pour qualifier cette dimension collective. Derrière ce terme, il y a notamment l'idée de **favoriser le travail des artisans** dans un **esprit d'entraide** plutôt que celui de machines polluantes qui nous isolent les uns des autres. Guidée par la **vision d'un mieux social** sur les chantiers grâce à l'écoconstruction, la notion d'intensité sociale cherche à rendre possible « la **coopération**, le **plaisir au travail**, le **savoir-être** et l'**estime de soi**, la **construction personnelle**, l'**utilité sociale**, l'**autonomie**, l'**émancipation**...»⁷¹ Rémy Beauvisage, ancien directeur de l'entreprise de réinsertion *APIJ BAT*, définit avec le réseau *Ecobâtir*, l'intensité sociale « *comme un moyen de résilience dans les espaces de production* ». Ces **indicateurs sociaux** pourraient permettre « *d'évaluer le modèle économique* » dans lequel on se situe, dans l'idée d'opérer un certain déplacement culturel quant à la **production collective** d'un bâtiment grâce à « *l'abondance des autres* »⁷².

⁷³ Réalisation d'un mur extérieur en paille pour le projet *Boutours 1*.

⁷⁴ Réalisation d'enduits terre pour *Boutours 1* et *Boutours 2* et de briques d'adobes pour *Boutours 2* et le centre de loisirs *Jacques Chirac*.

Si les premiers **chantiers participatifs** organisés par la DRI étaient davantage orientés vers les techniques de construction paille⁷³ et terre crue⁷⁴, les plus récents s'orientent également vers le bois.



Chantier terre crue, briques (adobes). Chantier participatif citoyen.
Rosny-sous-Bois. Juillet 2020. © B. Guigou - Rosny

⁷⁵ Idée d'Oasis, conseil et accompagnement en éco-habitat. <https://ideedoasis.twiza.org/>

• Chantier participatif : bardage en bois brûlé

En mars 2019, la DRI trouve le contact de Maryline Le Goff⁷⁵ dans un article de *La maison écologique* dédié à la **technique de bois brûlé traditionnelle** nommée **Shou Sugi Ban**. Durant une semaine, une cinquantaine de participants viennent alors **se former** le temps d'une journée. Ce chantier permet notamment à des rosnéens de **se familiariser avec l'esthétique d'un bois noir**, encore peu répandue dans les villes.

Ce chantier représente un **premier test** en vue de la construction du futur groupe scolaire Simone Veil dont la façade sera partiellement recouverte d'un bardage en bois brûlé. Un des objectifs de cette formation est également de proposer une **initiation à l'entreprise** qui sera en charge de réaliser cette façade. Malheureusement, celle-ci n'a pas pris le temps de répondre présent. Une description plus technique de ces ateliers et le récit de la fabrication et de la mise en œuvre du bardage en bois brûlé à grande échelle est proposée dans la partie 6.7.

• Chantier participatif : charpente traditionnelle

A l'occasion de la construction d'un **local extérieur de stockage de jeux pour enfants** situé dans l'enceinte du centre de loisirs Jacques Chirac, la DRI organise **deux chantiers participatifs** en parallèle : un de **maçonnerie terre crue porteuse recouverte d'enduits** et l'autre de **charpente bois traditionnelle**. Pour la DRI l'ambition de ce projet est double : **explorer de nouveaux systèmes constructifs** en vue de les mettre en œuvre à plus grande échelle lors de prochains projets et **organiser un chantier école**. Ce **chantier d'apprentissage** est en effet dédié tant à des **entreprises conventionnelles** (serrurerie, fondations cyclopéennes) qu'à des **entreprises d'écoconstruction** (couverture), des **femmes en réinsertion professionnelle** (maçonnerie et enduits terre crue), des **bénévoles** venus de tous horizons ou encore des **enfants** du centre de loisirs (charpente et terre crue).

Une description plus technique du projet sera détaillée dans les parties 6.3. et 6.6.



Construction de la charpente d'un local vélos. Chantier participatif citoyen.
Centre de loisirs Jacques Chiract. Rosny-sous-Bois. Mars 2021. © Maëlle Valfort

⁷⁶ Présentation de la démarche de Jesse O'Scanlan sur son site internet : <http://www.lecharpentier-volant.com/>

⁷⁷ Ibid.

⁷⁸ Ibid. <https://www.lecharpentiervolant.com/mise-en-oeuvre/basse-technologie-libre/>

Les bénévoles du chantier de charpente traditionnelle, qui aura duré plus de trois mois, peuvent bénéficier d'un **formateur militant et passionné** : Jesse O'Scanlan, alias "le charpentier volant". Après une douzaine d'années dans le secteur informatique, il réalise qu'il n'est plus en phase avec l'idée que son métier alimente « *toujours plus de concurrence, de technologie, de concentration des richesses et des connaissances* »⁷⁶. Par le biais d'associations de restauration du patrimoine où il s'implique en tant que bénévole, il découvre « *la vie en commun, le partage, autour de la pierre, du métal et du bois et de techniques simples, à portée de main, à portée d'expérience.* » Il s'est notamment formé auprès de François Beau cité dans le paragraphe 4.2. Jesse O'Scanlan accorde une importance centrale au **plaisir au travail**, à la **fierté de ce que l'on met en œuvre en tant qu'artisan**, et à la **joie d'apprendre** et de **transmettre**. Derrière ces techniques de construction alternatives, il y a un réel savoir-faire : « *La charpente, c'est à la fois du trait et du levage, de la géométrie descriptive et de l'activité physique, du travail en atelier et en hauteur, et pour comprendre un projet il faut être capable de réaliser chacune de ces étapes sans segmentation des tâches.* »⁷⁷

Il propose aux participants des ateliers d'équarrissage, de piquage, de tracé d'assemblage, de taille et levage avec fabrication d'une chèvre. Dans sa pratique, il n'utilise que des **outils anciens** dits de **basse technologie**, soit « *des outils dont on peut comprendre soi-même le fonctionnement et la fabrication, c'est-à-dire qu'on est capable de réparer entièrement soi-même ou sans autre aide qu'une personne capable de le fabriquer seule, par exemple une lame de doloire ou de passe-partout. [...]* Dans le même ordre d'idées, la basse technologie s'applique aussi aux **matériaux** : utiliser des matériaux simples, naturels, **accessibles à tous** et à portée de main permet de les **maîtriser** sans être obligé de se référer à des documents techniques incompréhensibles. »⁷⁸

Sur le chantier, près de soixante bénévoles se relayent, dont au moins 80% de femmes. Tous les bénévoles **se posent des questions sur leurs métiers** et les **enjeux sociaux et environnementaux**

de demain. Leurs **profils** sont **variés** : apprenties charpentières ou charpentiers en mal d'outils traditionnels, une grande majorité d'architectes (étudiants ou en exercice), ingénieures, urbaniste, designer, artisanes, professeures d'architecture mais aussi des comédiennes, une éditrice, un anthropologue, une pharmacienne, un demandeur d'asile, des retraités, des bricoleurs du dimanche, quelques rares habitants de Rosny. Certains bénévoles viennent plusieurs fois par semaine, d'autres ne peuvent se libérer qu'une journée où ils cherchent à apprendre autant que possible. Ils viennent tous **en quête** de quelque chose de **différent** : un apprentissage professionnalisant, de nouvelles compétences qu'ils pourront valoriser dans leurs métiers ou un réseau de personnes partageant les mêmes valeurs. La DRI regrette de n'avoir pas pu prendre le temps de mobiliser davantage les rosnéens sur le chantier mais c'est déjà une réussite de constater à quel point la diversité des participants crée l'**effervescence** dans l'apprentissage en donnant lieu à des partages de connaissances, des débats animés lors des repas de chantier, et finalement des rencontres où les coordonnées s'échangent pour d'autres projets.

Quelques témoignages de participants recueillis par Marie-Amélie Lombard :

« J'apprends tout en faisant *du bien à mon esprit*. On nous *donne notre chance* car nous n'avons ni métier ni papier donc nous ne pouvons pas aller chercher un boulot comme ça. Quand on n'utilise pas la machine, *notre corps et notre mental sont nos outils*. On prend *le temps de comprendre*, tout a un sens. »

Tedros, 34 ans, réfugié érythréen ayant précédemment travaillé sur un autre chantier de charpente avec Jesse O'Scanlan dans le centre d'hébergement d'urgence où il habite.

« Ce que je faisais au sein de mon entreprise, c'était de la charpente très industrialisée et ça ne me plaisait pas du tout. Je faisais uniquement la pose on ne taillait même pas le bois car il venait pré-taillé d'une usine spécialisée donc c'est un peu comme si t'achetais un meuble IKEA tu n'as plus qu'à l'assembler, on t'apprend à *faire vite avant de faire bien*. Sur le chantier participatif on fait *tout de A à Z*, on *maîtrise* tout ce qu'on fait on n'est pas simplement une machine. Ça remet les *relations humaines au centre* du travail ce qui est important dans un contexte où la rentabilité prime toujours. [...] Dans la charpente industrielle on conçoit le bois comme une matière morte qui se plie à nos exigences alors qu'en chantier participatif *on s'adapte à la matière*. »

Mélanie, 23 ans, apprentie charpentière qui passera bientôt son C.A.P. en candidat libre.

« Les chantiers participatifs sont des temps parfaits pour **apprendre par “le faire”**. C’est très enrichissant et convivial. On est dehors et on apprend avec nos mains. On est directement en contact avec la matière. En agence on est complètement déconnecté de celle-ci. J’apprécie également beaucoup la **rencontre avec les autres participants**. Souvent il y a des **profils atypiques**, des gens qui osent **changer de voie**, **questionner notre façon de vivre** pour un monde plus vertueux. C’est très **inspirant**, cela conforte mes choix personnels et me donne beaucoup de **courage** pour continuer dans cette voie. Je me suis rendu compte que le monde de l’écoconstruction est plein d’embûches. Il faut être vraiment **convaincu** pour ne pas tomber dans la pub verte qui ne fait rien bouger. Je dis toujours qu’on tombe amoureux de ces techniques constructives alternatives mais il n’est pas évident d’en faire son métier, son gagne-pain. C’est un **combat joyeux, mais un combat quand même**. »

Célia, designer diplômée de l’école Boulle en 2014.

Ces chantiers collectifs participent à leur manière à préserver et transmettre les **savoir-faire traditionnels** indispensables pour **valoriser les feuillus locaux** et **débattre autour des enjeux des forêts et du bois**.

05

**Comment lever les
freins et travailler au plus
près des forêts ?**

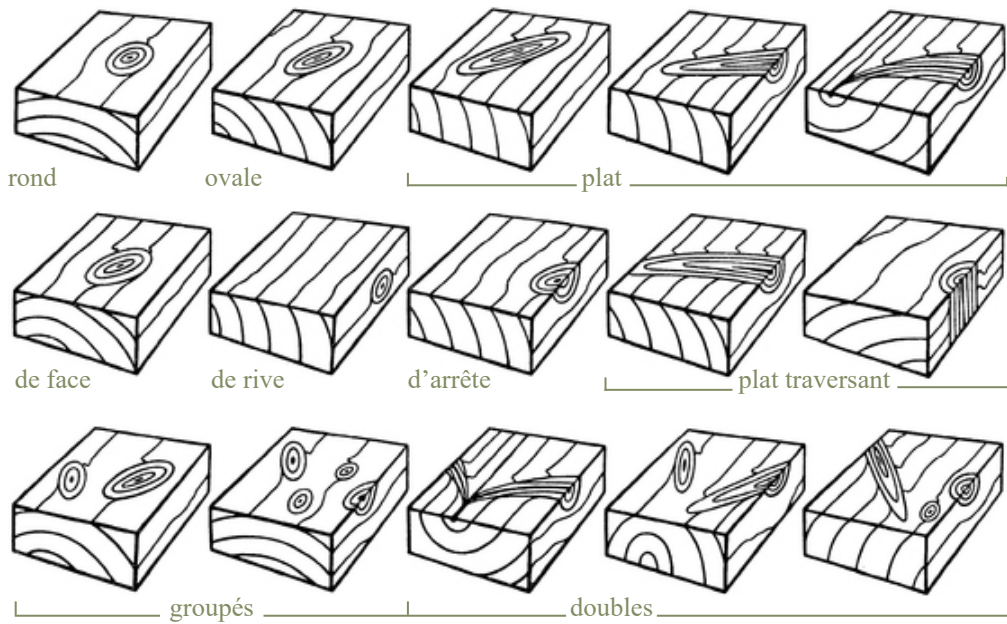
⁷⁹ Réseaux pour les Alternatives Forestières.



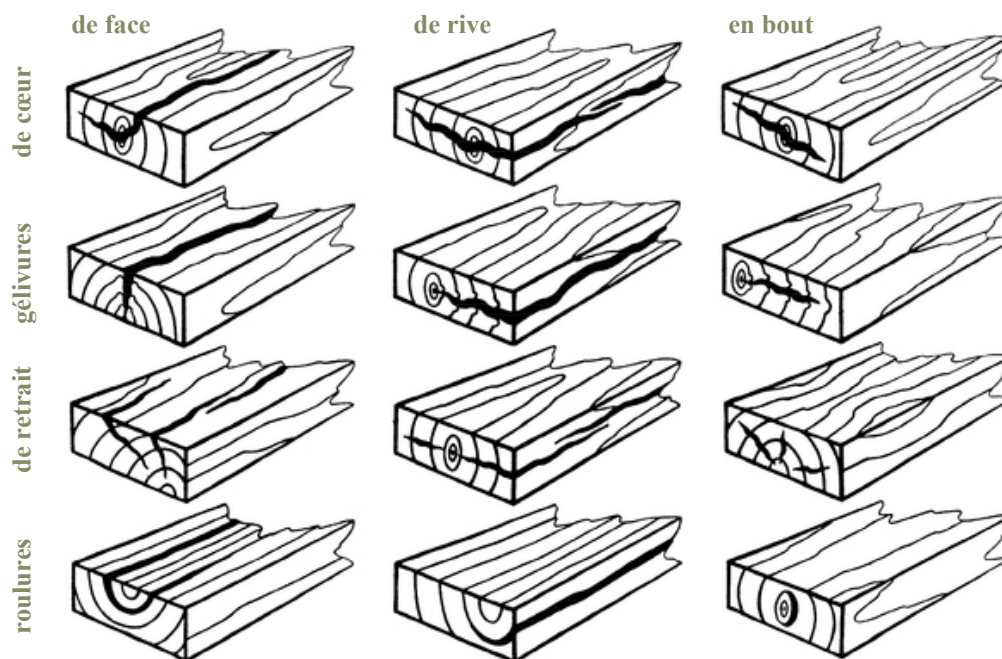
Choix des bois. 2019. © Ville de Rosny-sous-Bois

Le succès de la formation d'initiation à une sylviculture douce organisée par le RAF⁷⁹ et les difficultés à collaborer avec l'entreprise de charpente mandataire confortent la DRI dans son intention de **s'approvisionner directement en forêt**. En choisissant d'acheter une partie des bois à la place de l'entreprise de charpente, la DRI doit néanmoins **s'assurer qu'ils soient conformes à une utilisation structurelle**.

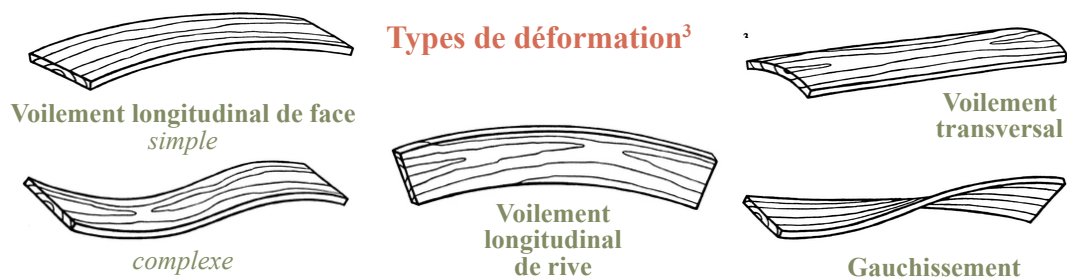
Variétés principales de nœuds¹



Principaux types de fente²



Types de déformation³



Lever le frein du marquage CE pour travailler directement avec les exploitants forestiers et les scieurs

Qualifier les singularités du bois pour lui attribuer une résistance mécanique

Visuellement ou avec une machine, la **qualification d'un bois scié** consiste à déterminer un **classement mécanique** d'après un certain nombre de **singularités** du bois liés aux cernes d'accroissement, aux nœuds, à l'entre-écorce, aux fentes, à la pente du fil, aux flaches, aux altérations biologiques ou à des déformations géométriques (flèche, tuilage, gauchissement).

Un classement visuel permet de distinguer des **bois affectés 1, 2, 3** pour les feuillus selon la **norme française**. Cette classification doit ensuite être convertie suivant les valeurs de la norme européenne sous les appellations **D18, D24 et D30**, pour les feuillus, faisant référence à la **résistance mécanique en flexion des bois, en méga Pascal**. **À chacune de ces classes de résistance correspondent des valeurs de contraintes caractéristiques en flexion, traction, compression et cisaillement.**

La première prise de contact avec les scieries autour du **territoire francilien** permet à la DRI de constater que la plupart **ne possède pas le marquage CE** garantissant une classe de résistance mécanique pour le bois. Ainsi, la **DRI souhaite acquérir la capacité à qualifier elle-même le bois** comme matériau adéquat pour être utilisé en structure.



Identification des singularités. Scierie Roëser. Crécy-la-Chapelle (Seine-et-Marne). 11 juillet 2019. © Ville de Rosny-sous-Bois

⁸⁰ Participants de l'équipe de la DRI : Emmanuel Pezrès, directeur et architecte ; Charlotte Picard, architecte ; Yannig Robert, ingénieur structure bois ; Adrien Estève et Théo Edline, tous deux stagiaires ingénieurs structure bois au moment de la formation ; Maëlle Valfort, assistante architecte.

Acteurs de la construction bois collaborant avec la DRI : Jesse O'Scanlan, dit « le charpentier volant », charpentier traditionnel militant ; Héloïse Bourreau, ingénieure agronome de la *Bergerie de Villarcieux* en charge de la gestion forestière ; Solène Savaete, ingénieure structure bois travaillant aujourd'hui pour l'APIJ Bat.

⁸¹ Office National des Forêts. *#Toutsavoirsurlesforêts : Comment expliquer la diversité des essences d'arbres ?* <https://www.onf.fr/+95::toutsavoirsurlesforêts-comment-expliquer-diversité-des-essences-darbres.html>

Formation avec le FCBA

La DRI se tourne alors vers le **FCBA** afin d'organiser une **formation pour apprendre à maîtriser le classement structurel des bois sciés**, initialement destinée aux scieurs. Cette formation, ouverte aux acteurs de la construction bois avec qui la DRI collabore⁸⁰, se déroule à deux reprises le temps d'une journée, à la scierie Roëser à Crécy-la-Chapelle en Seine et Marne (à environ 40 km de Rosny-sous-Bois). Après une première partie théorique, les exercices consistent à **apprendre méthodologiquement à classer différents bois mis à disposition dans la scierie** grâce aux tableaux issus de la **norme NF B52-001-1** (avril 2018). **A chaque essence référencée dans la norme, correspond une grille de critères spécifiques** : identifier l'essence, mesurer sa section, regarder les singularités marquantes, repérer les nœuds de rive...

D'après l'ONF, la **forêt française métropolitaine** compte **138 essences**⁸¹. Or, dans la **norme française** de classement visuel des bois structurels *NF B 52-001-1*, on recense en métropole **seulement 4 essences feuillues** (chêne, châtaignier, hêtre, peuplier) et **5 résineuses** (douglas, épicéa de Sitka, mélèzes, pins, sapin-épicéa), pour **81 essences tropicales** (presque exclusivement feuillues, dont 9 en Guyane ou à la Réunion). Ceci signifie que l'on ne peut pas profiter de la grande diversité des essences locales pour l'utilisation en structure.

Qu'en serait-il pour le **frêne**, le **merisier**, l'**aulne** ou le **charme** ? Des essences répandues en Ile-de-France, et que l'on retrouve parfois utilisées dans des **constructions vernaculaires**. Le formateur du FCBA Pierre Dulbecco explique alors qu'aujourd'hui, **faire référencer une essence** dans la norme coûte plusieurs **dizaines de milliers d'euros**. Dans le cas de la DRI, le plus simple serait d'effectuer des tests spécifiques sur des bois choisis, en créant un **banc d'essai**.

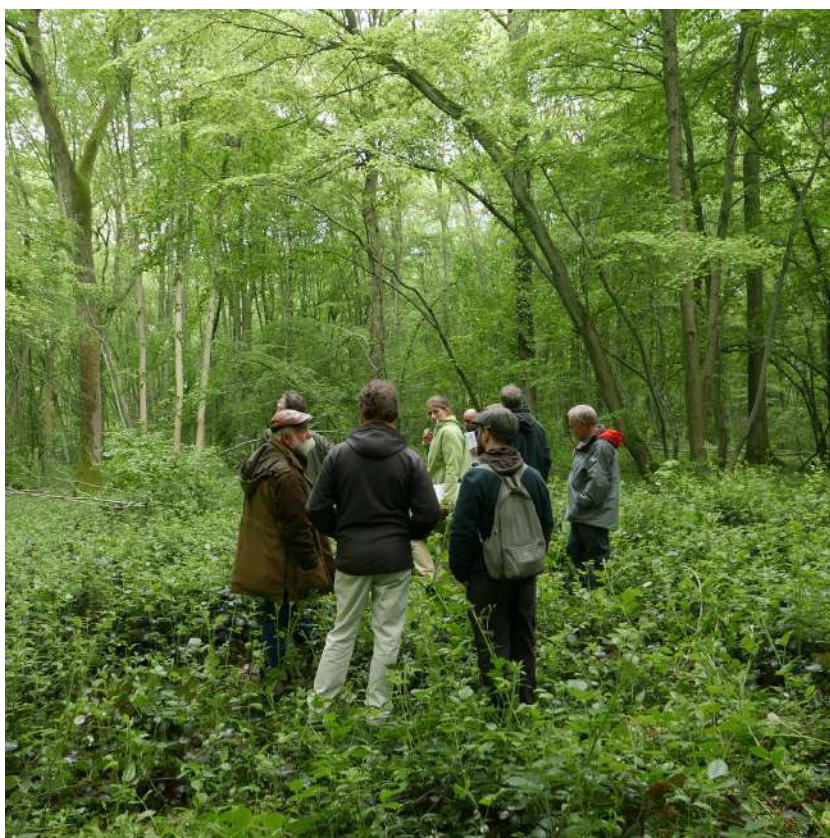
En ce qui concerne le **bois de réemploi**, il n'est pas mentionné dans la norme *NF B 52-001-1*, que les bois doivent

nécessairement être neufs pour être caractérisés, ce qui ouvre une piste intéressante. Sous condition notamment de n'avoir pas reçu de traitement de préservation dangereux (risque de fumées toxiques en cas d'incendie ou de contamination lors de manipulations).



Domaine de la Bergerie de Villarceaux. Chaussy (Val-d'Oise). Janvier 2020.
© Juan Sepulveda

Une expérimentation francilienne de l'arbre à la poutre en sylviculture douce à la *Bergerie de Villarceaux* : débardage à cheval et scierie mobile



Diagnostic *Pro Silva*. Visite de la forêt de la *Bergerie de Villarceaux*.
Chaussy (Val-d'Oise). 20 mai 2019. © Ville de Rosny-sous-Bois

⁸² *La Bergerie de Villarceaux : un projet, un territoire, une équipe.* <http://www.bergerie-villarceaux.org/>

⁸³ Ibid.

⁸⁴ « *Pro Silva est une sylviculture irrégulière (mélangeant les essences et les classes d'âge) et privilégiant la régénération naturelle. [...] Les plantations, entretiens et coupes rases y sont évités au profit d'une gestion continue. Une gestion au cas par cas, pied à pied vise à conduire l'arbre à son optimum de développement (correspondant à sa meilleure valeur économique), moment où il peut être coupé (ou conservé comme source de bois mort).* » Wikipédia, *Pro Silva*.

Rencontre avec la Bergerie de Villarceaux

Les scieurs du territoire francilien n'ayant pas su apporter de réponse satisfaisante quant à la localisation des forêts et leur gestion, la DRI souhaite **poursuivre ses investigations** concernant la **traçabilité** de la ressource bois. Par le biais du *Réseau pour les Alternatives Forestières*, la DRI est mise en contact avec la **Bergerie de Villarceaux**⁸².

Située à environ 70 kilomètres de Rosny-sous-Bois, au cœur du parc naturel régional du Vexin en Ile-de-France, la *Bergerie de Villarceaux* est un **territoire d'expérimentation rural** qui abrite un "œcocentre" de **recherche**, des parcelles en **agroforesterie**, du **maraîchage BIO**, auxquels s'ajoutent environ **190 hectares de forêts**. « *Propriété de la Fondation Charles Léopold Mayer pour le Progrès de l'Homme, ce domaine agricole et forestier de 600 hectares s'est transformé par étapes, au fil d'un patient dialogue avec le territoire et fut redessiné par 20 années de transition écologique et sociale.* »⁸³

Suite aux échanges avec Héloïse Bourreau, ingénieure agronome au centre d'écodéveloppement de Villarceaux, la DRI est invitée à assister **sur une journée au diagnostic *Pro Silva***⁸⁴ de la forêt du domaine. Depuis une vingtaine d'années, la gestion forestière a été mise de côté et Héloïse Bourreau souhaite la reprendre en main en insufflant les **principes de la sylviculture douce**. Le diagnostic *Pro Silva* permet d'acquérir les outils visant à entamer une transition de la forêt vers une **futaie irrégulière avec régénération naturelle** afin de produire notamment du bois d'œuvre ; une démarche mettant ainsi en cohérence éthique la gestion des terres agricoles et celle de la forêt.

À travers un **foisonnant parcours forestier**, cette visite est l'opportunité pour la DRI de faire la **connaissance d'autres maillons de la filière bois alternative** : acteurs du *Réseau pour les Alternatives Forestières* et *Pro Silva*, débardeurs à cheval ou charpentiers du réseau Ecobâtir, avec qui elle sera amenée à travailler par la suite. Le **recensement de plus d'une quinzaine**

⁸⁵ Chênes pédonculés, sessiles et rouges, charmes, hêtres, frênes, merisiers, bouleaux, tilleuls, peupliers, noisetiers, noyers, alisiers, érables et ormes champêtres, aubépines...

⁸⁶ Au moment de l'abattage d'un chêne, lorsque celui-ci est gorgé d'eau, la teneur en eau de l'aubier est de 70%, et celle du duramen entre 50-60%. Le chêne est ressuyé lors qu'il a commencé à sécher mais qu'il n'a pas commencé à se déformer en présentant notamment des variations dimensionnelles dues au retraits et gonflements du bois.

d'essences⁸⁵ initie une réflexion collective sur l'**emploi de la diversité des feuillus franciliens dans la construction** : parquet en charme, charpente en grisard, frêne ou merisier, solivage en tilleul ou bardage en aulne...

Avec Héloïse Bourreau, la DRI convient de l'**achat** d'une première petite quantité de **chênes sessiles et pédonculés** pour une **utilisation en structure**, profitant de la présence des bucherons lors des éclaircies d'hiver. L'objectif est d'**expérimenter la mise en place d'une filière bois d'œuvre locale alternative à petite échelle** et d'en tirer les **enseignements** permettant de **généraliser cette démarche**, notamment sur le prochain projet de groupe scolaire Jean Mermoz.

D'après l'inventaire forestier de la *Bergerie de Villarceaux*, la DRI choisit de **repenser les préaux** en chêne du futur groupe scolaire Simone Veil. Le chantier du groupe scolaire vient de commencer, il est encore temps de négocier avec l'entreprise de charpente la mise en œuvre de cette ressource locale disponible que la mairie se chargera d'acheter directement. Afin de **faire coïncider** le **planning du projet d'école** et le **planning d'abattage des arbres**, la DRI décide d'expérimenter la construction en **chênes ressuyés**⁸⁶ (du bois qui n'est pas sec). Cela présente l'intérêt de **diminuer** considérablement le **temps de séchage**, passant de plusieurs années à quelques mois entre l'abattage et la mise en œuvre. En séchant, le bois se déforme naturellement (fentes, roulures, courbures...) ce qui explique le choix de la construction d'un ouvrage extérieur. Ainsi, les mouvements du bois au cours du temps et l'évacuation de l'humidité n'auront pas de conséquence sur le reste du bâti. Ce savoir-faire ancestral invite la DRI à définir un certain nombre de points de précaution de mise en œuvre et **fouiller dans la littérature médiévale** pour comprendre les subtilités de cette technique de mise en œuvre.

Les spécificités techniques de la conception de ces préaux en bois vert sera détaillée dans la partie 6.1.

⁸⁷ Définition *Éclaircie* : « opération consistant à favoriser les arbres jugés les plus intéressants en coupant ceux qui les concurrencent. » *Agir ensemble en forêt*. op. cit. p. 13

⁸⁸ « Gros bois : diamètre supérieur à 47,5 cm. Bois moyen : diamètre compris entre 27,5 cm et 47,5 cm. » Chambre d'agriculture d'Ille-et-Vilaine. *Produire du bois d'œuvre dans le bocage*. Mai 2015. p.8

⁸⁹ Adrien Estève, ingénieur structure bois et Maëlle Valfort, assistante architecte.

Marquage des bois pour "cueillette de chênes" 22 octobre 2019. Chaussy (Val-d'Oise)

Parmi les arbres déjà marqués par les techniciens de l'ONF en vue d'une éclaircie⁸⁷, un **marquage supplémentaire** est réalisé sur les arbres à abattre **spécifiquement pour la construction des préaux**. La sélection est complétée par **1/3 de chênes non marqués**.

D'après la liste de pré-débit de la DRI, contenant des bois de **grosses sections** (maximum : 170 x 200 mm) et de **grandes longueurs** (maximum : 1 pièce de 6,5 m de long), il est estimé que pour obtenir **25 m³ de bois d'œuvre fini**, soit **250 pièces**, (avec une marge de 10%), **68 chênes** doivent être coupés, ce qui représente près d'autant de m³ de bois d'après les techniciens forestiers.

Les parcelles de forêt sélectionnées abritent des peuplements feuillus à gros et moyens bois⁸⁸. Les forestiers constatent en les parcourant six mois après la première visite de la DRI que les réalités du **changement climatique** sont **déjà palpables** : de nombreux chênes pédonculés sont morts suite à un **stress hydrique** à cause de la **sècheresse estivale** à Villarceaux.

L'équipe de la DRI⁸⁹ missionnée pour **suivre le marquage des chênes** peut découvrir la méthodologie des forestiers en arpentant la forêt à grandes enjambées à leurs trousses :

- Repérer les **chênes déjà marqués** d'un point rouge ou, ceux non marqués pouvant compléter les besoins en bois pour les préaux.
- Observer la **droiture du tronc**, ses **singularités** liées aux branches, la spécificité de sa **localisation**, l'état de l'arbre (mort, foudroyé, desséché...) et le potentiel de l'**environnement** autour de l'arbre.
- Mesurer le **diamètre**, estimer la **hauteur** pour obtenir un cubage.
- **Marquer** les chênes choisis pour les préaux d'une **croix** à la peinture rouge, et d'une **empreinte au marteau**.

Pour l'expert forestier du RAF, la démarche suivie par la DRI ramène à l'idée d'une forêt paysanne qui répond à

un besoin clairement déterminé **avant** de se servir en forêt, à l'inverse de l'abattage d'arbres calibrés pour une production de sections standards qui seront ensuite retravaillées par de multiples machines pour un usage hypothétique.

De la même manière que la période de la moisson pour l'approvisionnement en botte de paille doit être anticipée, la DRI doit aussi **attendre l'hiver pour couper le bois**, au moment de la **descente de sève**.



Second marquage sur un chêne par une croix à la peinture sur le tronc et une empreinte au marteau forestier sur le pied de l'arbre. Chaussy (Val-d'Oise). 22 octobre 2019. © Ville de Rosny-sous-Bois



À l'aide d'un pied à coulisse, mesure du diamètre d'un chêne déjà marqué d'un point rouge par les techniciens de l'ONF. Chaussy (Val-d'Oise). 22 octobre 2019. © Ville de Rosny-sous-Bois

⁹⁰ *Agir ensemble en forêt*. op. cit. p. 51.

⁹¹ *Main basse sur nos forêts*. op. cit. p. 55.

Abattage et débardage à cheval

Du 2 au 14 décembre 2019.

Chaussy (Val-d'Oise)

À travers l'orchestration du chantier d'abattage et de débusquage à cheval, Bruno Buttard milite pour le **respect des écosystèmes forestiers**. Malgré des conditions de travail parfois difficiles, cet ancien armurier a choisi son métier en pleine conscience des enjeux environnementaux. Il y a 20 ans, il a fondé son entreprise de **débardage par traction animale**, basée à Canappeville dans l'Eure. L'équipe de la DRI a déjà eu le plaisir de le rencontrer lors de la visite *Pro Silva* de la forêt de Villarceaux au mois de mai.

Accompagné de Louise ou de David, jeunes entrepreneurs de travaux forestiers, Bruno Buttard débusque les bois de la parcelle n°11 avec l'aide de *Farceur, Nina* ou *DSK de la guinguette* et ses 750 kg. En comparaison les skidders (machine forestière pour le débusquage) pèsent entre 15 et 20 tonnes à vide et de 25 à 40 tonnes en charge⁹⁰. Autrement dit, un **skidder** est environ **25 fois plus lourd** que le **cheval DSK**. Sur la parcelle n°18, en **pente**, Bruno utilise un **câble-mât**.

Comme de nombreux autres bûcherons manuels, Bruno Buttard constate une **disparition progressive de son métier** au profit des abatteuses. En effet, depuis la tempête de 1999, les bûcherons manuels subissent la concurrence déloyale des abatteuses forestières qui entraîne la précarisation de leur métier. Les savoir-faire des bûcherons et débardeurs sont alors seulement **mobilisés là où la machine ne passe pas** : intérieur de grands cloisonnements, terrains en pente, arbres nouveaux, tordus, trop gros, ne correspondant pas aux lames des machines.⁹¹

Une **abatteuse**, adaptée aux **lignes droites des monocultures de résineux**, peut **remplacer jusqu'à 10 bûcherons**. Cependant, la qualité du travail et l'impact environnemental n'est évidemment pas pris en compte dans le calcul. Dès son premier

⁹² « Plus le poids de l'engin est élevé, plus le tassement est profond à pression équivalente. [...] Pour amortir les centaines de milliers d'euros d'investissement, les abatteuses doivent travailler toute l'année, qu'importe les dégâts sur la forêt et son sol. » *Agir ensemble en forêt*. op. cit. p. 51 et 52.

Un sol qui ne se reconstituera pas avant 3 à 4 générations.

⁹³ *Main basse sur nos forêts*. op. cit. p. 37.

passage, l'abatteuse **érode le sol** qui est tassé de près de 70%⁹². L'impact de son poids **anéantit la biodiversité sous terre** (faunes et micro-faunes broyées ou desséchées) et engendre de nombreuses sources de **pollutions** (bruits, huiles, carburants), et en particulier une pollution des **cours d'eau** avec une dégradation en cascade sur les milieux aquatiques ou sur les nappes phréatiques dont la forêt est le premier filtre.⁹³

Aujourd'hui, au vu des conditions d'exercice du métier, le nombre de bûcherons diminue fortement chaque année. Leur profession est située en bout de chaîne, là où la pression des coûts est la plus forte. « *Nos prix amortissent les aléas climatiques et la variation des cours mondiaux.* » Il en va finalement de même pour les conducteurs d'abatteuse qui ne bénéficient pas tant de meilleures conditions de travail : **horaires à rallonge** pour rentabiliser la machine par tous les temps, **main d'œuvre étrangère**, **précarité de l'emploi**. « *Ce n'est plus le même métier. Tu restes dans ta cabine toute la journée, les yeux rivés sur tes logiciels,*



Débusquage à cheval. Chaussy (Val-d'Oise). Janvier 2020. © Bruno Buttard



Vue aérienne du chantier de sciage. Chaussy (Val-d'Oise). Janvier 2020. © Juan Sepulveda

Etapes de transformation du bois

- 1 **Bois cheminés par un grumier** depuis la forêt vers un espace de stockage des grumes.
- 2 **Billonage**
Selon la courbure des grumes, leur diamètre, leur longueur et les différentes parties à purger, billonage à la tronçonneuse. Pour faciliter la coupe, la grume est maintenue au-dessus du sol par le télescopique. Passage des grumes au détecteur de métal.
- 3 **Lavage des billes**
Nettoyage des grumes avec de l'eau sous pression pour éviter que de petits cailloux n'abiment la lame de sciage. Pré-écorage des peupliers.
- 4 **Ajustement de la bille**
Mesure et redécoupe si nécessaire à la tronçonneuse pour retirer les parties trop tordues ou les nœuds gênants.
- 5 **Stockage des bois non conformes**
Bois abimé ou pourri, trop fin avec une proportion d'aubier importante ; partie de la grume retirée. Destiné au bois énergie.

scierie

Sciage des peupliers pour "bois de chantier" et des tasseaux puis sciage des chênes :

- Sciage des dosses.
- Sciage de premières planches afin d'obtenir une section carrée presque purgée d'aubier
- Sciage des sections choisies, en fonction de la longueur de la grume d'après le tableau quantitatif.
- Sciage des sections connexes de dimensions standards pour la charpente.

- 6 **Stockage des dosses**, destinées au bois énergie
- 7 **Stockage des planches et des sections connexes**
Rangement des planches suivant les différentes longueurs / épaisseurs en tas
- 8 **Stockage à l'abri des pièces de bois sciées pour les préaux**
Rangement des pièces manu-portables deux à deux. Rangement des pièces les plus lourdes à l'aide du télescopique.
Qualification des bois au moment du rangement (proportion d'aubier sur chaque face, quantité et qualité des nœuds, longueur et profondeur des fentes...). Classement visuel attendu : 3, correspondant à un classement mécanique D18 (le moins exigeant).
Numérotation des sections sur le bois, inscription de leurs dimensions.
Les bois non conformes sont ramenés dans le tas de stockage n°7.

scierie

Noter sur la fiche de débit dans la cabine du scieur la (les) section(s) réalisée(s).

- 9 **Découpe des "bois de chantier" et des tasseaux en peuplier utilisés pour le stockage**
A l'aide de la tronçonneuse, au fur et à mesure de l'avancement du chantier.
- 10 **Stockage de la sciure** dans des big bag remplis progressivement.

scierie

Nettoyage de la scie avec la soufflette / changer les lames si besoin

Nombre de personnes autour de la scie : 5 (idéalement, 6)

Principe d'anticipation : Scie doit toujours avoir des grumes d'avance à couper (au cas où une bille ne puisse être sciée du fait d'un défaut majeur)



2. Stockage des grumes © Ville de Rosny-sous-Bois



2. Stockage des grumes © Juan Sepulveda



3. Lavage des grumes © Ville de Rosny-sous-Bois



4. Ajustement de la bille © Ville de Rosny-sous-Bois



Cabine de sciage. Chaussy (Val-d'Oise). Janvier 2020. © Ville de Rosny-sous-Bois



Sciage © Ville de Rosny-sous-Bois



7. Stockage des planches et des sections connexes (arrière plan : stockage des dosses) © Ville de Rosny-sous-Bois



8. Stockage à l'abri des pièces sciées pour les préaux © Juan Sepulveda

⁹⁴ Ibid.

⁹⁵ Profession reconnue depuis le 15^{ème} siècle qui consiste à débiter des grumes dans la longueur à l'aide d'une grande scie. Elle se manipule avec deux personnes : une au-dessous de la scie et de l'échafaudage maintenant la pièce de bois et une personne au-dessus. Wikipédia, *Scieur de long*.

⁹⁶ Consultable à l'adresse : <http://www.scieriemobile.be/metier/historique>

⁹⁷ Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole.

surveillé par ton patron par satellite. Tu n'es pas bûcheron, tu es conducteur d'engins. Qu'ils soient sur un chantier Bouygues ou en forêt, pour eux, ça ne change pas grand-chose. »⁹⁴

Les compétences des bûcherons manuels sont indispensables pour valoriser la riche diversité des feuillus français. En s'intéressant à la **ressource bois au plus proche du territoire d'approvisionnement**, c'est toute une **chaîne de précieux savoir-faire que l'on peut choisir de mobiliser**.

Scierie mobile : quand la scie vient au bois

Du 14 au 23 janvier 2020. Chaussy (Val-d'Oise)

À la manière des scieurs de long⁹⁵ qui se déplaçaient de chantier en chantier jusqu'au début du XX^{ème} siècle, la **scierie mobile** offre la possibilité de **transformer les bois abattus directement aux abords des forêts**. Pour Héloïse Bourreau, c'est une alternative intéressante à l'installation d'une petite scierie fixe à la *Bergerie de Villarceaux* qui nécessiterait au moins 2 hectares de terrain pour être viable. Grâce aux scieries mobiles, les propriétaires forestiers peuvent de nouveau avoir accès à un **service de proximité**, limitant le transport des bois et offrant un **débit "à la carte"** adapté à leurs ressources. Avec la disparition des scieries artisanales, qui transforment de petits lots de bois de toutes formes et de toutes qualités, la scierie mobile présente une alternative avec un grand potentiel pour **retisser des filières bois locales**.⁹⁶

Cependant, les scieurs mobiles ne courent pas les forêts, faute de clients... Le scieur intervenant à la *Bergerie de Villarceaux* arrive des alentours de Dieppe (à environ 120 km de la Bergerie), avec une scie flambant neuve. A sa commande, Jean-Paul, qui réalise sa deuxième opération de sciage. Conducteur de machines à broyer le bois, il cherche à **diversifier ses compétences** en grâce à cette **une scierie mobile** achetée 200 000 € par la **CUMA**⁹⁷ où il travaille. Il a suivi une **formation technique de quelques jours** pour appréhender la machine, mais n'a jamais travaillé en scierie.



Équipe de sciage et débardage. De gauche à droite : Héroïse, Jean-Paul, Bruno et Louise. Chaussy (Val-d'Oise). Janvier 2020. © Bruno Buttard

⁹⁸ Adrien Estève, ingénieur structure bois et Maëlle Valfort, assistante architecte.

Héloïse Bourreau en est elle aussi à organiser son deuxième chantier de sciage ; quant aux deux représentants de l'équipe de la DRI⁹⁸, c'est la première fois qu'ils participent à une telle expérience en tant que commanditaire avec un cahier des charges. Autour de la scie, tous les protagonistes sont donc **peu expérimentés**. Malheureusement, le chantier doit débiter avec les premières grumes accessibles dans l'espace de stockage clôturé : les grumes les plus imposantes et tortueuses... Le manque d'expérience entraîne alors quelques **difficultés de prise de décision, d'organisation et d'anticipation**. Chaque coup de scie donne lieu à des débats pouvant faire frémir d'impatience le scieur !

Premières difficultés rencontrées :

- les **grumes sont recouvertes de terre**, il est nécessaire de les laver au karcher pour ne pas risquer d'abimer les lames de la scie
- Les températures hivernales entraînent du **gel dans les tuyaux** de la scie
- Le **matériel** (notamment tronçonneuses et télescopique) est peu adapté aux plus **gros diamètres de bois**. De même la largeur maximale de grume acceptée sur le banc de scie qui est de 1,3 m pour une longueur maximale de 7 m qui est parfois dépassée.
- Le télescopique est constamment sollicité et son **trajet** n'est pas optimisé du fait de la **configuration du lieu**
- Le stockage de tous les types de produits bois sciés (sections différentes) fait sur le vif induit de **défaire, refaire, déplacer** à multiples reprises des **tas de bois volumineux**
- Certaines pièces de bois sont non manu-portables à deux personnes du fait de leur **poids**
- La **communication** avec le scieur est délicate. Celui-ci **raisonne** en termes d'optimisation quantitative, alors que la DRI est à la recherche de qualité et de précision pour répondre à une commande précise
- La définition des **enjeux et besoins de chaque poste** se définit au fur et à mesure

Au bout de **trois ou quatre jours**, après quelques ratés et la gestion de divers imprévus, du froid et de la pluie, les **regards s'aiguisent** : une fois les dosses retirées laissant apparaître l'aubier, l'ensemble de l'équipe est davantage capable de projeter les sections qui permettront de valoriser au mieux chaque grume : grosses sections pour les préaux, sections connexes standards pour la charpente, planches... Néanmoins, la DRI réalise aussi peu à peu qu'elle n'aura **pas suffisamment de bois** pour satisfaire l'intégralité des besoins en bois des deux préaux. Elle choisit de concentrer les efforts sur les pièces du petit préau du RDC et le débit des plus grosses pièces du grand préau du R+2.

Au fur et à mesure du chantier, l'équipe de sciage détermine des **stratégies de valorisation des bois** :

- Priorité pour le sciage :

1. les **plus grosses sections, grandes longueurs** des deux préaux (difficiles à trouver en scierie)

2. les **sections** pour le **petit préau** du RDC

Dans un billon, seules une à deux (voire parfois trois) pièces peuvent être débitées pour les préaux.

- Le **reste de la grume** est débité suivant les **sections standard** utilisées pour la charpente ou en planches : revendues ou utilisées idéalement dans d'autres projets d'école à Rosny-sous-Bois.

- **Dosses et pièces non conformes** (parties abimées ou pourries, beaucoup d'aubier) : plaquettes pour la chaudière de la Bergerie.

- **Sciure : toilettes sèches et paillage** pour le maraîchage sur le site de la *Bergerie de Villarceaux*.

Pour rappel, en théorie dans **un seul arbre**, on retrouve de quoi **satisfaire toute la filière bois**, en sortant des produits relatifs aux **différentes qualités de l'arbre** : un chêne ne se vendra pas le même prix s'il est destiné au chauffage, à la charpente ou à la tonnellerie. Dans les cas des chênes de Villarceaux, certains arbres d'un brun intense d'excellente qualité auraient davantage pu être valorisés à travers l'ébénisterie ou la menuiserie plutôt que la charpente.

⁹⁹ D'après la norme NF B52-001-1.

¹⁰⁰ Regarder les 4 faces, les défauts majeurs, si la proportion d'aubier ne dépasse pas $\frac{1}{2}$ sur chaque face, si un nœud sain ne couvre pas plus des $\frac{3}{4}$ d'une face et un nœud vicié les $\frac{2}{3}$, s'il n'y a pas de bois coeur pour les petites sections...

Classification visuelle des bois sciés

En prévision du chantier, l'équipe de la DRI fabrique de **petites réglettes de mesure** pour chaque section⁹⁹ afin d'identifier rapidement les proportions de nœuds, d'aubier, de flache, de fente, admissibles dans la pièce de bois. Néanmoins, elles ne serviront que pour les premiers bois débités car très vite, **l'œil prend le pli**, et le rythme s'accélère¹⁰⁰. Heureusement, les bois sont de belle qualité et remplissent parfois très largement les critères miniums. Au moment de la conception des préaux, la stratégie de la DRI est de chercher à **atteindre la classe de résistance mécanique la moins exigeante**, la **classe 3**, quitte à **dessiner de plus grosses sections**. Néanmoins, de nombreux bois auraient pu se voir largement attribuer la classe 1 et donc théoriquement voir leur section réduite.

Le tableau de classification sera également mobilisé lorsque l'équipe de la DRI viendra constater **l'évolution des déformations** des pièces de bois durant sa **période de stockage** à la *Bergerie de Villarceaux*.

Bilan et enseignements

Sur les 250 pièces de bois de la liste de pré-débit, 112 sont finalement sciées (9,3 m³). Il était **prévu** qu'environ 70 m³ de bois abattus suffiraient pour obtenir 25 m³ de bois sciés aux sections souhaitées, soit un **rendement d'1/3**, alors qu'il s'agit plutôt au final d'un **rendement proche d'1/7,5**. Malgré la motivation de tous, ce rendement s'explique notamment par un démarrage difficile dû à un **manque d'expérience**, de trop importantes sections et longueurs attendues et d'un **nombre insuffisant d'arbres abattus**.

Néanmoins, dans une ambiance hivernale chaleureuse, le défi de ce premier chantier de sciage permet à une dizaine d'acteurs de **se former autour de la scie** et en particulier le scieur qui a su monter rapidement en compétence. Par ailleurs, le chantier **ouvre les imaginaires des passants** qui s'arrêtent, intrigués « on

pourrait pas vous acheter du bois ? Parce que, justement, on a un projet... ». La scierie mobile participe à **rendre visible le lien entre producteur et consommateur**.

Cette expérience apprend également qu'il ne serait pas possible de généraliser cette démarche à l'intégralité des bâtiments de la DRI du fait qu'il existe **peu de forêts gérées en sylviculture douce**, dont le mode de gestion invite de plus à une **récolte parcimonieuse du bois**. A Villarceaux, pour ne pas bousculer l'équilibre des 190 hectares de forêt, seulement 68 chênes ont pu être prélevés, dont la moitié considérée comme de "gros bois". Hormis les bois des préaux, le reste de la récolte des coupes d'éclaircie (frêne, charme, chêne de petit diamètre) sert à alimenter la chaufferie de la *Bergerie de Villarceaux*. Ne serait-il pas envisageable de valoriser ces bois autrement ?

Cette expérience correspondra à un prix d'achat du bois sciés revenant à 3198 € HT/m³ ce qui est environ **3,5 fois plus onéreux que du chêne acheté dans une scierie artisanale**. Si les 25 m³ de bois avaient pu être sciés comme prévu, les sections de chêne seraient revenues à 1190 € HT/m³. Cependant, malgré une dépense élevée pour la mairie de Rosny-sous-Bois, les retombées positives de cette aventure forestière sont multiples : **émergence d'une filière bois locale éthique**, encouragement d'une **sylviculture douce**, valorisation de multiples qualités de **feuillus franciliens** dans les bonnes filières régionales, préservation des **savoir-faire forestiers** avec traction animale et création de **nouveaux marchés** pour les **scieries mobiles**.

Elargir les contours de l'Ile-de-France pour un approvisionnement éthique : des châtaigniers issus d'une forêt gérée en sylviculture douce de l'Aisne, transformés dans une scierie artisanale de l'Oise

Réunir les acteurs de la filière en forêt

Suite à l'expérimentation éclairante à la *Bergerie de Villarceaux*, la DRI souhaite explorer d'autres manières de valoriser la sylviculture douce tout en mobilisant le maillon manquant de la filière francilienne qu'est la **scierie**.

Lors de sa première visite à la *Bergerie de Villarceaux* et au moment du martelage, l'équipe de la DRI rencontre Yves Vuilliot, propriétaire et exploitant forestier, membre du RAF. Il conseille et accompagne alors Héloïse Bourreau qui reprend en main la gestion des forêts entourant la Bergerie. Avec d'autres passionnés de forêt, Yves Vuilliot crée en 1989 un groupement forestier appelé « **Les amis des arbres** » dans l'Aisne qui abat environ 500 m³ de bois par an¹⁰¹. Yves Vuilliot propose à la DRI de venir visiter également sa *forêt de Berrieux* et s'y approvisionner pour la construction des écoles. Il a à vendre prochainement un lot de 50 m³ de châtaigniers de faible diamètre. Ce type de bois part en général -à contre cœur- à l'export en Italie pour la confection de meubles. Alors que la DRI souhaiterait **faire acheter ce bois par une scierie locale**, Yves Vuilliot préfère traiter directement avec la mairie car il redoute les scieurs qui ont tendance à ne pas rémunérer au juste prix.

La DRI recherche alors une scierie francilienne qui accepterait de scier des bois qu'elle aurait acheté préalablement. C'est le dirigeant, Henri Dupriez, de la scierie Dupriez Lepinette qui accepte de suivre la DRI dans cette nouvelle expérimentation

¹⁰² Chloé Zordan, ingénieure forestière ; Adrien Estève, ingénieur bois et Maëlle Valfort, assistante architecte.

¹⁰³ 24 septembre 2020 à Berrieux.

¹⁰⁴ Chêne, châtaigniers, néflier, aubépine, noisetier, entre trous d'obus et de sangliers...

à petite échelle. Celle-ci est située dans l'Oise, à côté de Chantilly et à 10 km de la délimitation des contours de l'Ile-de-France. En parallèle des activités de sciage, l'entreprise est également exploitante forestière. Elle n'est alors pas particulièrement intéressée par la démarche qui empiète sur ses platebandes d'activité d'exploitant forestier, mais elle sait que la DRI représente un potentiel client. En effet, l'entreprise de charpente du centre Jacques Chirac s'était en partie approvisionné ici.

De son côté, la DRI doit, une fois n'est pas coutume, composer avec la **temporalité des protocoles du code de la commande publique** en cherchant à **valoriser les châtaigniers** à travers la construction du futur groupe scolaire Jean Mermoz alors en phase conception. Les 50 m³ de bois en provenance de Berrieux seront employés pour réaliser des **brise-soleil**, du **bardage** et des **liteaux**. Ce choix d'**éléments non-structuraux en extérieur** permet d'effectuer **un seul sciage**, contrairement à la première option envisagée avec des éléments structuraux : effectuer un premier sciage de plots pour entamer le séchage du bois, attendre de connaître le dimensionnement final de l'entreprise de charpente mandatée, réaliser un second sciage en connaissant les sections finies.

Une fois les grandes lignes du projet esquissées, l'équipe de la DRI¹⁰² organise un **rendez-vous en forêt** de Berrieux avec Henri Dupriez, représentant la scierie et Yves Vuilliot, le propriétaire et exploitant forestier¹⁰³.

Alors que Henri Dupriez a une vision plutôt « conventionnelle » de la filière bois, Yves Vuilliot fait part tout le long de la visite du **grand soin avec lequel il jardine cette forêt** qui était à l'origine peu diversifiée et dans laquelle il recense aujourd'hui 17 essences¹⁰⁴. La **forêt se régénère naturellement**, le maintien du **couvert forestier est continu** et les **coupes d'éclaircie** n'excèdent pas 20%. Comme le rappelle Yves Vuilliot, « Le rythme de la forêt est lent, il faut le respecter ». Ce temps en forêt permet au scieur d'avoir un aperçu de la qualité des 50 m³ châtaigniers dont une partie a déjà été abattue.

¹⁰⁵ Chêne, châtaigniers, néflier, aubépine, noisetier, entre trous d'obus et de sangliers...

Sciage des châtaigniers

Avec une échelle semi-industrielle, la scierie Dupriez est capable de répondre à la fois aux besoins de clients assidus d'envergure comme la SCNF et des industriels mais aussi de charpentiers locaux ou de particuliers. Comme le dit Henri Dupriez « *Ce n'est pas artisanal, ce n'est pas industriel, c'est entre les deux. Nous possédons les **compétences de l'artisan mais avec une vision industrielle*** »

Historiquement, la scierie travaille principalement le **chêne** mais celui-ci est de plus en plus difficile à acheter du fait de la concurrence mondiale où 25 à 30% des chênes sont exportés en Asie. En quelques années, le chêne est passé de 60% à 50% de la production de la scierie. C'est notamment pour cette raison qu'elle se tourne de plus en plus vers le **douglas** qui représente aujourd'hui entre 5% et 10% des bois sciés.

La scierie Dupriez organise le rapatriement des bois de Berrieux. Le sciage a lieu en deux temps car un lot de châtaigniers est déjà abattu alors que le second est encore sur pied.

Une équipe de la DRI assiste au sciage¹⁰⁵ et constate qu'une attention particulière est accordée à **chaque grume** pour la **valoriser au mieux**. C'est pour elle un lieu d'apprentissage où elle peut observer le fonctionnement de la scierie en action et échanger avec ses employés. Rolland par exemple, est contremaître et travaille chez Dupriez Lepinette depuis 32 ans. Son père et ses frères y ont travaillé également toute leur vie. Quand Rolland a été embauché, la scierie comptait une soixantaine de personnes, aujourd'hui, les effectifs sont réduits de moitié. Il remarque qu'avec la disparition des menuisiers artisanaux, 3 fois moins de plots sont sciés aujourd'hui. Il en est de même pour les avivés qui servaient à faire du parquet. L'entreprise produit aujourd'hui davantage de palettes.



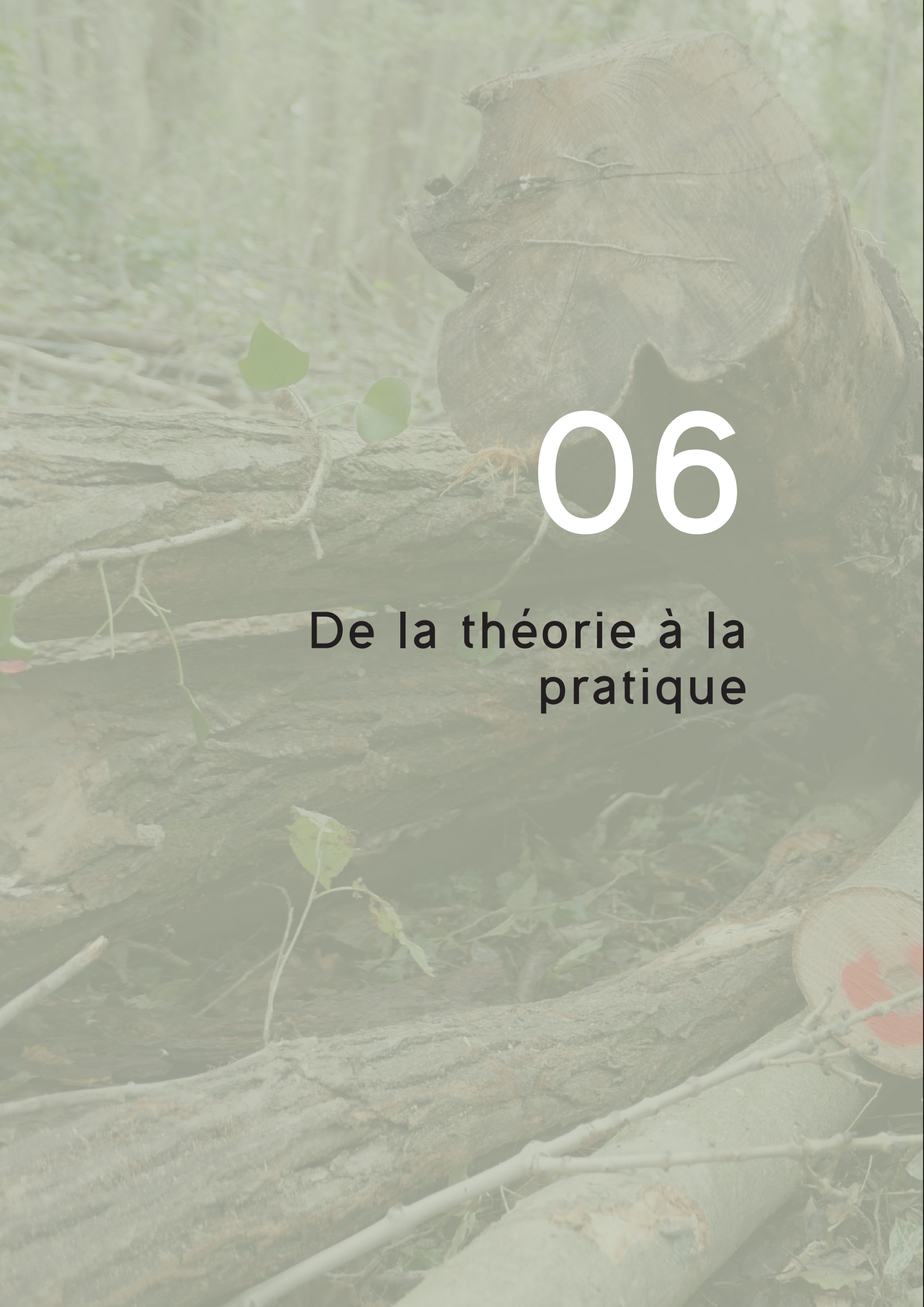
Sciage de châtaigniers.

Scierie Dupriez. 2020. © Marie-Amélie Lombard



Sciage de châtaigniers.

Scierie Dupriez. 2020. © Marie-Amélie Lombard



06

**De la théorie à la
pratique**

¹⁰⁶ Un adage conte que les feuillus sèchent d'un 1cm par an.

Comment le choix de systèmes constructifs nécessitant peu de transformations peut-il favoriser une approche transversale de l'arbre à la poutre ? Quels sont les modes constructifs à réinterroger et à privilégier ?

Les préaux en bois vert

Groupe scolaire Simone Veil (2019-2021)

Conception

Lorsque Héloïse Bourreau, gestionnaire de la forêt de la *Bergerie de Villarceaux*, propose à la DRI en mai 2019 d'acheter du bois qui sera abattu à l'automne, les premiers travaux de chantier du groupe scolaire Simone Veil sont alors prévus à la fin de l'été 2019. Ces éléments de temporalité impliquent que les bois achetés auprès de la *Bergerie de Villarceaux* ne pourraient être secs au moment de leur mise en œuvre. Or, aujourd'hui, **les normes exigent de faibles pourcentages d'humidité dans le bois**, ce qui induit une période de **séchage plus ou moins longue**, selon les modalités : séchage à l'**air libre**¹⁰⁶ ou de manière **artificielle** dans un **séchoir**.

Aujourd'hui construire avec du bois sec semble être une évidence ; avant l'ère industrielle cependant, le matériau bois en structure était **travaillé peu de temps après la coupe** pour profiter du fait qu'il n'ait pas encore durci. On parle de construction en bois vert. **Le bois sèche une fois mis en œuvre**, induisant une certaine **souplesse** et **perméabilité du bâtiment**. Cette **technique ancestrale** permet de travailler un bois moins dur et ne mobilise pas d'espace de stockage sur un temps long. Suivant une réflexion "de l'arbre à la poutre", la construction en bois vert induit généralement la connaissance, avant l'abattage, de l'emploi du bois dans le bâtiment : la forme de l'arbre et ses singularités, le sciage et l'équarrissage sont alors d'autant **mieux adaptés à l'usage qui va être fait du matériau bois**. Construire en bois vert est paradoxalement une alternative convaincante valorisant une sylviculture douce, dans une société où tout doit aller vite et où l'on ne pourrait plus attendre que le bois sèche !

¹⁰⁷ MILLE, Pierre.
*L'usage du bois
vert au Moyen Age
: de la contrainte
technique à l'ex-
ploitation organisée
des forêts.* [https://
www.persee.fr/doc/ac-
sam_0000-0000_1996
act_5_1_1212](https://www.persee.fr/doc/ac-sam_0000-0000_1996_act_5_1_1212)

L'eau dans le bois existe sous **trois formes** :

- L'**eau libre** ou eau capillaire, remplissant les **vides cellulaires** du bois notamment pour conduire la sève dans l'aubier.
- L'**eau liée** ou eau des parois cellulaire, imprégnant les **membranes des cellules**.
- L'**eau de constitution**.

Quand les parois cellulaires sont saturées en eau liée, et qu'il n'y a plus d'eau libre dans les cavités du bois dû à l'évaporation lors du séchage, la **teneur en humidité du bois est située autour de 30%**. Cette valeur théorique de 30%, marquant le moment appelé "**point de saturation des fibres**", où **le bois contient encore toute son eau liée, mais où l'eau libre s'est complètement évaporée**. Tout **changement d'humidité en dessous** de ce "point de saturation des fibres" entraîne des variations de quantité d'eau liée, et donc des **variations dimensionnelles** dues aux **retraits et gonflements** du bois. Le **séchage progressif** du bois jusqu'à être en équilibre avec l'atmosphère ambiant s'accompagne d'un phénomène de **durcissement du matériau**.

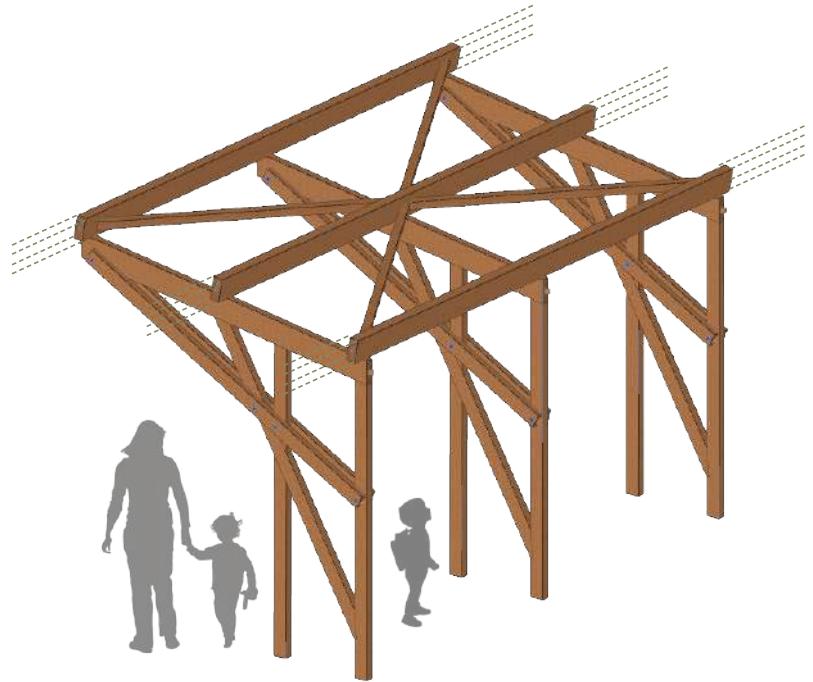
L'association française de normalisation a classé les bois suivant leur degré d'humidité exprimé en % :

- **bois vert > 100%**.
- **bois ressuyé : entre 100 % et 30 % environ.**
- bois mi-sec : entre 30 % et 22 % environ.
- bois sec < 22 ou 18 %.¹⁰⁷

Au moment de l'abattage d'un chêne, lorsque celui-ci est gorgé d'eau, la teneur en eau de l'aubier est de 70%, et celle du duramen entre 50-60%. Nous parlerons donc de chênes ressuyés et non de chênes "verts", bien que l'expression "bois vert" désigne aussi une technique de construction.

Afin d'insérer les bois de Villarceaux dans le projet du groupe scolaire Simone Veil déjà bien entamé, la DRI choisit de réaliser les deux préaux extérieurs de l'école avec des chênes ressuyés. La construction est planifiée en juin 2020, **les bois**

auront six mois pour commencer à sécher. Les déformations qui surviendront au cours du séchage dans les années à venir, n'entraîneront **pas de risque important de sinistre** puisque les **préaux sont indépendants de la structure de l'école.**



Preaux en bois vert. Structure. Rosny-sous-Bois. © Direction Recherche et Innovation

Construire en bois vert implique cependant quelques **précautions de mise en œuvre** et points de vigilance :

- le **retrait tangentiel d'environ 10% et radial de 5%** pour le chêne au-dessous du point de saturation des fibres.
- le **mouvement dans les assemblages**. Favoriser les **assemblages bois-bois** et prévoir de resserrer les boulons régulièrement jusqu'à la stabilisation de la structure.
- la limitation de juxtaposition de plusieurs éléments. Eviter les moiselements.
- la **raideur du bois** qui diminue avec l'augmentation du taux d'humidité.
- la **flexibilité de la couverture** (type bardeaux en bois).

Les préaux sont redessinés, les dessins transmis au bureau d'étude de l'entreprise de charpente en charge de les valider, un quantitatif est établi et un stockage des bois à la Bergerie est envisagé. **Pour deux préaux d'une surface de 90 m²** (préau du rez-de-chaussée) **et 190 m²** (préau du R+1), **la DRI estime avoir besoin d'environ 25 m³ de bois.**

Cependant, ces précautions de mise en œuvre ne pourront pas être réellement vérifiées car le chantier de Simone Veil prend du retard et les préaux seront montés un an après la date de planification.

Mise en œuvre

Une équipe de la DRI se rend à Villarceaux à deux reprises pour **contrôler le séchage du bois** et **exclure ou purger** certaines pièces qui présenteraient des **défauts majeurs** en séchant (roulures, fentes, gauchissement). Un second inventaire est établi en Juin 2020 en vue d'acheter le complément de chêne nécessaire à la construction des préaux. Un rendez-vous est planifié avec l'entreprise de charpente à la Bergerie de Villarceaux en décembre 2020.

Puisque le rendement du sciage a été moins bon que prévu, il a fallu **compléter auprès d'un scieur classique**. La DRI demande 4 devis, dont 3 dans des scieries d'Ile-de-France. Cependant, les **délais** d'approvisionnement annoncés sont très **longs**, certainement plus longs que si nous étions une entreprise. L'entreprise de charpente se charge d'acheter le chêne à la scierie Roëser.

Les bois ont été taillés et assemblés par les charpentiers dans leur atelier à Lagny-sur-Marne. Les deux charpentiers nous ont dit que cette taille manuelle de charpente en chêne était de plus en plus rare malheureusement. Ils étaient contents de travailler sur ce projet, même s'ils regrettaient que le préau du R+2 ne soit pas vraiment de la charpente traditionnelle, du fait de ses assemblages en âme. Ils n'ont pas eu de difficulté majeure, les déformations des bois, légères, n'ont pas posé de problème lors

de la fabrication. Les charpentiers ont cependant estimé que ce chêne était moins beau que celui utilisé pour la structure poteau-poutre du bâtiment. Ils estimaient également que l'**assemblage des fermes en atelier** n'était **pas pertinent** car cela **complique le transport**. Cela facilite néanmoins la logistique sur le chantier.

Par contre, l'équipe en charge du levage sur le chantier a connu des difficultés, en particulier pour le préau du R+2. En effet, le positionnement des poteaux était imposé par les ferrures de pied installées précédemment. Les **déformations des fermes** créaient alors des **décalages en tête**. Cela était particulièrement significatif du fait de la géométrie en auvent : les pieds étant proches, il suffisait d'un léger décalage d'une ferrure de pied pour que le faitage soit nettement décalé. Les charpentiers manquaient donc de repères et ont **adapté les pannes en conséquence**. De plus, deux des ferrures avaient été mal positionnées, et l'erreur a été détectée une fois le levage réalisé. L'étanchéité de la terrasse était faite, le repositionnement était donc difficilement envisageable. La **ferme concernée** et les **pannes adjacentes** ont donc été **modifiées** pour retrouver une **toiture plane**.

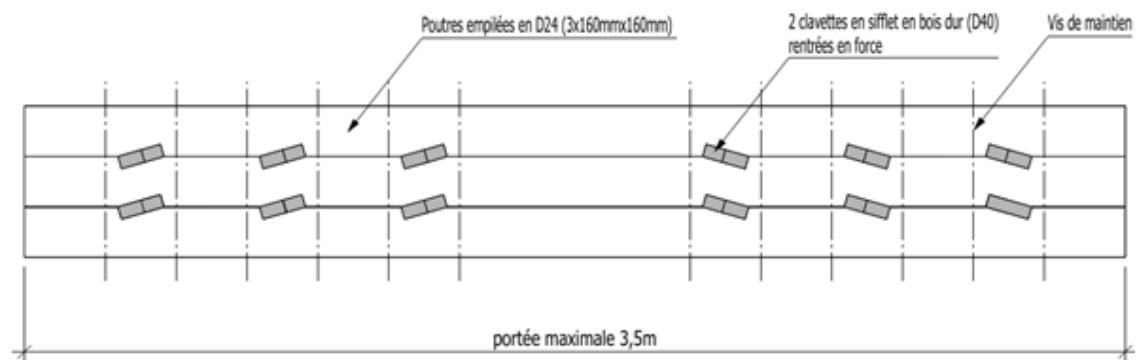
Poutres clavetées

Groupe scolaire Simone Veil (2019-2021)

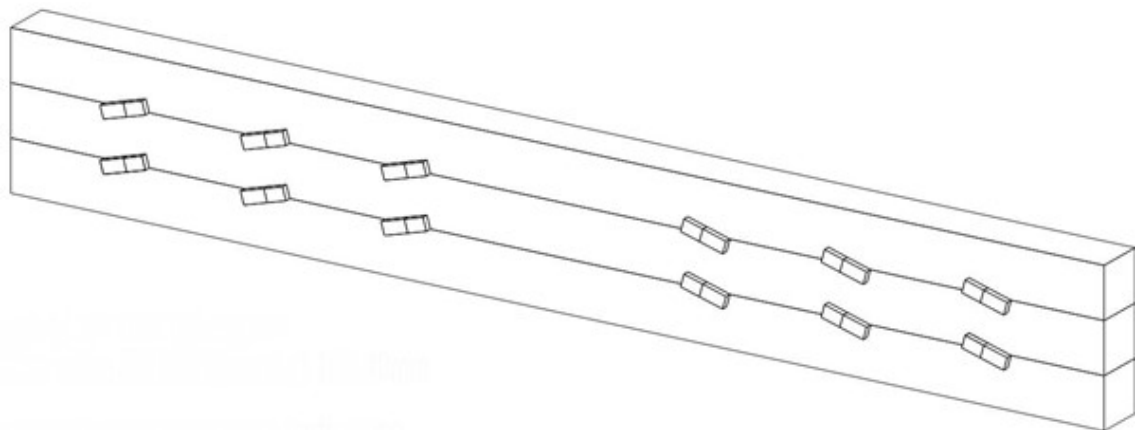
Étant données les **charges** et les **portées** à reprendre pour nos **planchers d'école**, des **poutres en bois massif** ne suffisent pas du fait de leur **dimensions limitées**. Toujours dans une démarche d'**approvisionnement local**, nous devons alors concevoir des systèmes constructifs qui répondent à ce **besoin structurel** et qui correspondent à la **ressource francilienne**. Il faut ainsi utiliser des **bois feuillus**, et **proscrire le lamellé-collé**.

Les **poutres treillis** sont une solution que nous avons largement étudiée et mise en œuvre. Elles fonctionnent bien, mais incluent une **quantité importante de ferrures en acier** qui ont un **fort impact environnemental**. Nous voulons améliorer cela et les **poutres clavetées** sont une piste pertinente.

En effet, elles sont composées de plusieurs **pièces de bois empilées verticalement** et **assemblées par des clavettes** : des coins en bois. Ces pièces de blocage transmettent les efforts et évitent donc le **glissement** entre les pièces de bois. La **résistance** de la poutre est ainsi **plus élevée que les résistances additionnées** des éléments qui la composent.



Poutres clavetées. Vue en élévation. © Direction Recherche et Innovation



Poutres clavetées. Vue en perspective. © Direction Recherche et Innovation

Dans cette configuration la poutre aura **tendance à « s'ouvrir »** sous l'effet de la charge, c'est-à-dire que les éléments assemblés vont s'écarter. Pour éviter cela, il faut ajouter des **éléments verticaux** qui **serrent les éléments**. Cela peut être un **cadre** en métal, des **tiges filetées**, ou des **vis** de maintien. Ce sont les **seuls composants en métal** dans la poutre clavetée.

L'ensemble d'une poutre clavetée doit être dimensionné : la **flexion** et le **cisaillement** des **poutres empilées**, la **compression** et le **cisaillement** des clavettes, la **traction** des **éléments anti-écartement**. Ce sont des **calculs assez complexes** car les sollicitations au niveau des clavettes ont lieu avec un **certain angle**, et aussi car il faut tenir compte de la **raideur** de ces pièces.

La DRI a travaillé sur ce sujet lors de la conception du groupe scolaire Simone Veil. Une étude a été spécialement réalisée, aboutissant à un **guide de conception et de dimensionnement à l'attention du bureau d'études de l'entreprise de charpente**, en charges des études d'exécution (EXE).

Les **poutres** ainsi conçues ont une portée de 3,5m, et reprennent une bande de chargement de 3,6m environ. Elles reprennent les planchers d'une partie des circulations de l'école, donc avec des charges d'exploitation de 4kN/m² (soit 400kg/m²). Elles sont composées de **3 pièces empilées de section 160x160mm**.

Dans son offre, l'entreprise disait ne pas savoir faire ces poutres, et voulait les remplacer par du lamellé-collé. Lors du rendez-vous de négociation (intégré à la Procédure Avec Négociation (PAN) utilisée pour nos marchés), nous avons pu **convaincre l'entreprise grâce à ce travail réalisé en amont**. L'offre finale présentée intégrait donc les poutres clavetées.

Néanmoins, lorsque le **bureau d'études EXE** a commencé à les étudier, il a également souhaité les mettre de côté. Il avait pourtant déjà réalisé un projet incluant des poutres clavetées,

mais a admis ensuite que, pour cette étude, les efforts ne passaient pas par les clavettes, mais par les tiges filetées qui servent normalement à éviter l'écartement des pièces uniquement. Les clavettes étaient alors esthétiques et non structurelles. Nous avons confirmé que nous voulions ces poutres et que les clavettes soient structurelles, en nous appuyant sur le **guide précédemment réalisé**. Le bureau d'études EXE a alors émis une **note de calcul**, qui a du être **reprise plusieurs fois suite à nos observations**. Par ailleurs, leur étude intégrait des tiges filetées en lieu et place des vis de maintien prévues pour éviter l'écartement des pièces. C'est une solution qui fonctionne, mais nous suspectons que ces tiges aient été **surdimensionnées** pour reprendre une partie du cisaillement à la place des clavettes, compte tenu du manque de rigueur constaté dans le dimensionnement de ces dernières. Étant donné le caractère inhabituel de ces poutres, il est compréhensible qu'un bureau d'études EXE prenne ce type de **précautions**, mais c'est également dû au fait qu'il n'avait pas prévu suffisamment de temps pour mener à bien cette étude hors du commun. Suite à de longs échanges, nous n'avons pas souhaité insister d'avantage pour ne pas retarder le chantier, et cette première expérience constitue déjà une **avancée considérable**.



Poutres clavetées. Groupe scolaire Simone Veil.

Rosny-sous-Bois. 2018. © Direction Recherche et Innovation

Charpente multi-essences

Local vélos (2020-2021)

du centre de loisirs Jacques Chirac (2018-2020)

En août 2020, le chantier d'un local vélos pour le centre de loisirs Jacques Chirac est lancé. Au-delà de son aspect fonctionnel, le projet matérialise **plusieurs ambitions pour la DRI** :

- Explorer de **nouveaux systèmes constructifs** en vue de les mettre en œuvre à plus grande échelle (pieux bois, briques de terre crue porteuses...)
- Organiser un **chantier école** (réinsertion professionnelle, participation citoyenne, ateliers enfants)
- **Mettre en valeur** les **briques d'adobes** fabriquées lors des chantiers participatifs précédents et les **pins sylvestres** abattus sur le site du centre de loisirs avant sa construction.

Les pins sylvestres "du jardin"

Pour permettre la construction du centre de loisirs Jacques Chirac, une dizaine de **pins sylvestres** et de **bouleaux** doivent être abattus dans ce qui constitue un **"jardin" pour le groupe scolaire Félix Eboué**. La DRI fait **stocker provisoirement** ces arbres dans une **parcelle inoccupée du groupe scolaire**, leur évitant d'être déchiquetés en copeaux.

Après une année simplement posés au sol en proie à la pluie et au soleil, la DRI fait appel à un charpentier militant alternatif (Jesse O'Scanlan, partie 4.3.4.) pour mieux conserver les grumes. Au mois d'octobre 2019, la DRI réalise avec lui l'inventaire des bois abattus et projette déjà un usage potentiel : le grand pin sylvestre rectiligne servira de **poteau central du local vélos** et celui courbé de **linteau**, les autres pourront être équarris¹⁰⁸ pour servir de **pannes**. Les **enfants du centre de loisirs** sont invités à **participer à l'écorçage** et les bois sont **stockés** hors contact du sol sur des palettes pour une durée d'un an supplémentaire.

¹⁰⁸ Produire un bois de section carrée à partir d'un bois rond.

L'**emploi de ces bois en structure** n'est **pas aisé**. Ils ont reçu de la lumière en abondance et possèdent souvent des branches assez basses donc un tronc qui a tendance à être **plus court** que s'ils avaient poussé en forêt. Ils sont également **davantage tordus**.

La charpente du local est donc **dessinée de façon à valoriser les singularités** des bois inventoriés. Ainsi, le grand pin sylvestre du jardin est transposé de quelques mètres pour devenir un poteau central en bois rond, simplement écorcé. Comme le disait l'encadrante de la maçonnerie terre crue : « quelle émotion quand le poteau, taillé au sol pour accueillir les assemblages, est repassé à la verticale ! »

Ce travail méticuleux ne semble aujourd'hui envisageable qu'avec les techniques de charpente traditionnelle.

Charpente traditionnelle feuillue

Pour compléter les bois nécessaires à la construction de la **charpente du local vélos**, des **sections de chêne et de merisier** sont commandées à la scierie Mommert en Normandie. Le **chêne** est employé pour les **fermes et les pannes** alors que le **merisier** est utilisé seulement pour les **chevrons**. En effet, le merisier n'est pas référencé comme une essence pouvant être utilisée de manière structurelle. Par ailleurs, constatant un surplus de 5 pieux en **robinier** sur le chantier fondations, le charpentier a l'idée de les utiliser en **contre-fiche**. Les pieux restants sont alors équarris à la hache tout comme l'un des **pins sylvestres** "du jardin" qui lui deviendra une **sablière visible** au-dessus du banc pour enfants. L'ensemble de la charpente est **assemblé** uniquement avec des **chevilles en robinier**.

L'emploi d'une pluralité d'essences est permis par l'ambition d'utiliser les ressources disponibles dans un **chantier qui n'est pas figé** et où une grande **confiance** est accordée au savoir-faire du charpentier. Le **droit à l'erreur** est au centre de la pédagogie du projet qui se veut être un **chantier d'apprentissage**.

C'est par exemple la première fois que le charpentier a l'opportunité de mettre en œuvre un **arêtier sur tasseau** : un système constructif qui tombe aujourd'hui en désuétude de par sa complexité.

Le **surplus de bois** sera utilisé par le charpentier dans des **projets associatifs**.



Charpente multi-essences. Groupe scolaire Simone Veil.
Rosny-sous-Bois. 2020. © Direction Recherche et Innovation



Poutres treillis. Groupe scolaire Simone Veil.
Rosny-sous-Bois. 2020. © Juan Sepulveda

Charpente à la Philibert Delorme

Groupe scolaire Jean Mermoz (2021-2023)

Ce principe a été inventé par l'**architecte et ingénieur Philibert Delorme au 16ème siècle** pour faire face à une pénurie de bois et « bâtir à petits frais ». Il propose un système de charpente réalisée à partir de la **répétition d'un même élément de bois** sous forme de **planche** composant des **arches**, inspiré d'une coque de bateau renversée. Les arches se comportent comme des **arbalétriers courbes**. Ces arches sont composées de **deux épaisseurs de planches mises sur chant** et dont les **joints sont alternés**. Ces deux (voire parfois trois) épaisseurs de planche composant l'arbalétrier sont serrées l'une contre l'autre grâce à des **clavettes en bois** et des **chevilles**. Ces clavettes sont placées sur des **liernes traversant les arbalétriers** et venant les **enserrer**, en passant au **milieu des côtés** des éléments de **planche**. Ces clavettes doivent **entrer en force dans deux mortaises** creusées de part et d'autre de chacun de ces arbalétriers.

La DRI a souhaité suivre ces principes de conception pour le **local vélos du projet Mermoz**. L'objectif est ainsi d'expérimenter un système constructif permettant d'utiliser une **multitude d'essences feuillues franciliennes** à travers l'emploi de bois issu du **recyclage, sans colle, ni clou, ni vis**.

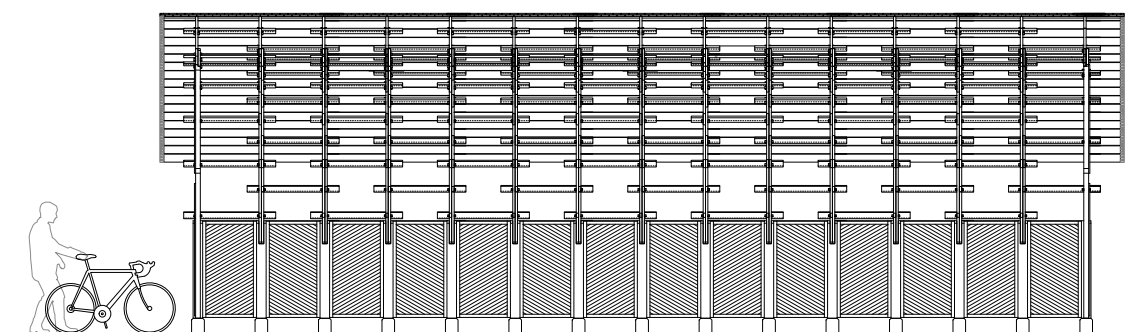
Par recyclage, il est entendu **chutes de scierie, bois de réemploi**. Il ne s'agit pas de redébiter des planches de grande longueur en petites sections. Nous suivons une logique d'économie de bois, la question de l'approvisionnement est centrale.

Les **avantages** de cette technique sont :

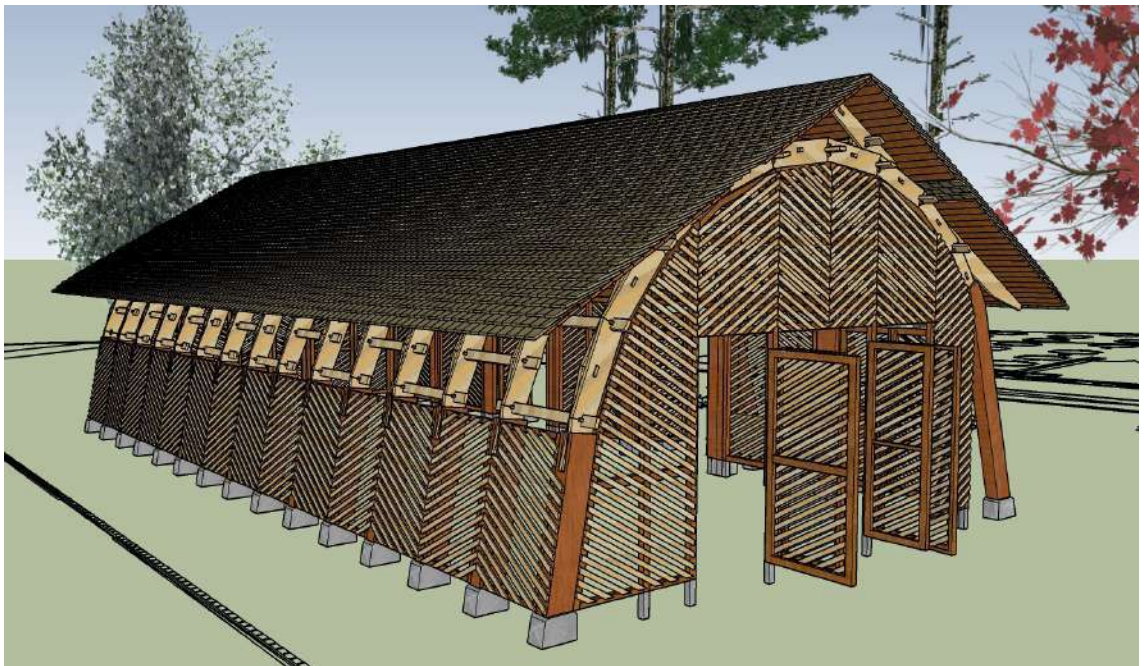
- l'utilisation d'**éléments en bois de petite taille**, légers, manportables, facile à transporter et assembler.
- le **motif répétitif**, en éléments interchangeables.
- le **large choix d'approvisionnement** permettant de valoriser une multitude de bois de toutes qualités. Les bois peuvent être simplement ressuyés.
- la **multiplicité des assemblages** qui diffusent les forces dans la structure.
- la **démontabilité**.



Charpente à la Philibert Delorme. Groupe scolaire Mermoz, projet à venir.
Rosny-sous-Bois. 2020. © Maëlle Valfort



Vue en élévation du local vélos, GS Mermoz. Charpente à la Philibert Delorme.
Rosny-sous-Bois. 2020. © Maëlle Valfort



Vue en perspective du local vélos, GS Mermoz. Charpente à la Philibert Delorme.
Rosny-sous-Bois. 2020. © Maëlle Valfort

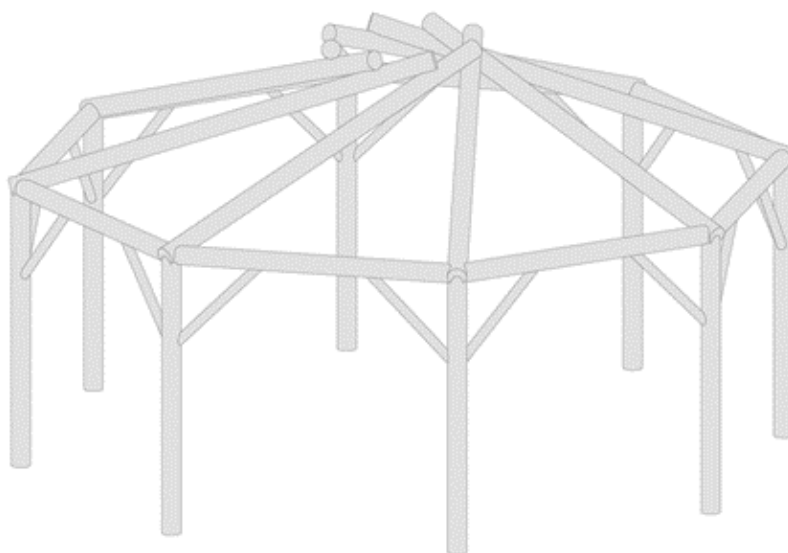
Charpente réciproque

Groupe scolaire Jean Mermoz (2021-2023)

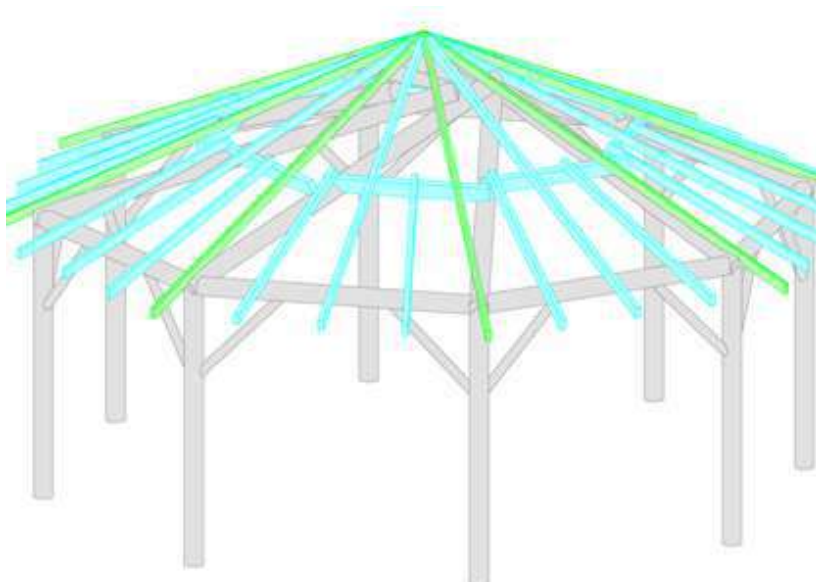
Une charpente réciproque est une **structure en bois auto-portée**. En effet, elle est généralement intégrée à un **bâtiment circulaire**, et elle est composée de **poutres** qui, en **partie haute**, **reposent chacune sur la suivante**. En partie basse, elles reposent sur des **poteaux** ou des **murs**. Elles sont souvent réalisées en **bois peu transformé**, généralement **rond**. Elles permettent un **bel espace intérieur** en l'absence de poteau central et de ferme.

Un désavantage réside dans le fait que les pans de **toiture formés par les poutres** soient **gauches**. On peut alors y mettre un **revêtement qui accepte cela** (membrane d'étanchéité), ou couvrir par un **chevronnage** qui recrée des pans plans.

La DRI a prévu de réaliser sa première charpente réciproque pour l'un des deux préaux du groupe scolaire Mermoz.



Charpente réciproque. Structure autoportée. Rosny-sous-Bois. 2020. © Direction Recherche et Innovation



Charpente réciproque. Chevronnage. Rosny-sous-Bois. 2020. © Direction Recherche et Innovation

Fondations bio-sourcées et réemploi

Local vélos (2020-2021)

du centre de loisirs Jacques Chirac (2018-2020)

Pour le local vélos du centre de loisirs Jacques Chirac, la DRI souhaite expérimenter des **fondations aussi souples** que les bâtiments qu'elle imagine. Sur le centre de loisirs, déjà, l'emploi de pieux en bois est envisagé mais l'entreprise de gros œuvre mandataire ne parvient pas à faire aboutir la demande de la DRI pour des raisons de temps, de coût et d'assurabilité de l'ouvrage. Le projet du **local vélos** est l'occasion idéale pour tester des **fondations bio-sourcées à petite échelle**.

Pour concevoir le projet, la DRI contacte *Sud Fondations*, seule entreprise de travaux publics incluant un bureau d'étude expérimenté dans les fondations en bois. Son interlocutrice, Marie Chrétien, est une ingénieure en charge de la partie étude qui milite depuis plusieurs années pour l'**intégration dans les normes de cette technique ancestrale** en travaillant en particulier sur le triptyque **justification, réglementation et assurance**. Marie Chrétien confie que les principaux freins rencontrés à l'heure actuelle sont la justification vis à vis des **aléas sismiques**, du **vent**, et de la **durabilité** du bois dans le temps en fonction des **types de sol** car il n'y a pas de projets **référence récents** sur lesquels s'appuyer. Elle constate qu'il est très difficile de mettre en place des pieux bois dans le domaine privé pour des raisons d'assurance décennale, c'est pourquoi l'entreprise ne réalise que des projets publics avec des maîtrises d'ouvrage engagées. Les échanges fructueux permettent à la DRI d'identifier les particularités auxquelles il faudra porter une attention marquée : la **réverbération du son** en milieu urbain lors du **battage des pieux**, la **gestion des eaux de pluie** ou la qualité et teneur en **humidité des bois**. Pour calculer la capacité portante des fondations, l'entreprise peut s'appuyer sur une étude de sol préalablement réalisée.

Concernant les fondations du local vélos, l'essence retenue est le **robinier**, la seule implantée sur le territoire français



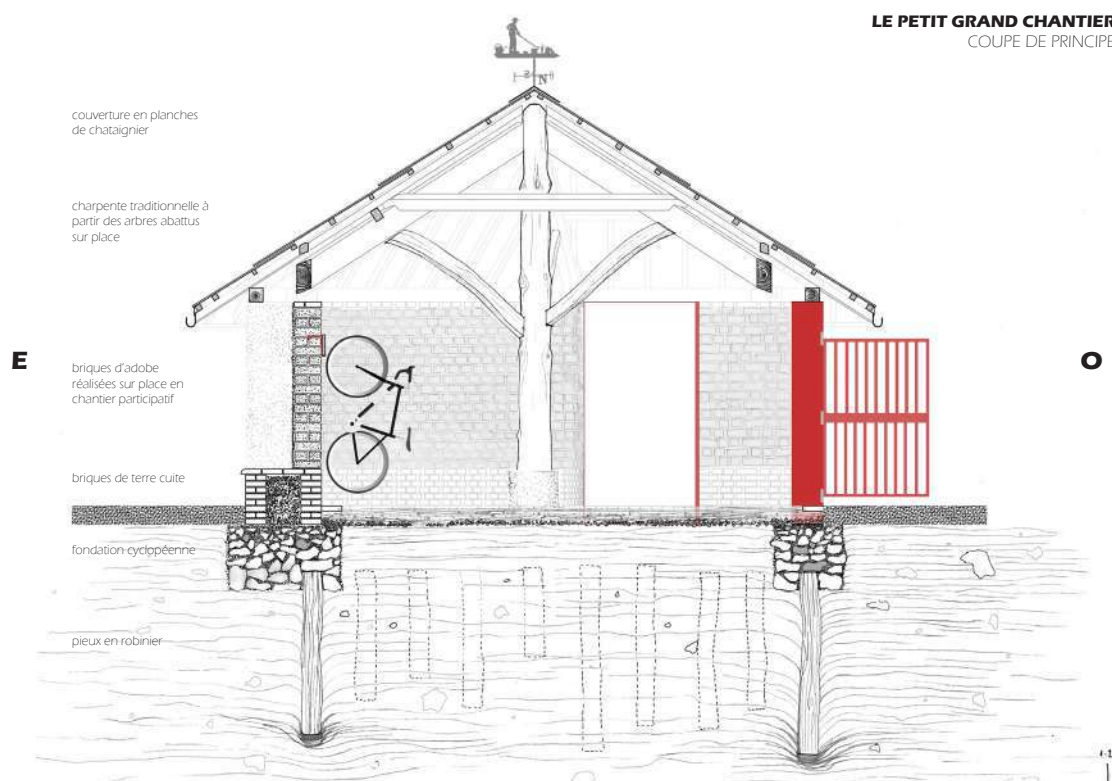
Pieux de robinier avant mise en oeuvre. Local vélo du centre de loisirs Jacques Chirac. Rosny-sous-Bois. 2020. © Maëlle Valfort



Fondations pieux de robinier. Local vélo du centre de loisirs Jacques Chirac. Rosny-sous-Bois. 2020. © Maëlle Valfort

présentant une **durabilité naturelle suffisante** pour répondre à une **classe d'emploi 4**. L'utilisation de cette essence est de plus intéressante pour la filière car elle est considérée souvent comme **invasive en forêt**. De plus, le **diamètre** des pieux correspond à celui **requis** pour les coupes d'**éclaircie**. Pour l'implantation de **25 pieux** sous les murs du bâtiment, espacés chacun d'environ 1m, le devis est onéreux : **23 000 € HT**. Ce prix est justifié par la note de calcul réalisée par le bureau d'étude ainsi que le déplacement d'une équipe spécialisée basée dans le Sud-Ouest de la France. Pour ce projet à petite échelle, les bois ne sont ni écorcés, ni taillés en pointe, ni casqués. Ils sont enfoncés avec un **marteau de battage pneumatique** à seulement 1,5 m de profondeur en seulement 2 à 5 minutes. La mise en œuvre ne semble pas présenter de difficulté particulière.

Par ailleurs, du fait que les murs du local en briques de terre crue représentent une charge linéaire, la DRI décide d'**associer les pieux bois à des fondations cyclopéennes** : un mélange de **chaux et de pierres** de différentes tailles, qui proviendraient de chantiers de **démolition**. Bien qu'il s'agisse des pierres qui confèrent à l'ouvrage sa solidité, les fondations sont peu exigeantes quant au choix des matériaux. On peut envisager par exemple d'y mettre du béton concassé ou des briques cuites cassées. La chaux étant plus souple que le ciment, elle pourra suivre les éventuels mouvements du sol. Si une partie des pierres et débris a bien pu être issue d'un **circuit de réemploi**, un **complément en pierre** de second choix a dû être réalisé auprès d'une carrière de Picardie.



Local vélos du centre de loisirs Jacques Chirac. Coupe de principes. Rosny-sous-Bois, 2020. © Maëlle Valfort

Bardage bois brûlé

Groupe scolaire Simone Veil (2019-2021)

Comme évoqué dans la partie 4.3.4., la DRI organise au mois de juin 2019 un chantier participatif de bardage bois brûlé d'après la **technique traditionnelle japonaise dite de Shou Sugi Ban**.



Bardage bois brûlé. Façade groupe scolaire Simone Veil. Rosny-sous-Bois. 2021. © Direction Recherche et Innovation

Expérimentation en chantier participatif

Initialement, cet habillage est choisi pour dissimuler le contreventement, tout en garantissant une bonne longévité de la façade sans entretien. Si au cours du projet le contreventement est finalement modifié, l'intérêt pour la technique traditionnelle japonaise Shou Sugi Ban demeure du fait des nombreux avantages qu'elle présente. En effet, elle induit un **faible impact du matériau bois sur l'écosystème**, assure un **vieillessement homogène du bois**, et une **protection** face aux **UV**, à la **pluie** et à l'**humidité**, aux **champignons** et aux **insectes** (notamment en brûlant l'amidon dans l'aubier). Ces ateliers participatifs ont alors pour vocation d'être **supports de réflexion** pour une mise en œuvre du **bois brûlé** sur les **façades et la toiture** du groupe scolaire Simone Veil.

Traditionnellement, le brûlage est réalisé sur des essences de bois naturellement durables à l'extérieur, selon la norme *NF EN 335*, (« classe 3 », en termes actuels), tel que le cèdre du Japon. Maryline Le Goff quant à elle, a l'habitude de travailler avec du douglas classe 3, avec moins de 5% d'aubier. Quelles **alternatives au douglas** pourraient être envisagées par la DRI ? La première hypothèse serait d'utiliser du **bois de réemploi** mais il est très difficile de garantir sa disponibilité avec un planning aussi serré. De plus, c'est prendre le risque de générer d'éventuelles fumées toxiques au moment du brûlage dues à des traitements chimiques. Brûler des **essences locales** comme du **chêne ou du châtaignier** ? Ce serait un non-sens car il s'agit d'essences nobles qui n'ont pas besoin de recevoir une protection supplémentaire pour être mises en œuvre en extérieur et résister aux aléas naturels. Toutes les autres essences d'Ile-de-France sont non-durables à l'extérieur selon la norme *NF EN 335* et nécessiteraient d'être protégées sur toutes les faces. D'autre part, dans les DTU, la couche carbonée n'est pas considérée comme une protection, ce qui induit de devoir brûler un bois répondant au moins de classe d'emploi 3, et avec une épaisseur minimale ne comprenant pas l'épaisseur brûlée (ce qui signifie qu'aucune économie de matière

n'est réalisée). La DRI choisit finalement de pousser la question de l'expérimentation, guidée par l'idée que le brûlage peut améliorer des bois "dévalorisés". Le brûlage assure ainsi un réel rôle de protection, au-delà d'un aspect simplement esthétique. Les essences retenues sont le **frêne, l'aulne, le peuplier et du chêne déclassé** (gros nœuds, aubier important), afin de **valoriser les essences franciliennes peu utilisées dans la construction**.

La DRI se fournit dans les temps dans une **grosse scierie de l'Aube**, située à 140 km de Rosny-sous-Bois en camion. La scierie s'approvisionne dans un périmètre de 100 km, et notamment dans en Seine-et-Marne. La DRI aurait souhaité trouver une scierie plus proche pour valoriser davantage les circuits courts, avec des bois issus d'une forêt où serait pratiquée une sylviculture douce, mais les **délais de recherche sont trop serrés** (1 mois et demi - 2 mois) et le chantier n'est **envisageable qu'avec des avivés secs**.

Mise en œuvre à l'échelle de façades

Une **façade test** a été réalisée sur la toiture terrasse du **centre de loisirs Jacques Chirac**. Jusqu'à présent, elle ne présente **pas de problème**. La couche de carbone semble **stable** malgré l'**absence de produit de finition**.

C'est pour la réalisation du **groupe scolaire Simone Veil** que la DRI a fait un vrai pas en avant sur le thème du bois brûlé. Initialement, près de la moitié des façades en paille devaient en être pourvues, ainsi que les jardinières de la terrasse, le local vélos, la façade du quai de livraison et les couvertures des préaux.

La DRI travaille depuis longtemps avec **Eric Martin** de l'**entreprise Technic Production**. Basé à Reims, il produit des **peintures naturelles, saines et locales**. Nous l'avons donc sollicité pour qu'il produise une **huile de protection spéciale**, à appliquer en **deux couches**. Celle-ci a pour but de **stabiliser la couche carbonée**, et donc éviter que celle-ci soit **salissante** au toucher.

Les **journées de formation** organisées par la DRI étaient



Technique Shou Sugi Ban. Chantier participatif citoyen. Centre de loisirs Jacques Chirac. Rosny-sous-Bois. 2021. © Maëlle Valfort

aussi à destination de l'entreprise qui allait fabriquer le bois brûlé de l'école Simone Veil, mais elle n'avait pas pu être présente. La DRI a donc réalisé un **guide méthodologique** à destination des participants et de l'entreprise, détaillant le **bois à utiliser**, le **matériel**, le **procédé**.

En phase d'exécution (EXE), l'entreprise était si focalisée sur le caractère local du bois, qu'un autre aspect fondamental a été oublié : du **bois sec** était requis pour un **brûlage régulier et efficace**. Les **bois frais de sciage** utilisés ont ainsi nécessité un **temps de brûlage multiplié par 4**, et de nombreuses planches se sont beaucoup **déformées** à cause de la **variation d'humidité très brusque** causées par le feu. Finalement, une lame sur trois a dû être écartée. Cela confirme nettement ce que Maryline Le Goff préconise : « *il faut du bois sec pour faire du bois brûlé* ».

De plus, nous avons insisté pour que le bois ne soit pas brûlé au gaz comme c'est le cas dans les usines des fabricants spécialisés. Ainsi, la **technique traditionnelle japonaise** qui consiste à disposer **trois planches en forme de cheminée et posées sur un brûlot**, a été suivie pour toute la réalisation du bois brûlé de l'école Simone Veil. Cela s'est avéré **très laborieux**. Pour de **telles quantités**, il faudrait mettre au point un **procédé artisanal (ou semi-industriel) plus efficace**, fonctionnant sans énergie fossile.

L'entreprise nous a fait part de ses **difficultés lors du brûlage**. Nous avons préféré **diminuer largement la quantité** de bardage en bois brûlé prévu dans le projet, pour **conserver cette fabrication sans énergie fossile**, mais en moindre quantité. Les façades des murs en paille n'ont donc pas été bardées.

L'utilisation de bois brûlé en bardage est une technique de plus en plus commune. Pour aller plus loin, nous avons souhaité expérimenter son **usage en couverture**. Étant donné le **risque de fuite** dû aux **irrégularités des lames**, nous l'avons fait sur les **préaux de l'école**. Dans ce cas, de légères fuites ne posent pas de problème de pérennité des ouvrages, d'autant plus que la structure des préaux est en chêne. Les lames sont **posées à recouvrement** directement sur les **pannes**, et fixées par des **vis inox**. Après quelques semaines en usage,

nous constatons effectivement que l'**étanchéité n'est pas complète**. Il y a **plusieurs fuites** sur chacun des préaux.



Technique Shou Sugi Ban. Chantier participatif citoyen. Groupe scolaire Simone Veil. Rosny-sous-Bois. 2021. © Direction Recherche et Innovation

Mobilier en chêne déclassé

Lors de la livraison des projets successifs de la DRI, le mobilier est livré durant les derniers jours avant la rentrée. On assiste alors au déballage des tables, chaises, armoires, tableaux, et autres casiers. Composés de **piètements en acier et de panneaux de particules mélaminés pourvus de chants en plastique**, ils semblent complètement **en décalage avec les matériaux qui composent les bâtiments**. Après des mois de suivi des entreprises sur le chantier pour qu'elles mettent en œuvre des matériaux vertueux conformément à nos marchés, ces meubles constituent une réelle **déception**.

En y réfléchissant, **comment peut-on se satisfaire de leurs motifs à l'aspect de bois ?** Il s'agit d'une **imitation grossière du matériau**, qui cache un amalgame de **particules collées**. C'est tout aussi faux que, par exemple, un soda « saveur orange » composé d'eau, de sucre, et de colorants et arômes artificiels. C'est **moins cher et semblable** à un jus d'orange si on n'y regarde pas trop, mais on n'oserait pas servir une telle boisson aux enfants dans une cantine d'école.

Quand le revêtement ou le chant du panneau vient à se dégrader après quelques années, **que comprennent les enfants ?** Soit ils intègrent que **le bois est composé de particules**, soit ils en déduisent qu'**on peut dissimuler la vraie nature des choses derrière un décor**.

¹⁰⁹ Reportage Cash Investigation. Documentaire *Razzia sur le bois : les promesses en kit des géants du meuble*. <https://www.youtube.com/watch?v=KJ-gwaDeS-gN4&t=2815s>

Forte de ce constat, la DRI a commencé à intégrer un **lot Mobilier** dans ces marchés de chantier. Le but est de **concevoir et fabriquer des meubles robustes, réparables, sains, et locaux**.

Il faut tenir compte des **contraintes des utilisateurs** : dimensions et ergonomie pour les enfants, entretien, praticité et poids pour le personnel de nettoyage. On veut ainsi des meubles en **bois massif local**, dont les assemblages permettent la **réparation**, pas trop lourds (en particulier les chaises), **fabriqués localement**. Cela correspond à un travail de **menuiserie artisanale**, mais les **quantités** sont **importantes**. Pour l'école Simone Veil, le marché prévoyait la fourniture de **336 tables** (tables d'écoliers et grande tables), **339 tables et bancs, des bureaux, fauteuils, bibliothèques, armoires, tableaux**, etc. Aujourd'hui, de telles quantités de meubles en bois massif ne sont plus fabriquées en Ile de France. Les menuisiers locaux traditionnels, rares, ne peuvent pas répondre à un tel marché. L'**évolution de la filière bois** des dernières décennies a **supprimé les petites et moyennes entreprises locales dotées de savoir-faire traditionnels**.

Le marché a été passé avec un entrepreneur vraisemblablement habitué à saisir ce type d'opportunité, dans différents domaines. Son **entreprise de menuiserie** a semblé correspondre à nos attentes. Néanmoins, la **conception** des meubles et leur **prototypage** ont été **sous-traités** auprès d'une entreprise plus grande investie dans la menuiserie, la charpente, le réemploi. Nous avons fait des réunions de travail régulières avec eux pour qu'ils nous présentent leurs options d'approvisionnement en bois, et pour concevoir les meubles ensemble.

Pour l'**approvisionnement**, l'option retenue lors du prototypage a été du **chêne qualité charpente, déclassé**. Il présentait donc de l'**aubier**, des **gros nœuds**, des **piques d'insectes**. Ainsi, on valorisait des lots de bois qui étaient probablement destinés à être brûlés. Cela ne pose pas de problème sérieux pour des meubles, mis à part les **irrégularités sur les plateaux** de tables qui gênent l'écriture (ce problème est évité en choisissant les bois utilisés pour les plateaux), et l'**aspect esthétique** qui nous convient très bien.

Pour ce mobilier, nous imaginions une **fabrication traditionnelle**, avec des assemblages bois-bois chevillés, à partir de bois massif débité, raboté puis façonné. Ainsi, nous voulions perpétuer ou réinventer les savoir-faire de menuiserie. Au lieu de cela, l'entreprise a choisi d'utiliser sa **machine à commande numérique (CN)**.

Ainsi, les planches de bois déclassé étaient collées en panneaux. Ces derniers étaient ensuite usinés dans la machine à commande numérique. Ce processus présente plusieurs désavantages : il y a une quantité assez importante de colle pour créer les panneaux, il y a des **chutes conséquentes** lors de l'usinage, et les **dimensions** des planches ainsi que le fonctionnement de la CN (3 axes) **limitent les possibilités de géométries et d'assemblages**.

Nous souhaitions éviter les colles pour que les meubles soient facilement réparables, et pour assurer une bonne qualité de l'air. L'entreprise nous a présenté différentes **colles traditionnelles**, toujours utilisées en restauration et en lutherie, à base d'os, de peau ou de tendon. Elles présentent l'avantage de **ne pas émettre de polluants**, et surtout d'être **complètement réversibles**. En les chauffant à environ **70°C**, elles ramollissent et permettent le **démontage de l'assemblage**. Nous envisagions ainsi de les utiliser pour l'ensemble de la production.

Cette phase de conception a abouti à un ensemble de prototypes aboutis : tables basses, tables et chaises d'écoliers de différentes tailles, etc. Les **chaises** ont été les plus **difficiles** à créer, car elles devaient être **empilables**. La **légèreté** des tables et des chaises était également déterminante.



Mobilier en chêne déclassé. Groupe scolaire Simone Veil. Rosny-sous-Bois.
2020. © Direction Recherche et Innovation

Malheureusement, après ce prototypage long mais satisfaisant, l'entreprise mandataire et son sous-traitant ne se sont pas mises d'accord sur la **répartition financière de l'affaire**. Nous ne savions donc pas qui allait réaliser la fabrication. Une longue phase d'inactivité a alors eu lieu. Nous avons dû **sortir du marché une grande partie des meubles prévus**, pour que la partie restante soit réalisée correctement. L'entreprise nous a présenté un **autre sous-traitant**, chargé de la production. Il s'agissait d'un **fablab**, qui s'est basé sur le travail mené jusqu'alors. Néanmoins, ils ont choisi des assemblages par lamelles qui se sont avérés peu robustes. Plusieurs ajustements ont dû être exigés.

De plus, au lieu du chêne déclassé proposé par le premier sous-traitant, les meubles ont finalement été faits en **frêne-olivier** (du frêne **naturellement décoloré**, ce qui lui donne l'aspect du bois d'olivier), en **provenance** d'une scierie alsacienne, ce qui laisse suspecter un **approvisionnement** plus lointain encore, en Allemagne notamment.

Enfin, le **fablab** situé à environ **5 km de Rosny-sous-Bois**, a dû en réalité faire la **production** dans les locaux de leur antenne de **Nantes**.



Mobilier en chêne déclassé. Groupe scolaire Simone Veil. Rosny-sous-Bois.
2020. © Direction Recherche et Innovation



Mobilier en chêne déclassé. Groupe scolaire Simone Veil. Rosny-sous-Bois.
2020. © Direction Recherche et Innovation

Jeux d'enfants en grumes dans une cour Oasis

Groupe scolaire Simone Veil (2019-2021)

Lors de la construction du groupe scolaire Simone Veil, la volonté de la DRI est de traiter les **cours d'écoles** dans la continuité des recherches réalisées sur les bâtiments. Les cours participent à la **gestion des ambiances** et sont conçues de manière à créer des **ilots de fraîcheur** ce qui permet de mieux **s'adapter aux périodes de canicules de plus en plus récurrentes**.

L'objectif est de **désimperméabiliser les sols** en utilisant des **revêtements drainants**, de planter des **essences résistantes et vivaces** et de proposer des aménagements stimulants pour les enfants leur laissant libre cours à leur **imagination**. Cette démarche est déjà portée par le CAUE de Paris grâce à leur projet de **cours Oasis** et plusieurs cours d'écoles à Paris ont déjà pris ce virage.

Dans le cadre des cours de l'école Simone Veil, l'intérêt est de **valoriser le bois abattu en ville**, donc localement, pour proposer des **jeux en circuit court** et non choisis sur catalogue.

Pour mener à bien ce projet, **plusieurs acteurs** sont mis en relation : l'**entreprise d'aménagements paysagers** qui est retenu pour l'opération, les **bûcherons du bois de Vincennes**, les **élus de la Ville de Rosny-sous-Bois** et la **DRI**.

Il a été difficile de concrétiser le projet avec les espaces verts de la ville pour qui un arbre abattu représente un arbre à problème (gênant sur l'espace public, problème sanitaire, forme tordue) et qui ne peut pas être utilisé. Par ailleurs, peu d'arbres sont abattus chaque année dans la ville et les bois sont systématiquement broyés. L'alternative est de se tourner vers les **bûcherons du bois de Vincennes** qui gèrent d'une part les **coupes faites dans le bois**, pour raisons sanitaires ou tout simplement pour régénérer la forêt et d'autre part ce sont eux qui **recupèrent les arbres coupés dans les espaces publics** dans Paris. La quantité de grumes est donc

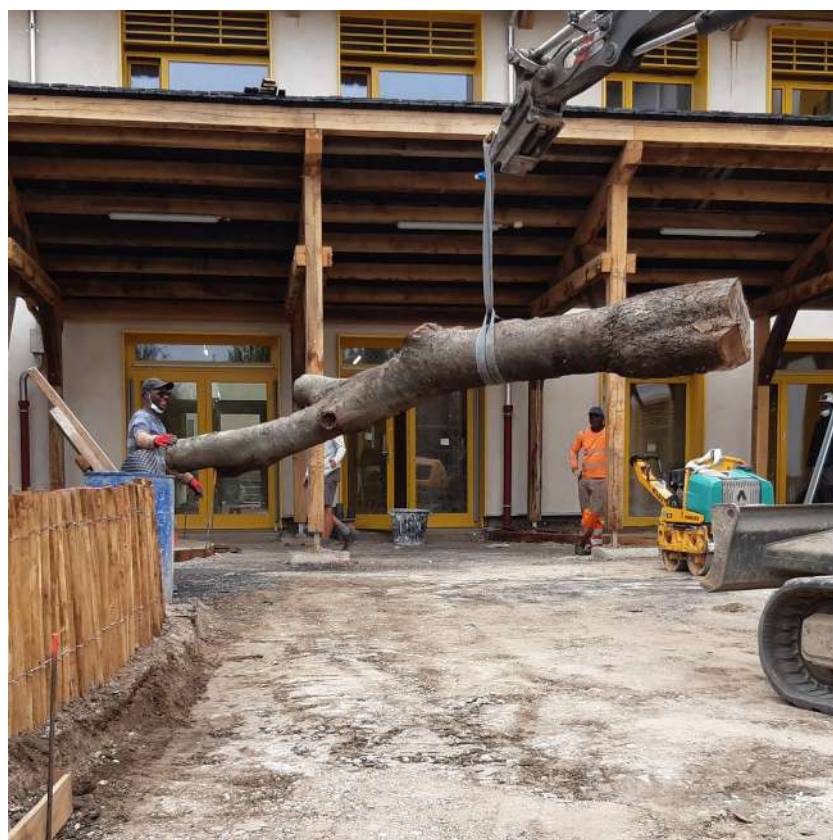
beaucoup plus importante ce qui a permis de **choisir** les **essences**, la **longueur** et la **forme** souhaités pour correspondre au mieux aux **jeux imaginés**.

Pour cette école, il n'a pas été possible de **garder les grumes des arbres présents sur le site** avant la construction mais cela a été fait pour la construction du centre de loisirs Jacques Chi-rac où les grumes des arbres coupés avant la construction ont été stockés puis utilisés pour la charpente du local vélo.

Ce chantier est l'occasion de réfléchir à la **valorisation des arbres abattus** chaque année dans les communes sur des projets à destination des citoyens.



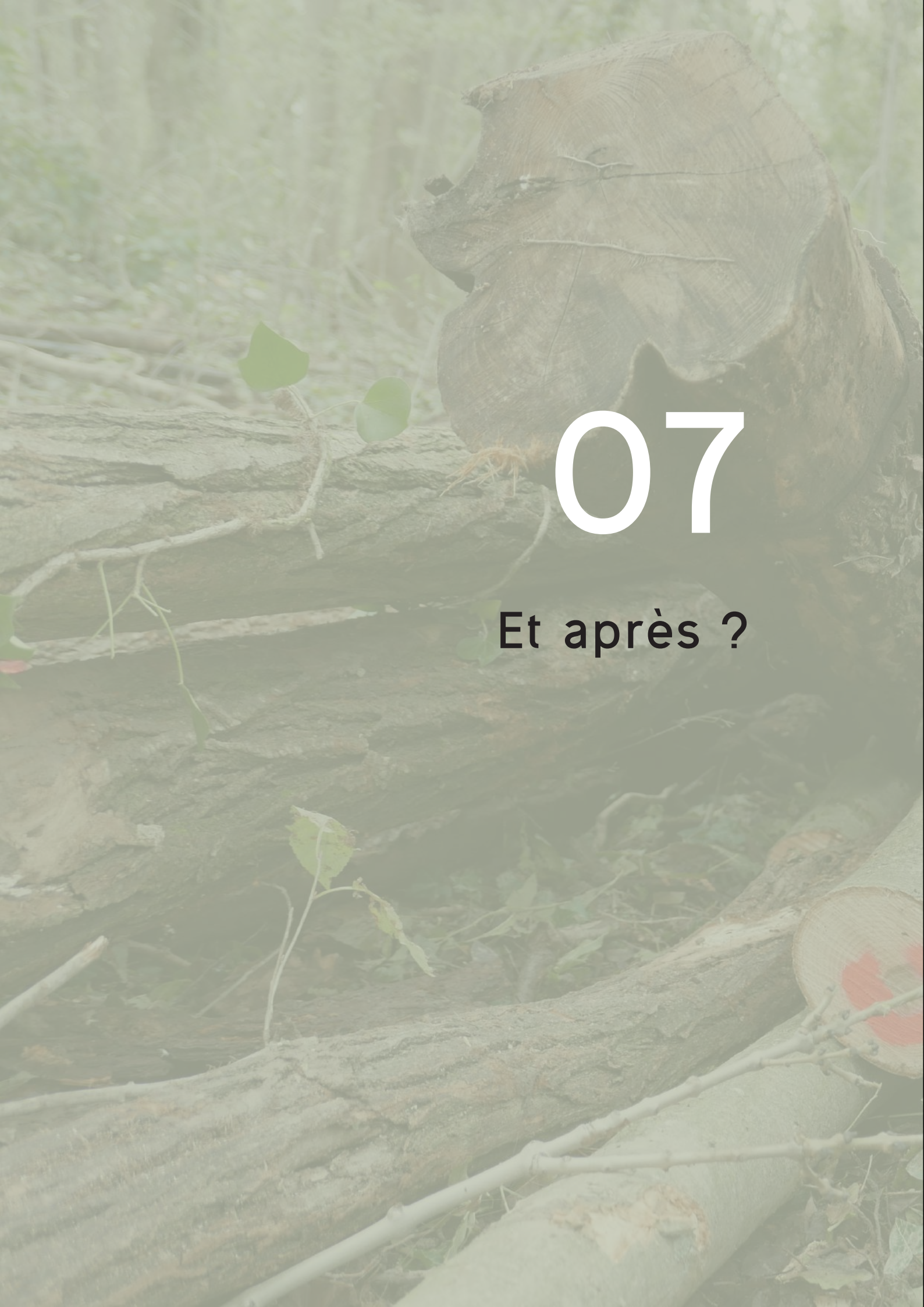
Équipe de la DRI sur les grumes. Choix pour les jeux d'enfants. ?. 2021. © Direction Recherche et Innovation



Mise en oeuvre des grumes à Simone Veil. Transport dans la cour de récréation.
Rosny-sous-Bois. 2021. © Direction Recherche et Innovation



Enfants de l'école Simone Veil. Grumes dans la cour de récréation. Rosny-sous-Bois. 2021. © Direction Recherche et Innovation



07

Et après ?

Jardins-forêts œuvrables et nourriciers

Le constat est le suivant : la **construction** de nouveaux bâtiments ou la **rénovation** de l'existant **impactent considérablement nos écosystèmes**, même lorsque des **matériaux vertueux** tels que le bois sont utilisés. Au vu de la quantité de bois qui est parfois mise en œuvre pour la construction d'un bâtiment, la DRI a choisi de réserver ce matériau **uniquement aux parties nobles** telles que la **charpente** ou la **structure**. Elle s'est donc tournée vers un autre matériau, **la paille**, qui pousse beaucoup plus rapidement : **cycle annuel** pour la paille contre environ **70 ans** avant de pouvoir récolter du bois.

Ce choix permet d'avoir une **pression moins forte sur les forêts françaises** mais les **systèmes agricoles conventionnels** tels qu'on les connaît aujourd'hui ont pour principal objectif la production alimentaire humaine et animal **sans se préoccuper des sols** et la **biodiversité** présente. En effet, l'agriculture est basée sur de **vastes monocultures** de plantes annuelles nécessitant un **travail du sol lourd et destructeur de la biosphère** après chaque récolte.

De nouvelles pratiques comme la **permaculture**, les **forêts-jardins**, l'**agroforesterie** deviennent de plus en plus courantes et sont plurifonctionnelles (production alimentaire et de bois d'œuvre par exemple). Ces nouvelles formes d'agricultures permettent de répondre à la demande dans plusieurs domaines tels que l'**alimentation**, la **construction**, l'**énergie** tout en respectant et **protégeant les écosystèmes**.

Le défi que nous devons relever aujourd'hui est grand mais la question clé pour l'agriculture est : comment avoir un **système généreux, robuste et pérenne**, non basé sur le labour mais sur la **valorisation des variétés**, la **protection** et le **maintien** de la **biodiversité** et sur la construction d'un **sol** capable de **séquestrer le carbone** et de produire ses **propres nutriments** ?

Il est apparu évident pour la DRI de réfléchir, penser et imaginer la mise en place de **systèmes mixtes agricoles et forestiers alternatifs** et plus **résilients** face aux changements globaux, comme des **forêts-jardins** qui seraient à la fois **nourriciers** et **œuvrables** pour les futures écoles de Rosny-sous-Bois.

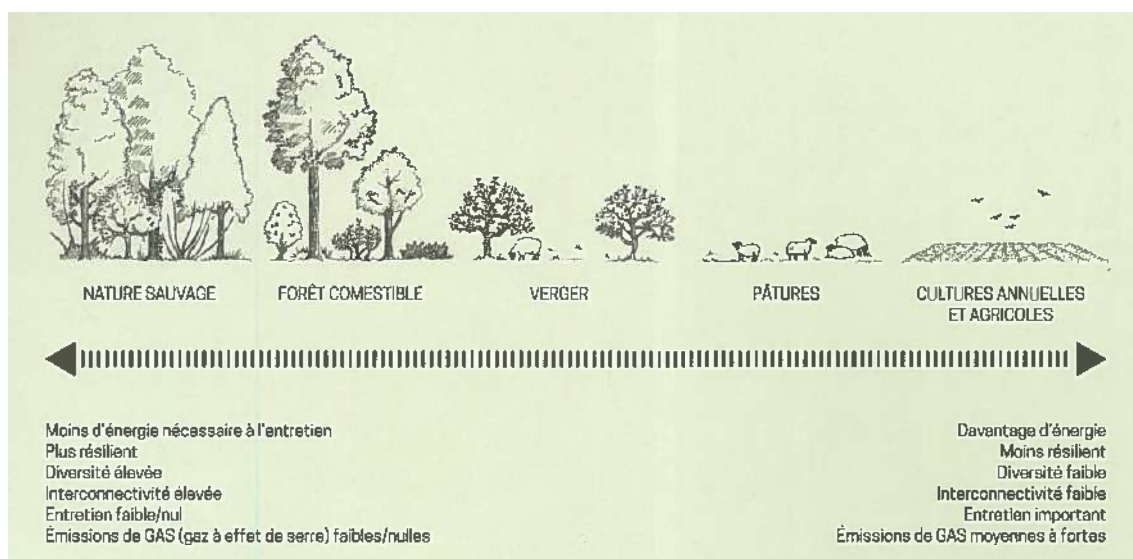
Ces **forêts-jardins** composées de **plusieurs strates** où chaque individu serait à même de remplir **plusieurs fonctions** serviraient de **ressource pour alimenter les cuisines scolaires** mais aussi de **matériaux pour la mise en œuvre des bâtiments**.

Par exemple, les arbres de la **strate arbustive** produiraient tout au long de leur vie des **fruits comestibles** par les enfants et lorsque l'arbre est adulte et de diamètre suffisant, celui-ci peut être utilisé pour la **structure ou la charpente** d'une école. Bordé par ces forêts-jardins, un ensemble de **vergers**, de **pâtures** et de **cultures agricoles** pourraient prendre place pour rendre ces systèmes plus **complets** et plus **résilients**.

Dans la continuité d'utiliser de la **paille** pour les constructions des éco-écoles de Rosny-sous-Bois, celle-ci proviendrait de **cultures de variétés pluriannuelles** pour **limiter l'impact** sur les agroécosystèmes. La plantation et la mise en œuvre de céréales vivaces comme le **Kernza®** sont une avancée importante pour que la **construction soit neutre voire positive** sur notre environnement. Par ailleurs, l'utilisation de **machineries low-tech**, alternative aux machines agricoles lourdes, est plus propice à la **préservation du sol, de la faune et de la flore** car elles fonctionnent **sans pétrole** mais mécaniquement grâce à la **traction animale**, à l'**énergie solaire** ou **éolienne** ou de l'**Homme** grâce à des **vélos** par exemple.

Dans la Drôme, à Beaumont-les-Valence, se trouve un lieu de rassemblement très inspirant, appelé l'**Atelier Paysan**, qui regroupe des **inventeurs de machines et engins agricoles low-tech** et **sans pétrole**.

Voilà à quoi pourrait ressembler la production agroalimentaire de notre pays tout en produisant d'autres biens et en ayant un impact positif sur la biosphère.



Différents systèmes forestiers et agricoles. 2017. © La forêt-jardin, de Martin Crowford

¹¹⁰ Définition *Céréales pérennes* : « En botanique, une plante est pérenne lorsque le végétal, vivace donc pérennant, vit plus de deux années. La plante vivace est alors pérennante. La pérennité s'applique à de nombreux autres. » <https://www.aquaportail.com/definition-2872-perenne.html>

La réhabilitation d'écoles avec des bottes de Kernza®

La DRI a pour mission la **construction de nouvelles écoles** afin de répondre à l'**augmentation de la population** mais les **écoles datant des années 70** déjà présentes dans la commune vont être prochainement **renovées** pour **améliorer le confort** des enfants.

L'**urgence climatique** dans laquelle nous vivons a amené le service à trouver des solutions concrètes pour y répondre. La volonté est donc de **remplacer la paille de blé** utilisée actuellement, qui est une **céréale annuelle**, par de la **paille de Kernza®** qui elle fait partie des **céréales dites « pérennes »**.

Cette dernière, originaire du **Kansas**, présente de nombreux **intérêts écosystémiques** en plus de permettre de **nourrir les Hommes**. L'un de ces avantages est de **réduire la pression sur les agro-systèmes** en comparaison avec ses cousines au cycle annuel ; pas besoin de la planter pendant 4 à 5 ans. C'est aussi un atout non négligeable dans les zones géographiques où il pleut au printemps lors de la saison des semis. Ces **longues racines** qui descendent jusqu'à 5 mètres de profondeur **protègent les sols** de l'érosion et la **pollution des nappes phréatiques**. Elles sont capables de **capturer les intrants** tout au long de leur croissance et de **stocker le carbone** et les **nutriments** dans les sols.

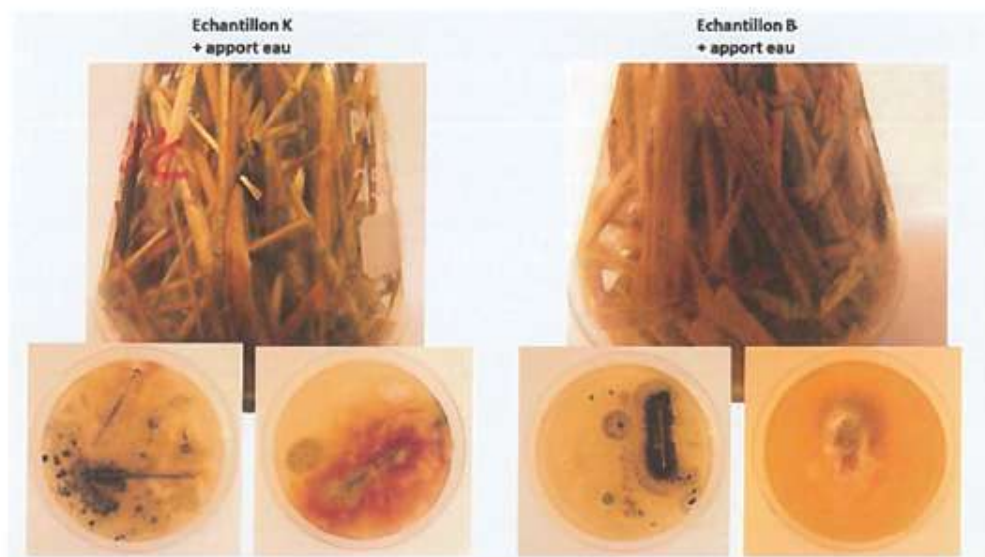
Le Kernza® n'a pour le moment été étudié que dans l'optique de l'utiliser en **alimentation** via la production de farines et comme fourrage pour les animaux. Les études s'étant limitées à ce domaine, son utilisation en **construction** nécessite donc plusieurs **essais en laboratoire**. La DRI a sélectionné **trois tests** afin d'avoir l'aval du **bureau de contrôle** pour l'utiliser dans la construction des futures écoles. Le premier est un **test de développement de champignons** qui est à la fois mené sur de la paille de Kernza® et de la paille de blé par le service EREM de l'université de Caen. Des **essais de conductivité thermique** et



Plants de Kernza. Issus des champs d'essais réalisés par Laura Fagnant.
Université de Gembloux Agro-Bio Tech. 2020. © C. Zordan

un **essai de résistance au feu d'un mur en Kernza®** sont aussi nécessaires.

A la suite de ces essais, l'objectif est de réaliser des **petites bottes de paille de Kernza®** et de les mettre en œuvre en **isolation par l'extérieur dans une ossature en bois** portée par des **fondations sur pieux vissés**. La première tentative sera lors de la réhabilitation de l'école **maternelle Bois Perrier** et c'est dans ce cadre que les murs seront équipés de **capteurs d'humidité et de température** pour suivre l'évolution en conditions météorologiques et d'utilisation réelles. Si les données sont satisfaisantes, la réhabilitation de l'école **maternelle des Marnaudes** sera basée sur les mêmes principes.



Essais de développement fongiques sur le Kernza et le Blé.

2021. © Université de Caen

Bibliographie

SITES WEBS

ASSOCIATION CENTRE D'ECODEVELOPPEMENT DE VILLARCEAUX. *La Bergerie de Villarceaux : un projet, un territoire, une équipe*. [En ligne]. <http://www.bergerie-villarceaux.org/>

ASSOCIATION DES HOMMES ET DES ARBRES, LES RACINES DE DEMAIN. *Notre ambition*. <https://www.deshommesetdesarbres.org/notre-ambition.html>

AUTOUR DU FEU. *La Pédagogie Par la Nature, une approche pédagogique scientifique*. [En ligne]. <https://www.autourdufeu.org/forest-school>

BILP CONSTRUCTION BOIS. *Le bois traité au sel en autoclave*. Mars 2015. [En ligne]. <https://constructionbois.bilp.fr/guide-construction-bois/connaitre-choisir-materiaux/bois-structure/plus-courants/traitement-autoclave>

BOISLIM et UNION REGIONALE DES COMMUNES FORESTIERES. *Guide pour intégrer le bois local dans la commande publique*. (2015). [En ligne]. <https://issuu.com/boislim/docs/guideprescription-2015-carre-21x21>

BOYLAN Jessie et TITI-FONTAINE Sandra. *En Australie, des Aborigènes en ont assez des mines d'uranium*, dans L'OBS. (2016). [En ligne]. <https://www.nouvelobs.com/rue89/rue89-monde/20100814.RUE7994/en-australie-des-aborigenes-en-ont-assez-des-mines-d-uranium.html>

Cd2e. *Bois traité*. [En ligne]. <http://www.cd2e.com/node/273>

ECOINFO. *Le recyclage des métaux*. (2016). [En ligne]. <https://ecoinfo.cnrs.fr/2014/09/03/3-le-recyclage-des-metaux/>

FAUTEUX, André. *Le bois devient plus toxique en vieillissant*, dans La maison saine et écologique du 21ème siècle. 2008. [En ligne]. <https://maisonsaine.ca/construction-verte/le-bois-traite-devient-plus-toxique-en-veillissant.html>

LE CHARPENTIER VOLANT. *Présentation*. [En ligne]. <https://www.lecharpentiervolant.com/>

OBSERVATOIRE DE LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR. www.oqai.fr

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. *#Toutsavoirusurlesforêts : Comment expliquer la diversité des essences d'arbres ?* [En ligne]. <https://www.onf.fr/+95::toutsavoirusurlesforets-comment-expliquer-diversite-des-essences-darbres.html>

SELECTION VOSGES. *Marquage CE - Bois de structure*. [En ligne]. <http://www.selection-vosges.com/fr/marquage-ce-bois-de-structure.html>

VILLE DE PARIS. *Les cours Oasis*. (2020). [En ligne]. <https://www.paris.fr/pages/les-cours-oasis-7389> (Page consultée le 14 octobre 2021)

WIKIPEDIA. *Bois vert*. (2021). [En ligne]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Bois_vert

WIKIPEDIA. *Prosilva*. (2021). [En ligne]. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Prosilva>

WIKIPEDIA. *Scieur de long*. (2019). [En ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Scieur_de_long

OUVRAGES LITTÉRAIRES

D'ALLENS, Gaspard. *Main basse sur nos forêts*. Éditions du Seuil. 2019. p. 40

BOITARD, Marjolaine. DU BUS DE WARNAFFE, Gaëtan. LAUSSEL, Pascale. *Agir ensemble en forêt. Guide pratique, juridique et humain*. Editions Charles Léopold Mauer. Réseau des Alternatives Forestières. p. 54 à 58. <https://www2.eclm.fr/livre/agirensemble-en-foret/>

CHAMBRE D'AGRICULTURE D'ILLE-ET-VILAINE. Rapport [en ligne] *Produire du bois d'oeuvre dans le bocage*. p. 8.

CONSEIL ECONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL DE LA REGION IDF. Rapport *Pour une politique ambitieuse de la région Ile-de-France en faveur de la filière forêt-bois*. 23 mars 2017. p. 45. <https://www.ceser-iledefrance.fr/ressource/pour-une-politique-ambitieuse-de-la-region-ile-de-france-en-faveur-de-la-filiere-foret-bois/>

CONSEIL REGIONAL DE LA REGION IDF. Rapport *Stratégie régionale pour la forêt et le bois 2018-2021*. p. 2. 2017. <https://www.iledefrance.fr/strategie-regionale-pour-la-foret-et-le-bois-2018-2021>

CRAWFORD, Martin. *La forêt-jardin*. Les Editions Ulmer. 2017. p.24.

DEOUX Suzanne et Pierre. *Le guide de l'habitat sain*. Editions Medieco. 2004. p. 193

LAUSSEL, BOITARD et DU BUS DE WARNAFFE. *Agir ensemble en forêt*. Editions Mayer Charles Leopold Eds. 2018. p. 13.

LOCHMANN, Arthur. *La vie solide*. Editions Payot. 2019. p. 124.

MILLE, Pierre. *L'usage du bois vert au Moyen Age : de la contrainte technique à l'exploitation organisée des forêts*. https://www.persee.fr/doc/acsam_0000-0000_1996_act_5_1_1212

SALMON, Yves. Rapport [en ligne] *Pour une politique ambitieuse de la région Ile-de-France en faveur de la filière forêt-bois*. p. 15. <https://www.ceser-iledefrance.fr/ressource/pour-une-politique-ambitieuse-de-la-region-ile-de-france-en-faveur-de-la-filiere-foret-bois/>

FILMS/DOCUMENTAIRES

DROUET, François Xavier. Film *Le Temps des forêts*. 2018.

CASH INVESTIGATION. (2017). *Razzia sur le bois : les promesses en kit des géants du meuble*. <https://www.youtube.com/watch?v=KJgwaDeSgN4&t=2815s>

RENCONTRES/COLLOQUES

ASSISES NATIONALES DE LA FORET, *Forêts vivantes ou déserts boisés ?* 25/10/2019, Bourse du Travail, Paris.

BOCQUET, Jean-François. Présentation *Forum International Bois Construction FBC 2017*.

PEZRES Emmanuel. (2020). *Vers une conception écosystémique*, consultable sur Frugalité heureuse et créative. [En ligne]. <https://www.youtube.com/watch?v=G--5SIX8ANA>

