

Quelle place pour le Bois dans la Chimie verte ?

Le bois est la matière première permettant théoriquement de reproduire tous les produits chimiques issus de la pétrochimie. En utilisant des ressources renouvelables d'étapes et de dérivés, pour concevoir des produits chimiques moins toxiques l'environnement, tout en limitant les dépenses énergétiques. Quelles sont les caractéristiques chimiques du bois ? Quels sont ses atouts pour une «chimie verte»?

Un peu d'histoire

Le bois a été le premier matériau utilisé par l'homme et, transformé en goudron, le premier produit chimique pour la protection des ouvrages en bois (bateaux, constructions) et pour la santé (antiseptique). L'Industrie chimique, jusque vers les années 1950, reposait uniquement sur le bois. On obtenait ainsi, par pyrolyse du bois, l'acide acétique, sous sa forme acétate de sodium, le méthanol (dénaturant de l'éthanol pour obtenir l'alcool à brûler) des phénols (antiseptiques), des arômes alimentaires (fraise des bois, vanille, caramel...) du diacétyl (au goût de beurre rance pour donner l'aspect du beurre aux margarines végétales).

Figure 1. Document de 1950 décrivant les produits obtenus par distillation du bois. Musée régional de l'Alsace Bossue où sont exposés les gazogènes à Bois - IMBERT

Le Bois matière première pour la Chimie :

Quelle que soit l'essence, le bois est composé de 50% de carbone, 44% d'oxygène et 6% d'hydrogène répartis en 3 constituants macromoléculaires majoritaires: Cellulose, Hémicelluloses et la Lignine à l'origine du charbon minéral. Des substances de faible poids moléculaire, variables selon les essences, sont également présentes. Quelques exemples: les tannins du Chêne que l'on retrouve dans le vin vieilli en barrique; la gomme ou résine du Pin maritime, le latex de l'Hévéa; des minéraux, comme les oxydes de Ca, K, Na, Mg, Fe, Mn, Si, P... présents dans les cendres et qui peuvent être fusibles. Ils sont à l'origine de la fabrication du verre.

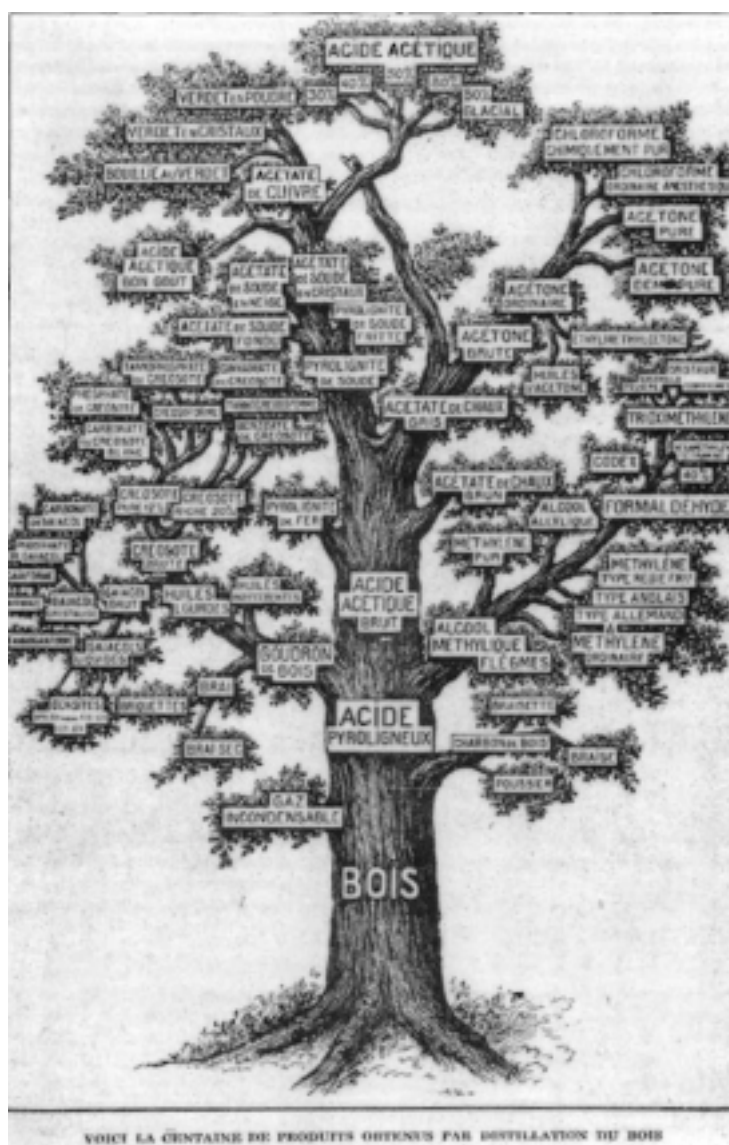
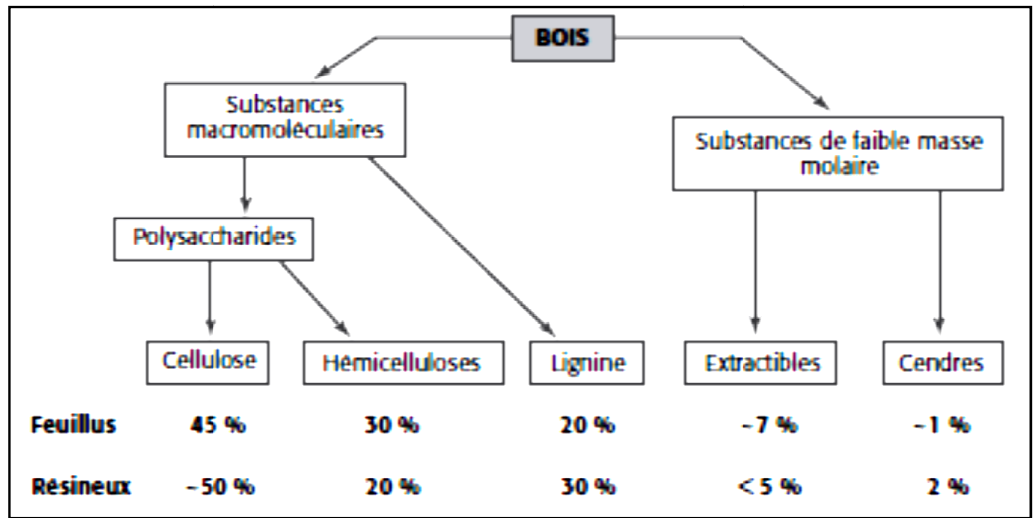
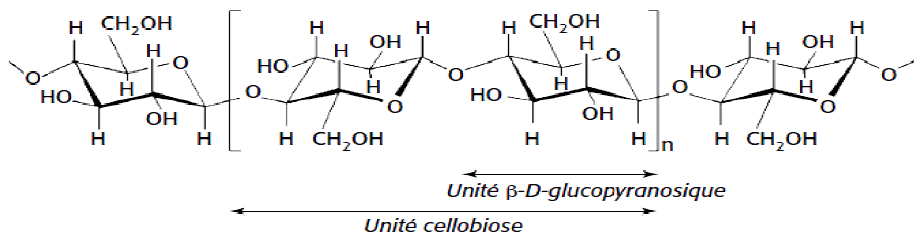


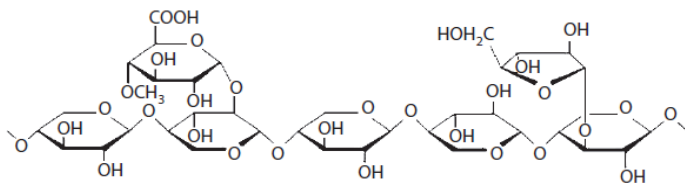
Figure 2:
Composition chimique du Bois



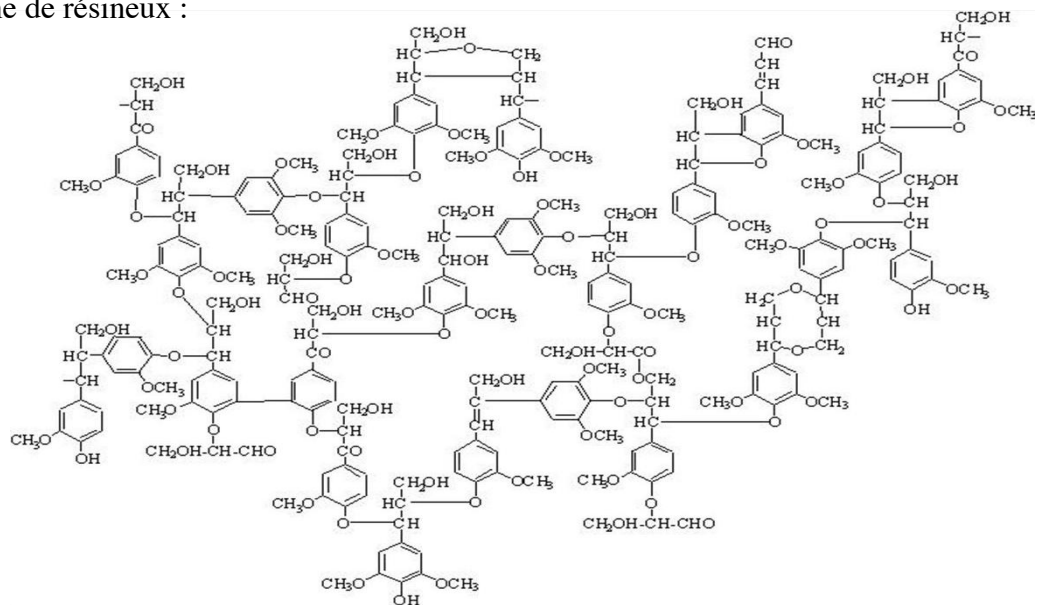
Cellulose



Un exemple d'hémiellulose

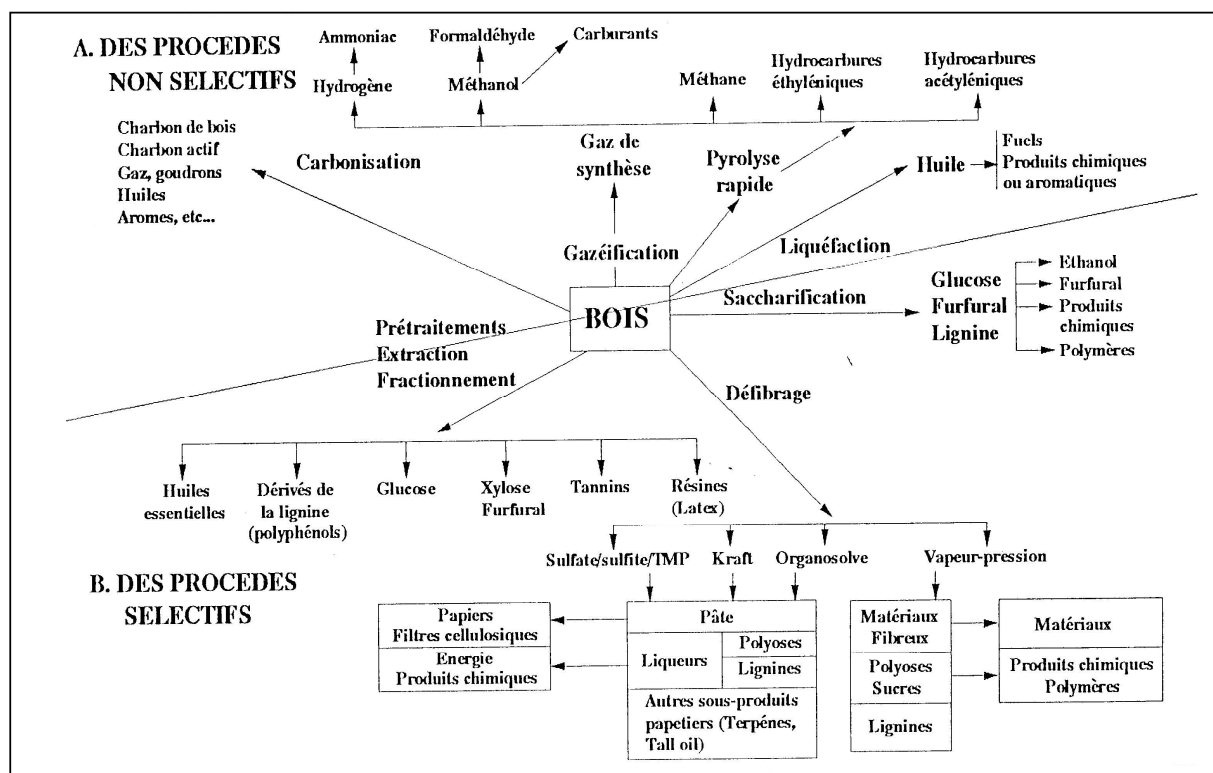


Un exemple de lignine de résineux :



Quelques atouts du bois pour la chimie verte

Outre son caractère renouvelable, le bois se stocke sur pied au cours de sa croissance et n'entre pas en concurrence avec laproduction de biens pour l'alimentation humaine et animale, comme pour les produits chimiques issus de l'Agrochimie. Le bois est la matière première permettant théoriquement de reproduire tous les produits chimiques issus de la pétrochimie. Toutes les réactions sont connues, souvent depuis très longtemps, que ce soit avec des procédés non sélectifs ne conservant pas les structures moléculaires des constituants du bois ou avec des procédés sélectifs plus respectueux de la structure du bois. Le schéma suivant résume l'état des connaissances et procédés de transformation actuels. Avec le concept de Chimie verte, on ne va pas « trouver » de nouveaux produits à quelques exceptions prêt, mais développer de nouveaux procédés où toute la matière première sera valorisée.



Depuis quelques années, on assiste à une renaissance de cette "xylochimie" sous la forme de bioraffinerie valorisant tous les constituants du bois. C'est une chimie fine, extractive à partir de métabolites secondaires (extractibles) des feuillages, écorces, bois et de transformation après prétraitement et séparation des constituants majeurs. La lignine n'est pas valorisée uniquement en tant que charge ou lignosulfonates, mais en produits chimiques fins, tels que des antioxydants. Un des avantages du prétraitement est de réduire les quantités de réactifs (enzymatiques, acides..) pour hydrolyser les polymères constitutifs mieux séparés et moins modifiés.

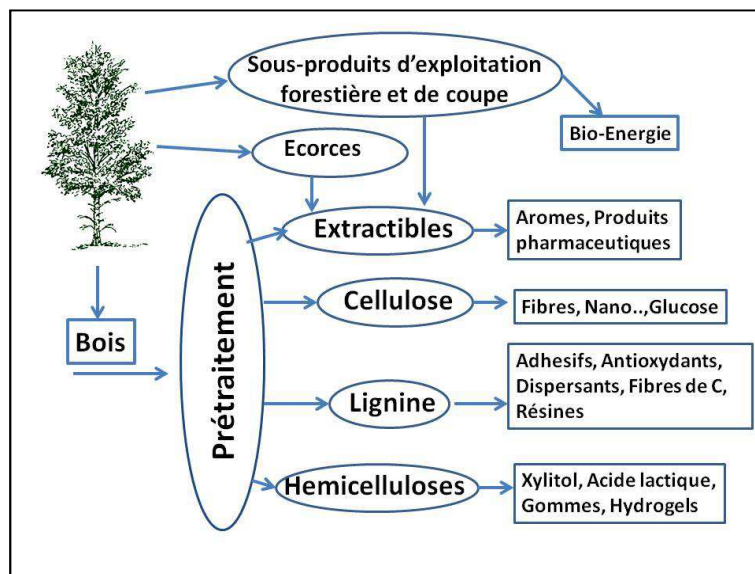


Figure 3. Schéma général de bioraffinerie

On peut ainsi obtenir de la cellulose pure, utilisable en emballage alimentaire (viscose), sous forme de cellulose nano cristalline (Nanocellulose) à propriétés remarquables, équivalente au Kevlar, utilisable également comme charge (nanowhiskers) alimentaire ou non, comme mousse ou gel... La lignine peu modifiée peut être envisagée pour l'obtention de fibres de carbone, d'adhésifs phénoliques et polyuréthanes, d'antioxydants industriels et même de charbons actifs.

Les produits issus de la chimie des extractibles provenant soit de la lignine ou des écorces, ou des noeuds, sont des tannins à propriétés anti oxydantes, sources d'adhésifs verts et de mousses ignifuges, ainsi que des molécules à propriétés nutraceutiques (p.ex . bouleau) et pharmaceutiques : acide salicylique, Xylitol (agent sucrant), sitostérol (analogue au cholestérol utilisés dans les alicaments), lignanes (antioxydants et anticancéreux). On extrait de l'écorce de pin maritime du Picnogenol antioxydant et antiinflammatoire combinaison d'acides organiques, procyanidines et bioflavonoïdes. Le resveratrol présent dans le vin rouge est un stilbène présent également dans l'écorce d'épicéa.

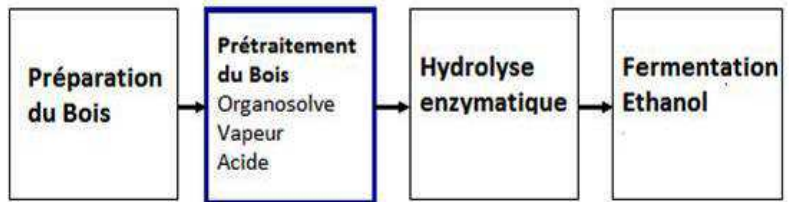
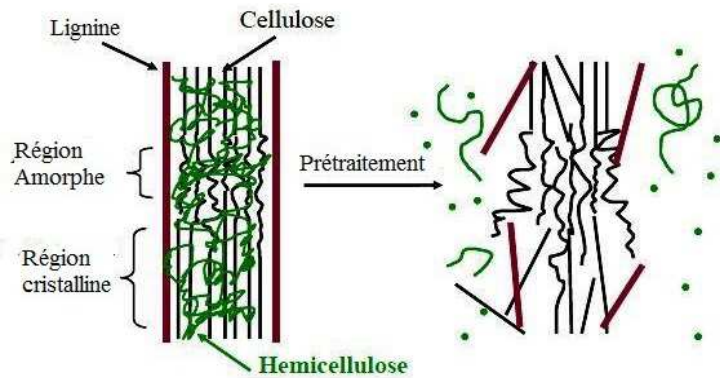


Figure 4. Exemple de prétraitement, au niveau de la paroi et dans un processus complet

Ce qu'il faut retenir

- L'utilisation du bois pour la chimie est très ancienne et a été développée jusqu'au milieu du 20^{me} siècle
- La cellulose est le produit organique le plus important sur terre. Elle a été le premier polymère utilisé par l'homme
- De nouveaux matériaux à partir de la cellulose comme les nanocelluloses apparaissent sur le marché aussi bien industriel qu'alimentaire
- La lignine va donner lieu à des utilisations à valeur ajoutée comme avec les adhésifs et antioxydants
- Dans le bois, tout est valorisable en produits chimiques « verts », avec le concept de bioraffinerie

Quelle matière première pour la chimie verte à base de bois ?

Elle peut provenir des sous-produits de la sylviculture et de l'exploitation forestière, sans oublier ceux issus des industries de transformation du Bois. Par ailleurs, une source importante de matière première peut provenir de la valorisation des produits bois en fin de vie (cascade). L'utilisation du bois comme matière première pour la chimie, en remplacement du pétrole, ne déséquilibrera pas les autres utilisations en bois matériau et bien entendu papeteries. Cette nouvelle chimie verte permettra la diversification de l'industrie papetière en valorisant de façon optimale tous les constituants du bois...notamment à partir des feuillus, relativement peu utilisés en papeterie et dont les débouchés en bois massif sont plus limités que pour les résineux utilisés en construction.. Actuellement c'est autour des usines de pâte chimique que se développe cette chimie du bois moderne. On pourrait facilement imaginer de remplacer tout ou partie du pétrole consommé pour la chimie (environ 15MT/an en France) par le bois. Il serait nécessaire de disposer au maximum de 90Mm³ de Bois par an.