

Chimie du bois et chimie durable : valorisation de la ressource forestière

Résumé La formidable histoire du site de Tartas dans les Landes – une usine de pâte qui s’est transformée en une bioraffinerie moderne – met en lumière l’histoire de la chimie du bois, des parcours croisés entre aventure humaine, esprit d’entreprise et progrès des sciences et techniques. Cette usine – une référence en termes de valorisation des constituants du bois (bioproduits, bioénergie et biocarburants) – cultive une vision industrielle résolument tournée vers un avenir durable et responsable qui n’empêche pas de conserver un ancrage territorial et culturel fort.

Mots-clés Cellulose, spécialités, chimie du bois, bioraffinerie, biocarburant, bioénergie, lignosulfonates, éthers de cellulose.

Abstract Wood chemistry and sustainable chemistry: valorization of forest resources

The great story of the Tartas site in the Landes area (South-West of France) – a pulp factory that has been transformed into a modern biorefinery – highlights the history of wood chemistry, the paths crossed between human adventure, entrepreneurial spirit and progress in science and technology. This factory – a reference in terms of recovery of wood constituents (bioproducts, bioenergy and biofuels) – cultivates an industrial vision resolutely turned towards a sustainable and responsible future which does not prevent it from maintaining strong territorial and cultural roots.

Keywords Cellulose, specialties, wood chemistry, biorefinery, biofuels, bioenergy, lignosulfonate, cellulose ethers.

À la mémoire de Benoît Aubriot, ingénieur (1963-2021).

La plateforme de bioraffinage à Tartas

Au cœur de la forêt landaise, entre Dax et Mont-de-Marsan, se niche une unité industrielle qui a connu depuis sa création en 1945 bien des rebondissements : une aventure qui force le respect, et un avenir résolument tourné vers un développement durable, responsable et biosourcé.

Depuis 2017, le site de Tartas, seule bioraffinerie de ce type en France, fait partie du groupe américain Rayonier Advanced Materials (RYAM), leader mondial des celluloses de spécialités destinées à l’industrie des dérivés cellulosiques. À l’origine, Bernard Navarre (figure 1), un entrepreneur local qui a su voir l’immense potentiel du pin maritime de la forêt des Landes pour développer une industrie papetière alors en pleine expansion.



Figure 1 - Bernard Navarre (Tartas, 1880 - Saint-Cloud, 1966), fondateur de la « papeterie » de Tartas.

On le verra, l’usine de pâte « à papier » ou pâte de cellulose a su évoluer et se métamorphoser en une bioraffinerie ligno-cellulosique moderne, performante et parfaitement intégrée dans son environnement.

Un peu d’histoire

La cellulose est un composé présent dans toutes les matières végétales (figure 2). Utilisée depuis la nuit des temps, par exemple pour la production des premiers papiers, elle n’a été identifiée chimiquement et isolée qu’en 1839 par Anselme Payen, un chimiste français (figure 3). Bien que la cellulose recèle encore de nombreux mystères, ce polymère linéaire naturel est maintenant bien caractérisé et exploité industriellement jusque dans ces formes les plus pures pour la production de ses dérivés chimiques.

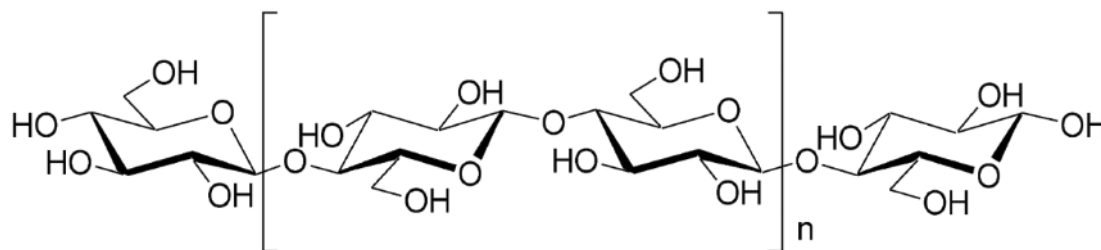


Figure 2 - La cellulose est un homopolymère linéaire composé de dimères de résidus β -D-anhydroglucopyranose (AGU) : deux unités AGU reliées entre elles par des liaisons glycosidiques β -(1 \rightarrow 4) forment le motif de répétition appelé cellobiose.

Anselme Payen



Figure 3 - Le chimiste français Anselme Payen (1795-1871) a, le premier, isolé et nommé la cellulose, en 1839 (Rapport sur un mémoire de M. Payen, relatif à la composition de la matière ligneuse).

Le bois contient environ 50 % de cellulose. Les autres composés présents dans les bois résineux sont les hémicelluloses (20 %), la lignine (25 %) et 5 % de composés extractibles (la résine), ainsi que quelques éléments minéraux.

Le bois est un formidable matériau composite où la cellulose est la fibre et la lignine la colle qui lie les fibres entre elles. Les hémicelluloses quant à elles sont des petits polymères de sucres ramifiés que l'on trouve à l'interface cellulose/lignine. C'est cette structure composite qui confère au matériau bois ses caractéristiques de résistance exceptionnelles.

L'utilisation du bois comme source de matière première pour la chimie remonte à l'Antiquité. Pour prendre l'exemple des Landes de Gascogne, le pin maritime était utilisé pour la production de charbon de bois afin d'alimenter les forges et les verreries implantées sur le massif forestier. Les sous-produits de la fabrication des charbons étaient les goudrons de pin utilisés pour étanchéifier les coques et les cordages des navires. La chimie biosourcée était née, bien avant la chimie du pétrole et de la houille !

Dès le XVIII^e siècle, mais surtout avec l'expansion de la forêt landaise sous l'impulsion de Napoléon III dans la seconde moitié du XIX^e siècle, le gemmage des pins maritimes est à l'origine d'une industrie florissante : celle des produits résineux. Le gemmage est la récolte de la résine grâce à une entaille que l'on pratiquait sur l'arbre et que l'on recueillait dans des pots en terre cuite. La distillation de la résine permettait de séparer les terpènes ou essence de térébenthine (20 %) de la colophane (80 %). Ces deux familles de produits ont des applications dans de multiples secteurs industriels :

- solvants organiques et parfumerie pour les terpènes ;
- adhésifs, soins du corps (cires et crèmes), nutrition (boissons, chewing-gum...), construction pour les colophanes.

Bien que l'activité du gemmage ait disparu de la forêt landaise dans les années 1970, ce sont maintenant les usines de pâte de cellulose et les bioraffineries du bois qui fournissent l'essentiel des composés résiniques aux industriels de la chimie des produits résineux.

La révolution scientifique et industrielle de la fin du XIX^e siècle a été le théâtre de découvertes innombrables que l'on a peine à imaginer aujourd'hui. Parmi celles qui nous intéressent ici, citons la chimie de la cellulose et la chimie du bois. Ces deux pans de l'industrie chimique naissante allaient très vite se rejoindre et 170 ans plus tard représentent le renouveau d'une chimie biosourcée et écoresponsable (voir encadré 1).

Développement des pâtes de bois

Si le traitement en milieu alcalin de plantes annuelles est connu depuis l'Antiquité, c'est avec l'invention des procédés de cuisson du bois sulfite et kraft que l'industrie papetière a pu se développer à grande échelle. Ces procédés sont toujours utilisés et n'ont eu de cesse de s'améliorer, tant sur le plan de

la qualité des pâtes produites que sur le plan de leur impact environnemental.

Le blanchiment des pâtes écrues (pâtes à papier et pâte fluff), mais aussi la purification des fibres de cellulose et le contrôle de leur degré de polymérisation (pâtes à dissoudre et celluloses à usages chimiques) font partie des évolutions majeures qui, au fil des innovations, ont permis d'obtenir des produits pouvant rivaliser, voire surpasser, les meilleures pâtes de cellulose de coton.

Si le procédé kraft prédomine aujourd'hui sur le marché des pâtes de bois, c'est parce qu'il conduit à des fibres de cellulose ayant de bien meilleures caractéristiques papetières (résistance à la rupture et à la déchirure par exemple) que les fibres produites à partir du procédé sulfite. En revanche, pour la production de pâtes à dissoudre, le procédé sulfite fait jeu égal avec le procédé kraft pré-hydrolysé. Il lui est même supérieur pour produire des celluloses à très haut niveau de degré de polymérisation, une caractéristique recherchée par les producteurs d'éthers de cellulose.

De la « papeterie » de Tartas à la bioraffinerie

1936-2022 : plus de 80 ans d'histoire industrielle

C'est la Société Calaisienne des Pâtes à Papier (SCPP) qui, en 1936, a initié le projet de construction d'une usine de pâte à Tartas. Cette entreprise, basée à Calais, rencontrait alors de sérieux problèmes d'approvisionnement en bois ; ceux-ci étaient importés à grands frais des forêts scandinaves et canadiennes...

Bernard Navarre, entrepreneur visionnaire, administrateur de la SCPP et natif de Tartas (Landes), est conscient du potentiel du massif forestier aquitain en tant que source abondante de bois résineux de qualité.

Les projets furent nombreux et pour se démarquer des autres usines de pâte déjà présentes sur ce massif (à Facture-Biganos en 1924, Mimizan en 1925, Roquefort en 1934), il est finalement décidé de construire une usine de pâte au procédé sulfite avec comme principal utilisateur potentiel le Comptoir des Textiles Artificiels (CTA), et que l'usine de Tartas produirait de la pâte à dissoudre pour le procédé viscosé.

Chose faite près de dix ans plus tard. Mais rien ne fut simple... Les études techniques entre 1937 et 1939 concluent à la faisabilité du projet. Les travaux d'ingénierie sont prêts. La SCPP achète un terrain à Tartas en 1939, juste avant la mobilisation générale et la guerre. Le projet Tartas est alors mis en sommeil, l'usine de Calais est arrêtée en 1940, faute de matière première et de personnel...

Après l'armistice de juin 1940, le projet Tartas est relancé ; le CTA appuie fortement cette idée. Une unité pilote de 5 000 tonnes/an va voir le jour et les travaux commencent en 1942, s'accroissent en 1944 à la fin de l'Occupation avec des équipements provenant du démantèlement de l'usine de Calais. La mise en route se fera en fin 1945.

Entre temps, la SCPP a cédé l'usine de Tartas à ses deux actionnaires, la Cellulose du Pin et le CTA, qui créent la Société Landaise des Celluloses en mai 1945.

Les débuts sont difficiles ; le pin maritime contient beaucoup de résine, ce qui pose de nombreux problèmes tant sur le plan de la qualité de la pâte produite que pour les installations. À peu près à la même époque, de l'autre côté de l'Atlantique, l'usine Rayonier de Fernandina Beach en Floride connaissait les mêmes vicissitudes... : le pin du Sud (par opposition aux

Encadré 1

Une chronologie (subjective) de la cellulose

1798 – Invention de la machine à papier par Louis Robert. La pâte à papier était alors produite de manière très artisanale dans des moulins alimentés par la force hydraulique. La matière première provenait par exemple de chiffons composés de coton.

1833 – La xyloïdine (ancêtre de la nitrocellulose) est préparée par réaction d'acide nitrique avec de la sciure de bois (Braconnet, France). Le produit ainsi obtenu est une matière très combustible.

1838 – Le chimiste français Pelouze réalise la même réaction sur des feuilles de papier.

1839 – Anselme Payen (France) isole un constituant chimique des parois cellulaires du bois constitué de molécules de sucres comme l'amidon qu'il nommera **cellulose**, créant ainsi le suffixe « ose » pour caractériser les glucides.

1844 – En Angleterre, John Mercer découvre l'action de la soude sur le coton. Ce procédé, très vite utilisé par l'industrie textile, porte encore le nom de son inventeur : la mercerisation.

1857 – Sous l'impulsion de Napoléon III, la loi du 19 juin, appelée loi relative à l'assainissement et à la mise en culture des Landes de Gascogne, marque un tournant dans l'histoire du Sud-ouest de la France. Elle donnera naissance à la plus grande forêt cultivée d'Europe de l'Ouest.

1862 – La parkesine, première matière plastique à base de nitrocellulose, est un échec commercial

1868 – Une autre matière plastique à base de nitrocellulose, le celluloïd (Hyatt, États-Unis), connaîtra un succès commercial fulgurant. Le premier bioplastique était né !

1868 – Le procédé au sulfite pour la préparation de pâtes de cellulose à partir de bois est inventé par Tilghman (États-Unis) ; c'est un grand pas pour la production à grande échelle de pâtes à papier à partir d'une ressource abondante : le bois.

1869 – Préparation des premiers acétates de cellulose.

1885 – Le procédé kraft pour la production de pâte de cellulose à partir de bois est découvert par Dahl (Allemagne).

1891 – La soie artificielle de Chardonnet (France) est commercialisée ; c'est le premier textile artificiel, fabriqué à partir de nitrocellulose.

1892 – Les travaux de Cross & Bevan aboutissent à l'invention du procédé viscose pour la fabrication de textiles artificiels 100 % cellulose : la rayonne.

1912 – Production de films de cellulose à partir du procédé viscose : le cellophane.

1920 – Démarrage de l'usine sulfite de Riordan Pulp & Paper Company à Temiscaming, (Québec). Cette usine allait devenir en 2017 l'une des quatre bioraffineries du groupe Rayonier AM (RYAM).

1922 – Production de pâtes de bois au sulfite à degré de pureté en cellulose supérieur à 90 %. Les premières pâtes à dissoudre pour l'industrie de la viscose et des dérivés cellulosiques voient le jour.

1930 – Rainier Pulp and Paper Company démarre la production de pâtes à dissoudre pour le procédé viscose (procédé sulfite) sur la côte ouest des États-Unis.

1935 – Première production commerciale d'éthers de cellulose (éthyl cellulose).

1937 – Rainier Pulp and Paper Company devient Rayonier.

1939 – Dow lance la production de méthyl-cellulose (MC).

1939 – Rayonier ouvre l'usine sulfite de Fernandina Beach en Floride et produit des pâtes à dissoudre de très haute qualité.

1944 – Premières productions industrielles de carboxy-méthyl-cellulose (CMC).

1945 – Démarrage d'une usine sulfite à Tartas (France), qui allait rejoindre le groupe Rayonier AM en 2017.

1954 – Rayonier démarre l'usine kraft de Jesup (Georgie, E.-U.) pour produire des celluloses à très haut niveau de pureté ; cette unité deviendra en 1974 la plus importante usine de pâte au monde.

1962 – Battista invente les celluloses microcristallines (MCC).

1977 – Des chercheurs de Rayonier inventent le procédé de fabrication des microfibrilles de cellulose. Le procédé sera exploité par Daicel au Japon.

1984 – Le procédé Lyocell pour la production de fibres textiles est industrialisé.

2017 – Rayonier AM rachète l'entreprise canadienne Tembec et devient ainsi le plus gros producteur mondial de celluloses de haute pureté.

2020 – Rayonier AM prend une participation importante dans Anomera, une startup canadienne qui développe un procédé de fabrication de cellulose nanocristalline (NCC).

« Depuis plus de 95 ans, le groupe Rayonier Advanced Materials transforme des ressources renouvelables en produits remarquables » (DeLyle Bloomquist, CEO).



Figure 4 - Années 1960 : entrée de l'usine de Tartas.

pins scandinaves ou canadiens) était réputé impropre à la production de pâtes sulfite.

L'usine passe de la pâte écrue à la pâte blanchie en 1946. En 1954, elle atteint une capacité de production de 15 000 tonnes par an. Dans les quinze années qui suivent, la capacité de production est portée à 50 000 tonnes annuelles. En 1960, l'usine devient, par voie de fusion, la propriété exclusive de la Cellulose du Pin, elle-même propriété du groupe Saint-Gobain (figure 4).

L'usine pilote a donc fait place à une véritable unité industrielle dont la capacité sera portée à 75 000 tonnes entre 1966 et 1970.

Les années 1970 seront très importantes pour le développement et la pérennité du site de Tartas soumis à des débouchés commerciaux difficiles :

- le marché de la viscose et des textiles artificiels est très fortement concurrencé par les fibres synthétiques d'origine pétrolière et la fermeture des usines clientes françaises de Tartas telles que le groupe Rhône-Poulenc s'accélère ;

- l'autre marché de Tartas, celui des pâtes papetières, est fortement concurrencé par les pâtes kraft, de bien meilleure qualité pour la fabrication de papiers à bonnes caractéristiques physiques.

Le site de Tartas est alors face à un nouveau défi que le groupe Saint-Gobain relèvera en mettant au point des pâtes à usages sanitaires (pâtes « fluff »). Le marché naissant des produits d'hygiène à usage unique (couches bébé, hygiène féminine, incontinence adulte...), alors dominé par les pâtes kraft américaines du sud-est des États-Unis, sera pour l'usine de Tartas le début d'une nouvelle aventure industrielle.

Les pâtes fluff sont des pâtes papetières modifiées, spécialement conçues pour être transformées à sec à l'aide de



Figure 5 - Plaquettes de pin maritime.

défibreur à marteaux. Les fibres ainsi séparées présentent un aspect cotonneux (le « fluff »). Sous cette forme, elles constituent le noyau absorbant des produits d'hygiène jetables. La fibre de pin maritime longue et à paroi épaisse est la garantie d'une capacité d'absorption élevée, particulièrement recherchée pour ce type d'application (figure 5).

La production de pâtes atteindra 100 000 tonnes en 1974, portée par de nombreux succès commerciaux et des investissements soutenus dans tous les secteurs de l'usine (atelier bois, procédés, automatisation, énergie et protection de l'environnement). Des années de modernisation qui se poursuivront au cours des années 1980.



Figure 6 - 1995 : la renaissance de Tartas sous pavillon canadien (Cascades et Tembec). Cinquante ans plus tard, deux nouveaux lessiveurs font leur entrée dans l'usine.

En 1993, le groupe Saint-Gobain, propriétaire de Cellulose du Pin Tartas, redéfinit sa stratégie et décide de se séparer de sa branche Papier-Bois qui employait alors 10 000 personnes en France. S'en suit une période délicate pour les salariés de Tartas, faute de reprenneur. Finalement, en juillet 1994, les groupes canadiens Cascades et Tembec s'associent pour reprendre le site. L'usine est sauvée de la fermeture et une nouvelle aventure commence (figure 6).

1995-2012 : transformation de l'usine de Tartas

Dès la reprise du site par les Canadiens, leurs ambitions sont claires et toujours d'actualité :

- tirer le meilleur parti du massif forestier et de sa ressource fibreuse,
- réorienter la production de pâtes fluff vers le marché de celluloses de spécialités pour l'industrie chimique,
- poursuivre sa modernisation,
- augmenter sa capacité de production,
- réduire son impact environnemental,
- réduire sa dépendance vis-à-vis des énergies fossiles,
- mieux valoriser les co-produits de fabrication de cellulose.

En un mot, l'usine de pâte de Tartas va se métamorphoser en bioraffinerie (encadré 2). On peut même évoquer une seconde vie pour ce site, tant les changements ont été importants.

Encadré 2

Bioraffinerie lignocellulosique

Le terme est bien entendu emprunté à l'industrie du pétrole qui, d'une matière première organique d'origine fossile, saura, à travers une multitude de traitements, séparer, transformer, modifier les différentes fractions hydrocarbonées en produits à haute valeur ajoutée (fiouls lourds, carburants, molécules pour la synthèse des polymères, etc.).

La bioraffinerie est une raffinerie adaptée à une matière première d'origine végétale. Lorsque cette matière première est le bois, on parle de bioraffinerie lignocellulosique.

Le bois, lorsqu'il est issu de forêts gérées durablement, comme c'est le cas dans la forêt landaise, est une bioressource renouvelable disponible et inépuisable, qui ne rentre pas en compétition avec les cultures agricoles pour les circuits alimentaires.

Le bois est une source de polymères (cellulose, lignine et hémicelluloses) et de molécules organiques (résines) que les procédés sulfite et kraft, pour ne citer que les plus courants, permettent de séparer, purifier et transformer.

La bioraffinerie de Tartas est à ce titre unique en France. Elle illustre bien le degré de raffinage que l'on peut obtenir en y intégrant également d'excellentes performances, que ce soit en termes d'efficacité énergétique, d'autonomie électrique et de réduction de l'impact environnemental.

La bioraffinerie de Tartas valorise tous les constituants du bois

- la fibre de cellulose, le produit principal du procédé en termes de volume et de valeur ajoutée, est purifiée et le degré de polymérisation soigneusement contrôlé ;
- une partie de la lignine solubilisée par sulfonation est commercialisée sous forme de lignosulfonates (voir ci-dessous) via une filiale, Rayonier AM Avebene, implantée sur le site de Tartas ;
- une autre partie de cette lignine sulfonée est brûlée dans des chaudières de récupération pour régénérer une partie des produits chimiques nécessaires au procédé de cuisson et récupérer de l'énergie thermique utilisée pour produire de la vapeur et de l'électricité verte revendue à l'opérateur national à travers les dispositifs réglementés nationaux CRE2 et CRE5 ;
- les hémicelluloses sont l'objet d'un projet d'une unité de fermentation et distillation qui produira dès 2024 du bioéthanol de seconde génération pour les carburants automobiles E5, E10 et E85 ;
- un autre effluent du procédé contenant de la lignine (lignine alcaline) et des résines (savons de tall-oil) en milieu alcalin est valorisé (raffiné) localement par des entreprises partenaires ;
- enfin, une chaudière biomasse brûle des sous-produits forestiers impropres à la production de pâtes de cellulose (écorces, sciures, rémanents forestiers, souches...) pour assurer une quasi-autonomie énergétique du site (thermique et électrique).

Les lignosulfonates

Au cours du procédé de cuisson sulfite, la lignine du bois est sulfonée et rendue soluble dans l'eau. Cette liqueur résiduaire a longtemps constitué un déchet qui était rejeté dans le milieu naturel. Bernard Navarre, fondateur des Papeteries de Navarre et de l'usine de Tartas a dès les années 1920 travaillé à la valorisation de ces liqueurs. Il fonde alors avec ses frères la société Avébène (André Vincent Bernard Navarre) qui commercialise aujourd'hui encore des lignosulfonates sur le site de Tartas (Rayonier AM Avebene).

Les lignosulfonates possèdent des propriétés liantes (« ligno ») et dispersantes (« sulfonate ») et sont utilisés dans de nombreux secteurs d'activité (construction, agrochimie, alimentation animale...). Souvent opposés à des produits d'origine pétrochimique (naphtalène sulfonate), ils sont de fait une excellente alternative biosourcée :

- dans les bétons, les lignosulfonates permettent de réduire la quantité d'eau tout en améliorant leur maniabilité ;
- dans l'agrochimie, ils sont utilisés en formulation comme agents suspensifs (soufre mouillable) ;
- en alimentation animale, ce sont d'excellents agents liants pour la préparation de granulés.

Encadré 3

Les celluloses de spécialités et leurs applications

La cellulose est le polymère naturel le plus abondant sur Terre. Présente sous forme fibreuse dans tout le règne végétal, elle est isolée industriellement à partir de plantes annuelles (coton, pailles...) ou de bois.

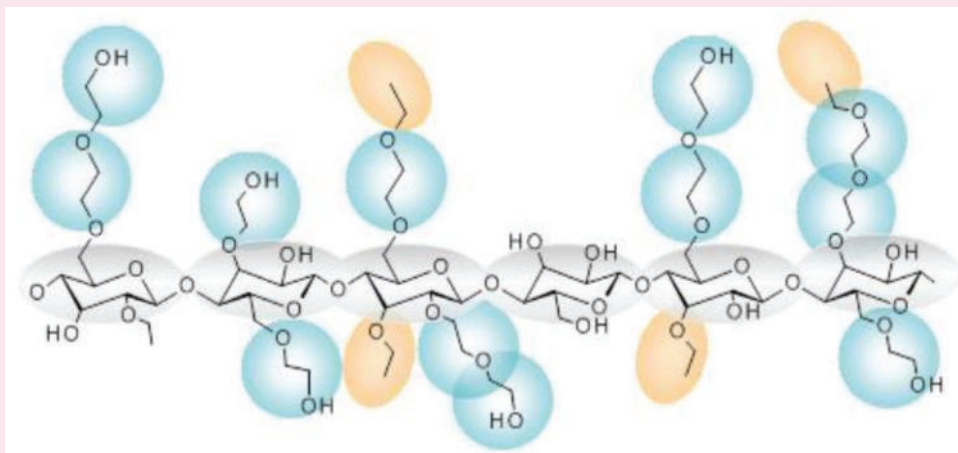
Les pâtes de cellulose sont des fibres de cellulose conditionnées le plus souvent sous forme de feuille en balles ou en rouleaux. Selon leur utilisation finale et leurs caractéristiques physico-chimiques, on distingue :

- les pâtes à papier : impression-écriture, emballage, essuyage/hygiène... ;
- les pâtes « fluff » : produits absorbants d'hygiène à usage unique (couches bébé, hygiène féminine, incontinence adulte...) ;
- les pâtes à dissoudre : cellulose régénérée à usage textile (viscose, Lyocell, Modal...) ;
- les celluloses de spécialités, qui regroupent un ensemble d'applications dans lesquelles la pureté et le degré de polymérisation de la macromolécule de cellulose sont des paramètres clés.

Cette dernière catégorie représente à peine 2 % du marché mondial des pâtes marchandes. Le groupe Rayonier AM a investi cette niche depuis plus de 90 ans : il en est aujourd'hui le chef de file mondial avec quatre unités de production idéalement réparties en Amérique du Nord et en Europe.

La plupart des celluloses de spécialités sont destinées à être modifiées chimiquement afin de rendre ce polymère soluble dans l'eau (éthers de cellulose) ou dans des solvants organiques simples (esters de cellulose comme les acétates de cellulose et la nitrocellulose) :

- Les **éthers de cellulose**, solubles en phase aqueuse, sont utilisés comme agents épaississants ou agents de texturation dans les produits de la construction (ciments, mortiers), les peintures ou encore les aliments, les cosmétiques et les produits pharmaceutiques.



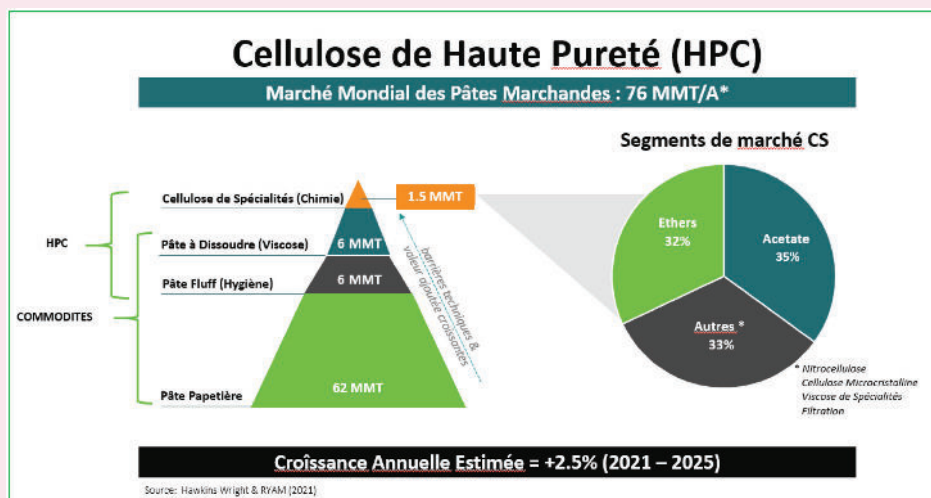
Un exemple d'éther de cellulose : Ethyl Hydroxyethyl Cellulose (EHEC).

Source : Nouryon (www.nouryon.com/products/cellulose-ethers).

- Les **esters de cellulose**, organo-solubles, au premier rang desquels figurent les acétates de cellulose, sont utilisés pour la production de fibres de filtres à cigarette, ou de bioplastiques à très haut niveau de qualité (films pour écrans LCD, flaconnage cosmétique, montures de lunettes haut de gamme...). La **nitrocellulose** est aussi un ester de cellulose. Elle est toujours utilisée pour des applications énergétiques (tir sportif, chasse, armement), mais possède également des propriétés filmogènes particulièrement intéressantes (vernis à ongles, vernis bois, encres d'imprimerie...)

- Les **celluloses microcristallines** (MCC) sont des celluloses de spécialités qui ont subi une hydrolyse acide contrôlée afin d'éliminer les zones amorphes du polymère. La poudre fine et cristalline qui en résulte (MCC) est largement utilisée comme excipient pharmaceutique et comme agent suspensif et gélifiant par l'industrie alimentaire.

- Le procédé viscose est également toujours utilisé pour la fabrication de produits spéciaux à haute valeur ajoutée et requérant des celluloses à très haut niveau de pureté : films de cellophane, éponges, boyaux de saucisse, câbles de renfort pour les pneumatiques.



Encadré 4

La bioraffinerie de Tartas en 2022

- Leader pour la production de celluloses de haute pureté à usages chimiques.
- Plus de 200 millions d'euros investis au cours des vingt dernières années.
- Moins de 5 % d'énergie fossile utilisée sur l'ensemble du site.
- Une production d'électricité verte de 150 000 MWh/an revendus sur le réseau électrique national : l'équivalent de la consommation d'une ville de 67 000 habitants.
- Un effectif qui ne cesse de croître : + 5 % sur les cinq dernières années.



Des racines solidement ancrées sur le territoire landais, des projets industriels ambitieux et éco-responsables : un site résolument tourné vers un avenir durable.

Parmi ces changements, il faut retenir tout particulièrement l'évolution du site vers le marché des celluloses de spécialités pour la chimie et l'arrêt de la production des pâtes fluff. Cette évolution se réalise entre 1996 et 2011 ; quinze années au cours desquelles de nombreux investissements sont réalisés sur le site.

En 2000, Tembec devient seul actionnaire de Tartas et décide de nouveaux investissements pour accélérer le développement du site vers la production de celluloses de spécialités (tour d'extraction alcaline), tout en réduisant l'impact environnemental (presses laveuses, concentration d'effluents alcalins), et permettre une meilleure autonomie énergétique (chaudière biomasse, turbine à condensation).

C'est aussi une formidable réussite humaine qu'il faut mentionner ici. L'ensemble des salariés de l'entreprise ont fait preuve d'une excellente capacité d'adaptation face à de nombreux défis, qu'ils aient été techniques ou commerciaux. Les efforts de tous sont récompensés et la bioraffinerie de Tartas devient en 2011 leader mondial sur le marché des celluloses de spécialités pour la production d'éthers de cellulose (voir encadré 3).

2012-2022 : leadership et développement de Rayonier Advanced Materials

Au cours de ces dix dernières années, la bioraffinerie de Tartas renforce son leadership sur les marchés des celluloses de spécialités et tout particulièrement celui des éthers de cellulose. En même temps, le site renforce ses actions visant à réduire son impact environnemental et sa performance énergétique. La production d'électricité verte devient un facteur clé de compétitivité et plus de 95 % des combustibles utilisés par l'entreprise sont d'origine renouvelable (voir encadré 4).

En novembre 2017, le groupe Rayonier Advanced Materials (RYAM), leader mondial des celluloses de spécialités, se porte acquéreur du groupe Tembec. Les équipes de la bioraffinerie de Tartas, enviées pour leur positionnement et leur expertise sur le marché des éthers de cellulose, allaient donc poursuivre leur aventure industrielle sous pavillon américain.

Sous l'impulsion de ces nouveaux actionnaires, une nouvelle dynamique voit le jour : baptisée « Biofutur », elle s'inscrit dans un objectif de réduction de 40 % des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030.

Encadré 5

Le bioéthanol de seconde génération

Les hémicelluloses sont une autre partie du bois qu'il est possible de valoriser grâce au procédé de cuisson sulfite. Comme la cellulose, les hémicelluloses sont des polymères constitués de sucres. Au cours de la cuisson du bois, une grande partie des hémicelluloses sont hydrolysées en cinq sucres simples (monomères) : glucose, mannose, galactose, xylose, arabinose. Les trois premiers sont des sucres à six carbones (hexoses), alors que les deux derniers sont des carbohydrates à cinq carbones (pentoses).

Les hémicelluloses de bois résineux comme le pin maritime sont majoritairement constituées d'hexoses. Ces sucres sont facilement fermentescibles par action de levures de type *Saccharomyces cerevisiae*. Après fermentation, les sucres sont convertis en éthanol. Par distillation, puis déshydratation, l'éthanol est purifié jusqu'à de très hauts niveaux de pureté, le rendant compatible pour la formulation des carburants automobiles contenant jusqu'à 85 % de bioéthanol (E5, E10, E85).

Ce bioéthanol est dit de seconde génération car sa production ne rentre en compétition ni avec le secteur alimentaire, ni avec l'utilisation de surfaces agricoles. En matière d'empreinte carbone et de développement durable, il doit aussi répondre à l'ensemble des normes européennes RED 2 (Renewable Energy Directive) et sera certifié ISCC-EU (International Sustainability and Carbon Certification).

L'ambition du programme Biofutur est de déployer une stratégie de croissance durable, pérenne, responsable et biosourcée pour les quatre bioraffineries du groupe.

C'est un vaste programme de développement qui est désormais à l'œuvre pour identifier les meilleurs projets, que ce soit dans les domaines des celluloses de haute pureté, des co-produits, des biocarburants, ou encore des bioénergies.

Le premier fruit du programme Biofutur est l'annonce en 2022 de la construction d'une unité de bioéthanol seconde génération à la bioraffinerie de Tartas (voir encadré 5). L'unité

de production verra le jour en 2024 ; sa capacité de production sera de 21 millions de litres. L'empreinte carbone de ce biocarburant a été estimée à 90 % inférieure à celle d'un carburant fossile. La bioraffinerie contribuera alors à réduire de 25 000 tonnes les émissions de CO₂, soit l'équivalent des émissions carbone de 12 500 voitures !

Les défis à relever pour les équipes de RYAM sont encore nombreux. La cellulose du bois et ses co-produits sont des ressources renouvelables que la société transforme en produits remarquables et durables ; c'est une réponse forte aux enjeux climatiques et environnementaux des années à venir.

Les entreprises de RYAM sont pleinement engagées dans une démarche globale de responsabilité sociétale et environnementale afin de poursuivre la formidable aventure industrielle démarrée il y a plus de 95 ans...

Pour en savoir plus

- E. Glesinger, *The Coming Age of Wood*, Simon and Schuster, 1949.
- W. Haynes, *Cellulose: The Chemical That Grows*, Doubleday & Co., 1953.
- P. Vallette, C. de Choudens, *Le Bois, la Pâte, le Papier*, Centre technique de l'industrie des papiers, cartons et cellulose, 2nd ed., 1989.
- O.V. Ingruber, M. Kocurek, P. Wong, *Sulfite Science and Technology*, 1985.
- H. Sixta, *Handbook of Pulp*, Vol 1 & 2, Wiley VCH, 2006.
- Tartas, *50 ans d'histoire industrielle*, 1995 (document interne).
- G. Borvon, *Histoire du carbone et du CO₂*, Vuibert, 2013.
- J. Sargos, *Histoire de la Forêt Landaise*, Horizon Chimérique, 1998.
- T. Wüstenberg, *Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food Industry*, Wiley VCH, 2015.

Denis SENS,

Directeur « Technical Marketing and Product Development, Europe », Rayonier Advanced Materials France Innovation.

* denis.sens@ryam.com

6 JUIN 2023 À PARIS

3^e ÉDITION

JOURNÉE BOIS-ÉNERGIE

Accès à distance possible

**CHANGEMENT CLIMATIQUE :
LE BOIS-ÉNERGIE,
UN ATOUT MAJEUR DE
LA DÉCARBONATION**

[in](#) [twitter](#) #BoisEnergie #JBE2023 www.cibe.fr

Un événement co-organisé par



Avec le soutien de

Avec la contribution de