

DE L'INULINE.
 L'inuline, découverte par Rose dans l'*inula helenium*, présente certaines analogies avec l'amidon. Cette espèce de fécule constitue la plus grande partie de la matière solide des tubercules du topinambour et du dahlia. L'inuline se dissout dans l'eau bouillante; par le refroidissement elle se dépose en globules, qui, vus au microscope, paraissent diaphanes, adhérents, et réunis en chapelets. Quand on soumet de l'inuline sèche, enfermée dans un tube, à la température de 168°, elle fond complètement; par cette fusion, elle acquiert de nouvelles propriétés, elle est alors soluble dans l'eau froide et dans l'acool.

L'inuline est transformée en dextrine et en sucre par les acides minéraux; mais elle possède certaines propriétés qui permettent de la distinguer de la fécule amylicée. D'abord l'iode ne la colore pas; ensuite, l'acide acétique qui n'exerce aucune réaction sur l'amidon, se comporte avec l'inuline exactement comme le font les acides sulfurique, phosphorique, et hydrochlorique; enfin l'orge germée, dont la réaction sur la fécule est si prompte et si énergique, ne lui fait subir aucune modification; il est donc facile de séparer ces deux substances lorsqu'elles sont mélangées (1).

M. Payen a analysé l'inuline séchée à 105° cent., et après avoir été fondue à 168°. Sous ces deux états, elle présente la même composition :

(1) Payen, Mémoire cité, p. 175.

| | Inuline à l'état normal. | Inuline fondue. |
|----------------|-----------------------------|-----------------|
| Carbone..... | 44,6 | 44,6 |
| Hydrogène..... | 6,4 | 6,2 |
| Oxygène..... | 49,3 | 49,2 |
| | 100,0 | 100,0 |

On voit que c'est exactement la composition de l'amidon et de la dextrine.

On peut extraire l'inuline de l'aunée; il suffit de faire bouillir la racine de cette plante dans trois ou quatre fois son poids d'eau; par le refroidissement de la liqueur, l'inuline se précipite. Ainsi obtenue, elle est blanche, pulvérulente, et ressemble à l'amidon.

DU LIGNEUX ET DE LA CELLULOSE.

La partie la plus solide des plantes, celle qui en forme en quelque sorte le squelette, est le bois dans les arbres, et la fibre ligneuse dans les plantes herbacées. On a cru pendant longtemps que l'on pouvait obtenir le ligneux chimiquement pur, en traitant les bois réduits en poudre fine, par divers agents ayant la faculté de dissoudre les matières gommeuses, résineuses et salines, qui s'y trouvent le plus communément associées. Mais dans ces derniers temps, on a fait voir que le ligneux ainsi préparé est formé réellement de deux substances ayant chacune une composition et des propriétés différentes. L'une, la *cellulose*, constitue le tissu des bois et de tous les organes des plantes; l'autre, le ligneux proprement dit, remplit, consolide en quelque façon les cellules. Cette distinc-

presque en totalité les concrétions qu'on observe dans les poires *pievreuses*, dans le liège, et qui sont assez dures pour émousser les instruments tranchants. Comme cette matière incrustante est fragile, elle peut être broyée et il devient possible de la séparer du tissu qui l'environne, parce que ce dernier se déchire en fibres sous le pilon ; par le tamis, on peut obtenir la matière incrustante à peu près à l'état de pureté : il suffit de la traiter par l'alcool, par l'éther, pour lui enlever les substances grasses ou résineuses. D'après l'analyse de M. Payen, le ligneux exempt de cellulose contient :

| | |
|----------------|-----------|
| Carbone..... | 53,8 |
| Hydrogène..... | 6,0 |
| Oxygène..... | 40,2 |
| | 100,0 (1) |

Abstraction faite des matières résineuses, des substances solubles dans l'eau, les tissus végétaux doivent nécessairement présenter une composition élémentaire comprise entre celle de la cellulose et celle du ligneux : ce sont là les limites extrêmes ; et la composition de ces tissus sera d'autant plus riche en carbone, qu'ils contiendront moins de cellulose. La matière incrustante étant soluble dans les lessives alcalines, c'est en traitant les tissus ligneux par la soude ou la potasse qu'on parvient à se procurer la cellulose, beaucoup moins attaquable par ces agents.

Ces faits relatifs à la constitution chimique des bois

(1) Payen, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. VIII, p. 469.

corroborent les observations antérieures recueillies par les physiologistes. C'est ainsi que l'on comprend mieux maintenant les changements que subissent les cellules végétales à mesure qu'elles s'accroissent et vieillissent : c'est par l'apparition de la matière ligneuse incrustante que leurs parois, d'abord minces, transparentes, incolores, s'épaississent, deviennent opaques et acquièrent de la consistance. En opérant des dissections, à l'aide de moyens purement chimiques, M. Payen s'est assuré que les tissus de tous les végétaux phanérogames ou cryptogames peuvent être ramenés à une substance unique, la cellulose, ayant une composition invariable et formant les utricules du tissu cellulaire. Cette matière se trouve à peu près à l'état isolé, dans les parois épaissies des cellules de plusieurs périspermes, tels que ceux du dattier, du dracæna. Il résulte des recherches microscopiques entreprises par MM. Payen et Adolphe Brongniart, que les matières ajoutées aux jeunes cellules ne se déposent pas sur la face interne de leurs parois, mais qu'elles pénètrent et s'insinuent dans leur tissu. Le rapport de la cellulose au ligneux, dans le développement des parois des cellules, varie nécessairement dans des limites fort étendues, puisque certains périspermes ne renferment que de la cellulose pure, tandis que les concrétions pierreuses de la poire et du liège sont composées presque en totalité de ligneux incrustant (1).

(1) Adolphe Brongniart, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. X, p. 941.

Le bois, dans l'acception la plus ordinaire de ce mot, est la partie solide du tronc et des branches; ses propriétés, ses usages, varient avec les espèces végétales qui le produisent. Le bois est plus dense que l'eau; et s'il est vrai qu'il flotte, quand il est en morceaux, cela provient de l'air qui en remplit les pores. La sciure de bois, la râpures de liège, descendent au fond de l'eau dès qu'elles sont suffisamment imbibées, quand l'air a été expulsé. La pesanteur spécifique des bois blancs réduits en poudre, comme ceux de l'érable et du sapin, est de 1,46; les essences les plus lourdes, comme le chêne et le hêtre, pèsent 1,53 (1). Par la raison ci-dessus indiquée, un volume de bois pris en masse pèse quelquefois moins qu'un égal volume d'eau.

Densités de différents bois, déterminées par Brisson.

| | | | |
|---------------------------|------|---------------------------|------|
| Grenadier..... | 1,35 | Oranger..... | 0,70 |
| Gaïac, cbène..... | 1,33 | Cognassier..... | 0,70 |
| Buis..... | 1,32 | Orme, le tronc..... | 0,67 |
| Chêne de 60 ans, le cœur. | 1,47 | Noyer..... | 0,67 |
| Néflier..... | 0,94 | Poirier..... | 0,66 |
| Olivier..... | 0,92 | Cyprès d'Espagne..... | 0,64 |
| Mûrier d'Espagne..... | 0,84 | Tilleul..... | 0,60 |
| Hêtre..... | 0,83 | Noisetier..... | 0,60 |
| Frêne, le tronc..... | 0,84 | Saule..... | 0,58 |
| Aune..... | 0,80 | Thuya..... | 0,56 |
| If..... | 0,80 | Sapin mâle..... | 0,55 |
| Pommier..... | 0,79 | Peuplier blanc d'Espagne. | 0,52 |
| Prunier..... | 0,78 | Sapin femelle..... | 0,49 |
| Erable..... | 0,75 | Peuplier..... | 0,38 |
| Cerisier..... | 0,75 | Liège..... | 0,24 |

La connaissance de la densité des bois permet d'é-

(1) Berzélius, *Traité de Chimie*, t. VI, p. 123, traduction française.

valuer le poids des blocs dont on connaît le volume; mais quand on cube des bûches superposées, la densité réelle n'est plus d'aucune utilité dans la pratique. En moyenne, on établit que le stère de :

| | |
|---|----------|
| Chêne, hêtre, bouleau en grosses bûches, pèse | 450 kil. |
| Sapin en grosses bûches. | 325 |
| Chêne ou tremble de charbonnage. | 225 |

Toutefois on ne doit pas perdre de vue que l'âge, le climat, la nature du sol ont de l'influence sur la pesanteur spécifique d'une même espèce de bois (1). Le bois, suivant les usages auxquels on le destine, se distingue en bois de chauffage, de construction, de teinture.

Immédiatement après leur abattage, les bois renferment encore une proportion d'eau considérable. D'après les expériences de Marcus-Bull, sur 100 parties de bois vert soumises à la dessiccation à 100°,

| | |
|-------------------------|---------------|
| Le noyer perd. | 37,5 parties. |
| Le chêne blanc. | 41 |
| L'érable. | 48 |

En moyenne, on estime à 40 pour 100 l'eau contenue dans les bois verts. Par une exposition à l'air durant 8 à 10 mois, ils perdent, en séchant, 25 pour 100 de leur poids initial : c'est généralement dans cette condition que l'on emploie les bois comme combustibles. L'on voit qu'ils retiennent encore environ un quart de leur poids en eau, non-seulement ne

(1) Dumas, *Traité de Chimie*, t. I, p. 549.

concourant pas à produire de la chaleur, mais en dépensant au contraire une grande quantité pour passer à l'état de vapeur. Il y a donc un intérêt réel à n'employer pour le chauffage que des bois suffisamment secs; l'avantage en est tellement évident, que dans certaines usines on fait sécher dans des étuves le bois destiné à produire une chaleur intense (1).

De nombreuses analyses publiées par M. Chevallier dans un important travail d'économie forestière, font connaître la composition des divers bois. Chacun des échantillons était scié transversalement, de manière à ce que la sciure présentât des quantités d'écorce, d'aubier, etc., proportionnelles à celles contenues dans l'arbre. Les sciures analysées ont été desséchées dans le vide, à la température de 140°.

Composition moyenne des bois, cendres déduites.

| DÉSIGNATION DES BOIS. | Carbone. | Hydrogène. | Oxygène. | Azote. | Cendres contenues dans 100 de bois sec. |
|--------------------------|----------|------------|----------|--------|---|
| Hêtre. | 49,89 | 6,07 | 43,11 | 0,93 | 1,24 |
| Chêne. | 50,64 | 6,03 | 42,05 | 1,28 | 2,05 |
| Bouleau. | 50,61 | 6,23 | 42,04 | 1,12 | 0,78 |
| Tremble. | 50,31 | 6,52 | 42,39 | 0,98 | 1,86 |
| Saule. | 51,75 | 6,19 | 41,08 | 0,98 | 3,67 |
| Fagots de hêtre.. | 51,08 | 6,23 | 41,61 | 1,08 | 1,77 |
| Fagots de chêne.. | 50,89 | 6,16 | 41,94 | 1,01 | 1,82 |
| Fagots de bouleau. | 51,95 | 6,31 | 40,69 | 1,07 | 1,32 |
| Fagots de tremble. | 51,02 | 6,28 | 41,65 | 1,05 | 2,98 |
| Fagots de saule.. | 54,03 | 6,56 | 37,93 | 1,48 | 4,57 |

Les bois contenant du carbone, de l'hydrogène et

(1) Pécelet, *Traité de la Chaleur*, t. I, p. 159. 1^{re} édition.

de l'oxygène, dans de telles proportions que les produits définitifs de sa combustion peuvent être représentés par de l'acide carbonique et de l'eau, la chaleur dégagée pendant cette combustion dérive nécessairement de l'union des éléments combustibles du bois avec l'oxygène de l'atmosphère. Or, dans le cas particulier, l'hydrogène se trouvant déjà en présence avec la proportion d'oxygène exigée pour sa combustion, on peut le considérer comme brûlé, vu l'état de condensation où se trouve l'oxygène. La chaleur produite par le bois dépend donc, à très-peu près, de la quantité de carbone qu'il contient.

Les physiciens sont convenus d'appeler *unité de chaleur*, la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré du thermomètre centigrade, un kilogramme d'eau. Cette unité est désignée par le nom de *calorie* (1). Ceci posé, on comprendra facilement la table suivante dans laquelle sont consignés les résultats des expériences entreprises par Rumford, pour évaluer le pouvoir calorifique de diverses espèces de bois; ainsi, puisque 1 kilog. de tilleul a développé 3460 unités de chaleur, il s'ensuit que cette quantité de combustible serait capable d'élever de 1° centigrade, de porter, par exemple, de 10° à 11° centigrades, 3460 kilog. d'eau.

(1) Pécelet, *Traité de la Chaleur*, t. I, p. 136.

Chaleur dégagée par la combustion d'un kilogramme de bois (1).

| ESPECES. | CALORIES, ou nombre d'unités de chaleur développée. |
|---|---|
| Tilleul, bois sec, de 4 ans..... | 3460 |
| Idem, fortement desséché dans un poêle..... | 3960 |
| Hêtre, bois sec de 4 ans..... | 3375 |
| Idem, fortement desséché dans un poêle..... | 3630 |
| Orme, sec, de 4 à 5 ans..... | 3037 |
| Chêne, bois à brûler..... | 3550 |
| Frêne, sec..... | 3075 |
| Merisier, sec..... | 3375 |
| Sapin, sec, bois de menuiserie..... | 3037 |
| Idem, fortement desséché sur un poêle..... | 3750 |
| Peuplier, bois de menuiserie..... | 3450 |
| Idem, fortement desséché sur un poêle..... | 3712 |
| Charme, bois de menuiserie..... | 3187 |
| Chêne, sec..... | 3300 |

Il résulte d'expériences faites par Clément, que le pouvoir calorifique du charbon est de 7050 unités de chaleur. Le bois sec contenant, comme nous l'avons vu, 52 pour 100 de carbone, on en déduit théoriquement que son pouvoir calorifique = 3666.

Marcus Bull s'est livré, en Amérique, à des observations suivies, pour déterminer les quantités relatives de chaleur dégagées par différentes espèces de bois. En discutant ces nombreuses observations, M. Pécelet a été conduit à admettre que les bois secs ont sensiblement le même pouvoir calorifique, et qu'en outre : 1° La valeur calorifique d'un kilog. de

(1) Pécelet, *Traité de la Chaleur*, t. I, p. 162. 1^{re} édition.

bois desséché par les moyens artificiels = 3500 unités de chaleur. 2° La même valeur d'un kilog. de bois, ayant de dix à douze mois de coupe, contenant 20 à 25 pour 100 d'eau, = 2600 unités (1).

Comme points de comparaison, je rappellerai ici le pouvoir calorifique des combustibles employés concurremment avec le bois.

| | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 kilogramme de charbon de bois | produit 7226 unités de chaleur. |
| » » de houille | » 6010 » » |
| » » de tourbe | » 3005 » » |
| » » de charbon de tourbe | » 6400 » » (2) |

Bien que les bois amenés au même état de dessiccation absolue soient, d'après les expériences de Bull, capables de produire sous le même poids, des quantités de chaleur à très-peu près égales, leur conformation, leur manière de brûler, ne les rendent pas également propres aux mêmes emplois. Comme le remarque M. Pécelet, après une étude approfondie de toutes les questions qui se rapportent au chauffage, les bois durs, compactes, ne brûlent d'abord qu'à leur surface; la chaleur, en se propageant au centre des bûches, en dégage des gaz inflammables qui se consomment peu après l'introduction du bois dans le foyer, et bientôt il ne reste plus qu'une masse incandescente brûlant lentement et sans flamme. Les bois légers se comportent tout différemment : l'air les pénètre avec facilité, ils se déchirent d'ailleurs par l'action de la chaleur, et le charbon

(1) Pécelet, *Traité de la Chaleur*, t. I, p. 174.

(2) *Idem*, t. I, p. 128.

qu'ils contiennent se consume, pour ainsi dire, en même temps que les gaz qu'ils émettent. On voit de suite, pourquoi dans les usines où l'on est dans la nécessité d'obtenir une température élevée, une flamme longue et incessante, on donne la préférence aux bois tendres. Là, au contraire, où une température moins intense est suffisante, quand le point de plus grande chaleur doit se trouver voisin du foyer, il y a avantage à consommer des bois durs (1).

La solidité des bois, leur durée, la facilité avec laquelle ils reçoivent les formes que l'industrie sait leur donner, en font une matière de première nécessité. Leurs qualités spéciales, telles que la résistance, la cohésion, l'élasticité, le poli qu'ils sont susceptibles de recevoir, décident du choix des essences dans les applications. Le chêne, si abondant dans les forêts des régions tempérées, est considéré avec raison comme un excellent bois de construction. La force, la beauté, dont sont douées certaines espèces, la propriété de résister pendant longtemps aux effets destructifs de l'eau et de l'atmosphère, le font nécessairement placer au premier rang. Il convient à la fois aux constructions maritimes, aux charpentes des édifices, aux travaux hydrauliques, à la confection des meubles.

Dans certaines contrées, le sapin est aussi très-employé; il croît rapidement, et acquiert de grandes dimensions. Son bois réunit la force, la légèreté et

(1) Pécelet, *Traité de la Chaleur*, t. I, p. 174.

l'élasticité. Le châtaignier, l'orme, le frêne, le charme, procurent des bois durables, qui remplacent assez souvent le chêne et le sapin. Les bois légers, comme le bouleau, le saule, le tilleul, à raison de la facilité avec laquelle on les travaille, sont presque exclusivement réservés pour la menuiserie.

Ce qu'on exige surtout des pièces destinées à la construction, c'est la grandeur de leurs dimensions. Comme données particulières aux arbres qui croissent sous le climat de la France, on peut adopter les nombres suivants :

| ARBRES. | HAUTEUR ORDINAIRE | DIAMÈTRE |
|-------------------------------|-------------------|--------------|
| | du tronc. | ordinaire. |
| | mètres. | centimètres. |
| Sapin..... | 8 à 30 | 120 |
| Méleze..... | | 100 |
| Peuplier..... | 6 à 20 | 81 |
| Pin..... | 5 à 20 | 87 |
| Platane..... | | 92 |
| Chêne, orme..... | | 80 |
| Bouleau, aune..... | | 75 |
| Hêtre, alizier..... | 5 à 15 | 72 |
| Tilleul..... | | 66 |
| Frêne..... | | 60 |
| Saule..... | | 30 |
| Marronnier..... | 4 à 15 | 92 |
| Châtaignier..... | | 72 |
| Erable..... | 3 à 15 | 72 |
| Cormier..... | 4 à 12 | 45 |
| Acacia..... | 4 à 8 | 49 |
| Charme, merisier, pêcher..... | | 54 |
| Sorbier, mûrier..... | 3 à 7 | 42 |
| Poirier sauvage..... | | 36 |
| Pommier sauvage..... | 2 à 6 | 33 |
| Noyer..... | 2 à 5 | 92 (1) |

(1) Gourlier, *Dictionnaire de l'industrie manufacturière*, t. II, p. 400.

tion entre ces deux éléments essentiels à la constitution des bois fut d'abord établie d'une manière très-précise par M. Mohl ; mais c'est M. Payen qui a fixé l'opinion des chimistes et des physiologistes sur la véritable nature de ces principes (1).

En traitant par différents dissolvants le tissu végétal naissant, encore à l'état gélatineux, comme les ovules non fécondés des amandes, des abricotiers, etc., les poils du coton, la matière membraneuse du cambium, des concombres, les radicules, les feuilles, les bois, etc., M. Payen s'est procuré la cellulose à l'état de pureté, et présentant une composition élémentaire presque identique, comme on peut le voir dans les analyses suivantes :

Composition de la cellulose desséchée à 160°.

| | Carbone. | Hydrogène. | Oxygène. |
|--|----------|------------|----------|
| Des ovules de l'amandier..... | 43,6 | 6,1 | 50,3 |
| Des ovules du poirier et du pommier. | 44,7 | 6,1 | 49,2 |
| De l'hélianthus annuus..... | 44,1 | 6,2 | 49,7 |
| Moelle de sureau..... | 43,4 | 6,0 | 50,6 |
| Coton épuré deux fois..... | 44,4 | 6,1 | 49,5 |
| Cellulose des feuilles de chicorée endive | 43,4 | 6,1 | 50,5 |
| Des trachées du bananier..... | 43,2 | 6,5 | 50,3 |
| Du tissu intérieur de feuilles de l'agave. | 44,7 | 6,4 | 48,9 |
| Coton du peuplier de Virginie..... | 44,1 | 6,5 | 49,4 |
| Membranes purifiées du cœur de chêne. | 44,5 | 6,0 | 49,5 |
| Cellulose extraite du bois de sapin... | 44,4 | 7,0 | 48,6 |
| Périsperme du phytelephas..... | 44,1 | 6,3 | 49,6 |
| Cellulose des champignons de couches. | 44,5 | 6,7 | 48,8 |

Ainsi le tissu primitif, le squelette du bois, est en-

(1) Dumas, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. VIII, p. 53.

core isomère avec l'amidon ; de la part des acides minéraux, la cellulose éprouve d'ailleurs une modification qui la rapproche encore de la fécule amylicée, car en la traitant par l'acide sulfurique on la transforme en dextrine et en sucre.

La composition de la cellulose diffère donc considérablement du ligneux obtenu du bois à l'aide des dissolvants ; en effet, le ligneux considéré comme pur contient :

| | Carbone. | Hydrogène. | Oxygène. | ANALYSTES. |
|------------------------------------|----------|------------|----------|------------------------|
| Ligneux extrait : du bois de chêne | 52,5 | 5,7 | 41,8 | Gay-Lussac et Thénard. |
| du bois de hêtre. | 51,5 | 5,8 | 42,7 | Gay-Lussac et Thénard. |
| du buis..... | 50,0 | 5,6 | 44,4 | Prout. |
| du saule..... | 49,8 | 5,6 | 44,6 | Prout. |
| du chêne..... | 49,7 | 6,0 | 44,3 | Payen. |

Le bois à l'état normal renferme donc plus de carbone que le ligneux obtenu par voie de purification, et cette dernière substance est aussi plus riche en carbone que la cellulose qui en fait nécessairement partie. Dans le ligneux purifié, la cellulose est évidemment associée à un principe qui remplit ses cellules, qui l'incruste, et c'est à cette matière que M. Payen a donné le nom de matière incrustante : c'est le ligneux proprement dit, c'est le corps qui communique au bois sa dureté, sa ténacité. Il domine dans les bois durs, dans les noyaux ; il répond au *duramen* des physiologistes. La matière incrustante constitue