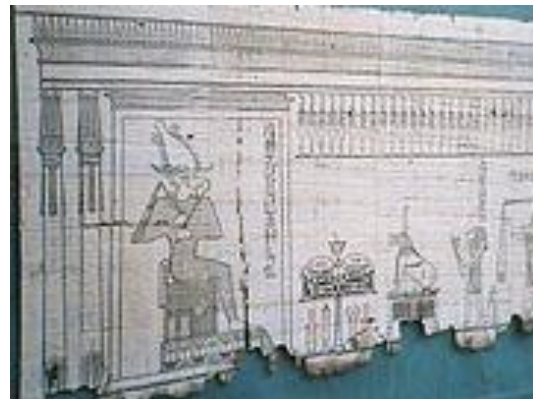


I. LE PAPIER

- Avant le papier ; le papyrus

Classification,
Règne : Plantae
Division : Magnoliophyta
Classe : Liliopsida
Sous-classe : Commelinidae
Ordre : Cyperales
Famille : Cyperaceae
Genre : *Cyperus*
Nom binomial : *Cyperus papyrus*



Étymologiquement, le mot vient du latin *papyrus*, emprunté de l'égyptien antique *per-peraâ*, qui fait au pluriel *papyri*. Il est à l'origine du mot papier.

Le papier n'était cependant pas le seul produit fabriqué à partir de cette plante très commune à l'ère antique (mais aujourd'hui quasiment disparue, en dehors d'un usage touristique, à cause de l'assainissement des sols). On pouvait en fabriquer des nattes, des pagnes, des sandales, des cordes ou même des embarcations. Sa racine et sa chair étaient aussi parfois consommées.

La plante avait aussi une fonction religieuse : apparue au commencement des temps, et ne poussant que dans le Nil sacré, elle était représentée sur les temples ou portée lors des processions, elle signifiait la renaissance et la régénération du monde. Cette plante était l'emblème de la Basse-Égypte et elle était représentée par la déesse Ouadjet (ouadj : hiéroglyphe du papyrus, signifiant aussi la couleur verte).

La plante

Le papyrus (*Cyperus papyrus*) est une plante qui pousse notamment sur les rives du Nil et de son delta. Il est constitué d'une tige ligneuse de section triangulaire supportant des feuilles disposées en étoile à son sommet. Le papyrus a été utilisé pendant longtemps comme matière première pour fabriquer une forme de papier.

Le papyrus se reproduit principalement par ses racines, qui font émerger de nouvelles tiges à intervalles réguliers. Il produit également des graines pouvant être emportées par le vent. Il peut aussi se reproduire par bouturage : une tige de papyrus plongée tête en bas dans l'eau va produire des racines puis de nouvelles tiges vers le haut.

Les tiges peuvent atteindre 3 mètres de haut en moyenne, et jusqu'à 5 mètres. Il pousse sur des terrains sableux et gorgés d'humidité, avec un ensoleillement important toute l'année, et ne craint pas d'avoir le pied de sa tige entièrement immergé. La section des tiges est d'une épaisseur de presque un centimètre pour les plus grosses.



Sur des berges couvertes de papyrus, seuls des animaux lourds et massifs peuvent se frayer un chemin : éléphants, hippopotames. Les autres animaux utilisent leurs traces pour passer.

Le papier de papyrus

Le papier de papyrus fut probablement inventé il y a 5000 ans, en utilisant la tige de la plante, et fut largement utilisé en Égypte et dans d'autres régions voisines pour fabriquer les rouleaux manuscrits. Plus tard, lors de l'invention du codex et du livre, on a commencé à en faire des feuilles de papier.

Le principe de fabrication du papier de papyrus réside dans la superposition de fines tranches de la tige de la plante, humidifiées, placées en couches et positionnées perpendiculairement les unes sur les autres et compressées. Seul un côté du papier était utilisé, sur lequel un traitement à base de colle (fabriquée à partir de la sève elle-même de la plante) était appliqué afin d'éviter que l'encre ne coule. Chaque morceau ne dépassait pas un demi-mètre de longueur, mais on pouvait assembler de nombreuses feuilles les unes aux autres, pour former de longs rouleaux (comme le papyrus Harris, qui mesure 40 mètres de long). En raison de leurs prix élevés, les papyrus furent rapidement remplacés par les ostracas (poteries).

Papyrus égyptien.

Dans les climats secs, comme en Égypte, le papyrus se conserve convenablement, mais dès lors qu'il est humidifié, la structure se désagrège et l'encre va diffuser dans les fibres végétales, comme ce fut le cas des manuscrits importés en Grèce et en Italie. Certains exemplaires extraordinaires ont été retrouvés en Égypte, comme les papyri d'Éléphantine, et les découvertes de Oxyrhynchos ou de Nag Hammadi. À Herculanum, la Villa des Papyri qui contient la bibliothèque du beau-père de Jules César fut préservée de l'éruption du Vésuve, et possède de nombreux papyrus intéressants, dont tous n'ont pas encore été extraits.

Au temps des Pharaons en Egypte, les scribes écrivaient sur des parchemins ou papyrus environ 2 300 av J-C.



Invention du papier

Le papier est à l'origine fabriqué naturellement par une espèce de guêpe qui prédigère le bois et régurgite ainsi de la cellulose, nécessaire à la fabrication du papier. Ce papier lui sert à créer les alvéoles hexagonales de son nid.

Les premiers à observer ce phénomène sont **les chinois**. En 105 après JC, Cai Lun (ministre de l'agriculture) a inventé le procédé qui permet de fabriquer du papier et améliore sa technique pour une production de masse. Les matériaux utilisés étaient **du lin, du chanvre, du bambou et du mûrier**.

Ce procédé restera chinois et japonais jusqu'au 8^{ème} siècle. Lors d'une bataille avec les Arabes, les prisonniers chinois libèrent le secret et la fabrication du papier s'est propagée en Occident. Au fur et à mesure, la technique voyage et se développe : les arabes y ont incorporé **des chiffons**.

La technique arrive en France au 14^{ème} siècle, une première machine à papier fût créée en Espagne (1150), et Gutenberg donne naissance à l'imprimerie en occident (1440) ...

Le temps n'a fait qu'améliorer les techniques et par manque de matériaux (chiffons), en 1844, les papetiers se tournent vers le bois et la fabrication de la pâte à bois. C'est au 19^{ème} siècle que la chimie démontre que dans toute matière végétale il existe **une matière blanche et fibreuse : la cellulose**. Cela augmente la productivité et la qualité du papier. Depuis, la pâte à papier est la base de la fabrication et peut être composée de bois, de plantes fibreuses (lin, chanvre...), de tissus (chiffons) et bien sûr de papier (dans le cas du recyclage).



II. RECYCLER

Le recyclage ; comprendre la matière.

- Le papier

Pour fabriquer de la pâte à papier dite « vierge » (provenant de matériaux non recyclés), le bois est utilisé comme matière première. Les arbres utilisés se divisent en deux groupes :

- Les résineux : sapin, épicéa, pin, etc.
- Les feuillus : hêtre, bouleau, etc.

Ces deux groupes ont une utilisation différente en industrie papetière du fait de la variation de la longueur de leurs fibres. La longueur des fibres des résineux permet d'obtenir un papier plus solide que celui obtenu à partir de fibres de feuillus. En fonction de leurs besoins, les papetiers vont acheter le type de bois qui leur convient le mieux.

- Les résineux : Longueur moyenne des fibres de 2 à 4 mm-
- Les feuillus : Longueur moyenne des fibres de 1 à 2 mm

L'équilibre forestier

La fabrication du papier détruit-elle les forêts ?

En France, la majeure partie du bois utilisé en papeterie provient de sous-produits de la forêt :

- Les bois d'éclaircies issus de l'entretien régulier que les forestiers effectuent dans les forêts.
- Les déchets de scierie.
- Les autres éléments du bois sont utilisés pour alimenter les métiers liés à la construction (menuiserie et charpente.)

Les forêts françaises ne sont donc pas détruites par l'industrie papetière. En dehors des phénomènes climatiques qui entraînent des catastrophes naturelles (tempêtes de 1987 et 1999), la forêt française voit même sa surface progresser chaque année et c'est également le cas pour l'Europe.

Par contre, au niveau mondial, il y a de fortes raisons de s'inquiéter. En effet, les coupes rases effectuées entraînent la disparition de plus en plus d'hectares de forêt et les politiques de replantation ne sont pas toujours bien appliquées. Conséquence directe : les surfaces mondiales forestières diminuent.

Le recyclage ; récupérer la matière

Le cycle du papier

- La collecte

La collecte auprès des particuliers peut s'effectuer de deux façons.

- Par une collecte en apport volontaire. Les habitants viennent déposer leurs papiers et cartons dans des conteneurs prévus à cet effet et disposés dans différents lieux de collecte de la ville. Les conteneurs sont vidés quand ils sont pleins.
- Par une collecte au « porte à porte ». Les habitants déposent leurs paquets de papiers et cartons devant chez eux à un jour particulier de la semaine. Ils sont collectés dans la journée.

La collecte auprès des commerces :

Pour leurs cartons, les commerçants et les artisans ayant souscrit un contrat dans le cadre de la redevance spéciale bénéficient d'un service de collecte spécifique. Les cartons doivent être pliés, rangés et stockés chez le commerçant jusqu'à l'arrivée des agents. En aucun cas ils ne doivent encombrer la voirie ou les espaces publics.

La collecte auprès des administrations et des entreprises

Les administrations et entreprises sont également producteurs de vieux papiers et cartons. Des enlèvements ponctuels peuvent être effectués ou des collectes sélectives sur demande.

- Le récupérateur

Les vieux papiers et carton collectés sont livrés au récupérateur industriel.

Les papiers sont traités selon la demande des papetiers. Au niveau professionnel, plusieurs sortes sont distinguées et livrées sous forme de balles (gros cubes) :

- les sortes ordinaires (les magazines)
- les sortes moyennes (le papier couleur)
- les sortes supérieures (le papier blanc)

Ces vieux papiers et cartons récupérés appelées Fibres Cellulosiques de Récupération (F.C.R) proviennent de l'ordre de 90% du circuit industriel, le reste des collectes sélectives auprès de ménages.

- Le papetier

La production papetière est très diversifiée : papier journal, papier impression-écriture, papiers sanitaires et domestiques, papiers pour l'emballage et le conditionnement, papiers industriels. Tous ces secteurs utilisent, dans des quantités plus ou moins importantes, des Fibres Cellulosiques issues de la Récupération (FCR), les secteurs les plus consommateurs étant ceux de l'emballage et du papier journal.

Les papiers et cartons récupérés redeviennent des produits neufs, possédant les mêmes qualités et la même apparence que ceux dont ils sont issus.

Les étapes industrielles du recyclage du papier: (voir images A3 dans le kit)

1. La trituration

Les balles arrivent par camion et sont déchargées par un chariot élévateur sur un tapis roulant les emmenant dans un pulpeur. Le pulpeur broie et mélange les balles pendant une dizaine de minutes. C'est la trituration (équivalent de notre mixeur à grande échelle).

Lors de cette étape, certains éléments sont éliminés tels que les plastiques (mince couche présente sur les magazines publicitaires pour rendre les pages brillantes et attrayantes.)

2. Le nettoyage et le désencrage de la pâte

A la sortie du pulpeur, il faut mettre les fibres " en suspension" et raffiner la pâte. Chaque phase va servir à séparer les éléments (encre, agrafes...) pour ne garder que la pâte servant à la confection des nouvelles feuilles. Voir les photos 2 et 4 des désencrageurs et la photo 3 du cyclonage. Ces étapes ne sont pas réalisées en animation, on laisse l'encre, et il n'y a pas d'éléments métalliques.

Il y a deux types de désencrageurs :

- Par gravité : on sépare les fibres intéressantes des vieilles fibres et des encres grossières avec le système du lavage. Seule de l'eau est ajoutée et les éléments sont séparés par rapport à leur taille. Les encres lourdes tombent au fond, les fibres courtes flottent en surface et les fibres recyclables continuent sur la chaîne de l'usine.
- Par flottaison : la séparation des encres et de la pâte se fait à l'aide d'un tensio-actif (du savon). Les encres sont piégées et éliminées avec les mousses que l'on récupère en surface.

Les eaux usées de ces procédés sont rejetées et envoyées à l'usine d'épuration de proximité. Le reste tourne en circuit fermé.

Le cyclonage

Le principe de la force centrifuge couplée avec un aimant permet d'évacuer les éléments métalliques.

3. La fabrication de la feuille

Avant d'arriver sur la machine, la pâte est diluée dans l'eau : de l'ordre de 5% de pâte et 95% d'eau (faire le lien avec l'animation). La pâte ainsi préparée arrive à la caisse de tête de la machine à papier. La caisse de tête répartit régulièrement les fibres et donne

sa géométrie à l'écoulement de la pâte en suspension. Il s'agit ensuite d'éliminer l'eau afin de structurer le papier. Le papier passe par la " table d'égouttage " où la suspension fibreuse passe de 95% d'eau à 80%. Le papier, encore très humide passe ensuite par une succession de presses équipées de feutres absorbants. A la sortie, il contient encore 60 % d'eau (voir photo des presses).

Pour finir le séchage du papier, il est acheminé vers des séchoirs (sorte de gros sèche cheveux). C'est un ensemble composé de plusieurs cylindres sécheurs, chauffés à la vapeur d'eau, qui sont disposés, rangés, superposés.

Enfin, le papier subit divers traitements dont une coloration afin de parfaire sa qualité. Il est ensuite mis en bobine pour être stocké et expédié.

Le recyclage : intérêts et éco-gestes

- Récupérer les papiers et cartons pour les recycler entraîne donc une diminution du coût de traitement des ordures ménagères.
- Recycler les papiers et cartons permet des économies de matières premières telles que le bois.
- La fabrication de papier recyclé consomme également moins d'énergie et d'eau que la fabrication à partir de bois.
- Recycler le papier permet également de réduire le déficit commercial français :

La France consomme plus de papiers/cartons qu'elle n'en produit et doit donc importer de la pâte à papier et du papier pour sa consommation alors que nos déchets sont encore exploitables. Il est donc nécessaire de bien séparer les différents produits pour qu'ils soient valorisés au mieux de leur possibilité.

Exemple du verre : quand les bouteilles de verre de couleurs différentes sont récupérées ensemble, le verre recyclé est uniquement de couleur. Si les verres blancs sont séparés des autres couleurs, le recyclage produit du verre blanc et du verre de couleur. Il est donc utile d'effectuer un tri à la source qui tienne compte de la nature et de la qualité des déchets produits, pour éviter de répéter les opérations de tri qui impliquent un coût supplémentaire.

Chez les ménages, les papiers/cartons représentent 30 % du poids de la poubelle, et dans les entreprises du secteur tertiaire, environ 85%.

Sources :

Association La feuille d'érable

Wikipédia

Liens vidéos :

- Comment c'est fait : le papier

<https://www.youtube.com/watch?v=FK4JvHMZ4SA>

- C'est pas sorcier : le papier n'a pas toujours la fibre écologique

<https://www.youtube.com/watch?v=4ZW4tX4qSHg>

Synthèse des contenus :

1. Le papier

- Avant le papier -> divers supports

Plante : Le papyrus égyptien -> ancêtre du papier,

Pierre (ex. grottes préhistoriques), céramiques,

Peaux ou ossements d'animaux : cuir (parchemin des pirates)

- Invention du papier

Il y a environ 2000 ans par les Chinois. Cai Lun, ministre de l'agriculture.

Observation des guêpes et de leur nid -> naissance du papier.

2. Recycler

- Activité préparatoire facultative

Le recyclage -> comprendre la matière.

Faire la différence entre objet et matière.

a/ Possibilité de faire un Kim touché (yeux bandés) pour faire reconnaître les matières aux enfants.

b/ Prendre des exemples d'objets différents et de même matière : 25 bouteilles en plastique donnent 1 pull polaire (les enfants qui savent lire peuvent regarder l'étiquette de leur vêtement leur indiquant sa matière), imprimante 3D avec le même plastique on obtient plein d'objets...

- La composition du papier

Prendre des exemples : papiers, cartons, papier toilette... puis parler du lien papier / arbres.

Anatomie de l'arbre : Parler du bois puis zoomer sur les cellules et sur les fibres de cellulose (partie importante des cellules végétales, assure leur rigidité, force)

Possibilité d'illustrer les fibres avec les doigts des enfants : les mains jointes, les doigts se détachent bien à l'horizontal mais difficilement dans le sens vertical. Même chose pour les bandelettes de papier : elles se déchirent facilement dans un sens mais difficilement dans l'autre.

Principaux arbres utilisés en papeterie :

Pin : lien avec la Gironde, résineux intéressants car fibres longues et solides

Eucalyptus : rentable, croissance rapide.

D'autres essences comme le Bouleau, Erable, le lin, le chanvre...

- Principe du recyclage -> récupérer la matière

Permet de faire du nouveau papier avec de l'ancien. Une feuille de papier peut se recycler 20 à 30 fois.

Expliquer le chemin du papier : poubelle de la classe, camion de collecte, centre de tri, usine de recyclage, magasin, achat et de retour dans la classe. -> Illustrations images...

- Le recyclage -> intérêts et éco-gestes

Permet d'éviter de couper des arbres.

Que faire à son niveau : mettre dans la poubelle de recyclage, écrire sur sa feuille recto-verso, bien remplir sa feuille lors d'un dessin, réutiliser des brouillons, découper la surface nécessaire...