

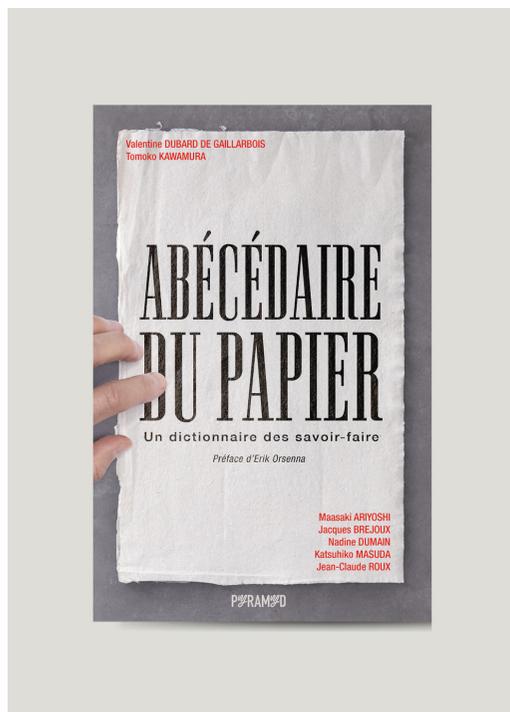
JANVIER 2025

## Abécédaire du papier

Un dictionnaire des savoir-faire

Omniprésent dans nos vies, même à l'ère numérique, le papier est riche d'une histoire et d'une tradition millénaires. Des spécialistes du domaine, en France et au Japon, compilent dans les pages de cet ouvrage l'ensemble de leurs connaissances techniques et pratiques, au sujet de ce matériau emblématique. Sous la forme d'un dictionnaire, le livre dévoile les secrets de fabrication et d'usage du papier à travers le temps et l'espace.

- ▶ 248 termes expliqués
- ▶ 110 illustrations
- ▶ Une étude franco-japonaise d'envergure sur le savoir-faire du papier
- ▶ Un ouvrage qui mêle la science, la technique et l'histoire
- ▶ Des informations précises ponctuées d'anecdotes
- ▶ Une analyse des papiers faits main et des papiers faits machine



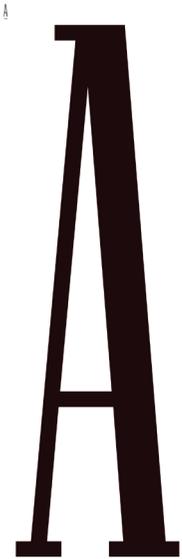
160 pages – 15 × 23 cm – 25 €  
Parution : 24 janvier 2025

### Les auteurs

Cet ouvrage a été réalisé sous la direction de deux conservatrices-restauratrices de dessins, d'estampes et de peintures sur papier.

**Valentine Dubard de Gaillarbois** exerce au musée des Arts décoratifs, à Paris. **Tomoko Kawamura** travaille à Tokyo, à Yamaryo Art Conservation Studio. Leur projet d'étude comparative des papiers en France et au Japon a été nourri de rencontres et d'échanges entre spécialistes. Ont également participé à la rédaction de ce livre **Masaaki Ariyoshi** (ingénieur chimiste),

**Jacques Brejoux** (papetier), **Nadine Dumain** (relieuse et restauratrice de livres), **Katsuhiko Masuda** (professeur) et **Jean-Claude Roux** (ingénieur).

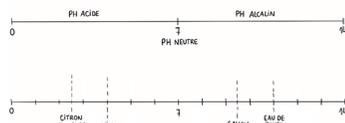


## ACIDIFICATION

L'acidification est l'un des facteurs d'altération des papiers le plus souvent évoqués.

Le caractère acide ou basique d'une solution est donné par la mesure de son potentiel hydrogène (pH) qui équivaut à la concentration en ions hydronium (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>). Cette mesure est exprimée en unité sur une échelle logarithmique graduée de 0 à 14. Plus la valeur mesurée est proche de 7, plus le caractère de la solution est équilibré entre acide et base : les valeurs inférieures indiquent un caractère acide, et les valeurs supérieures un caractère basique ou alcalin<sup>1</sup>. La fonction logarithmique implique un facteur de multiplication en base décimale : ainsi une mesure à pH 6 implique une acidité dix fois supérieure à un pH 7 tandis qu'une mesure à un pH 5, une acidité cent fois supérieure. Les citrons ou le vinaigre ont un pH autour de 2,5, le vin autour de 4, tandis que le savon grimpe à un pH de 9 à 10 et l'eau de javel à un pH autour de 11.

Le terme *papier acidifié* est plus juste que celui de *papier acide*, car il s'agit d'un processus en cours, dont il est difficile de savoir quand il a commencé et s'il va se terminer. L'acidification du papier peut avoir plusieurs sources. Certains sont intrinsèques aux **matières premières** employées et d'autres résultent des procédés de fabrication, comme les étapes de pré-



Acidification - Échelle logarithmique graduée de 0 à 14, sur laquelle figure le pH ou potentiel hydrogène de différents de la vie courante : citron, vinaigre ou vin du côté acide, savon ou eau de javel du côté alcalin.

paration de la **pâte à papier** ou de fixation de l'**encollage** et des **charges**. L'environnement immédiat des papiers comme la présence d'humidité, les augmentations répétées de température, l'exposition à la lumière et aux rayonnements ultraviolets ou le contact avec l'oxygène ambiant sont d'autres facteurs d'acidification potentielle, car ils favorisent les réactions d'oxydation et d'hydrolyse des chaînes de **cellulose**.

L'acidification est parfois associée à un changement de **couleur** : un jaunissement ou un brunissement, et à une perte de résistance mécanique du papier. D'un point de vue scientifique, il n'est, cependant, pas juste de qualifier d'acide un papier du fait de sa couleur sans avoir pris la mesure de son pH.

<sup>1</sup> La différence de signification entre acide et basique tient à la sélectivité des indicateurs qui donnent à l'eau son pH : une eau acidifiée contient des ions positifs tandis que le bicarbonate de sodium peut être considéré, une eau basique contenant des protons non solubles comme le calcium.

## AFFLEURAGE

Voir **Défolcation**

## AGRÉGATS

**FLOCS, PASTILLES**

**BOUTONS, MATONS, MOTTONS, FÂTONS**

Boutons, matons, mottons ou pâtons sont de petits amas de **fibres** dans la **feuille**. Aujourd'hui, ils se nomment plutôt **flocs**, **pastilles** ou **agrégats**. Ils apparaissent en relief sur le papier comme de petits points sombres, quand ils sont vus en lumière transmise. Ils témoignent soit d'une séparation insuffisante des fibres au moment du **battage** ou du **raffinage**, soit d'enchevêtrements qui se produisent au cours de ces mêmes opérations ou au cours des étapes de formation du matelas fibreux.

Pour limiter ou éviter la formation d'agrégats, les papeteriers pratiquent le **dépassillage**, l'**affleurage** ou la **dé-**

de **pressage** et de **séchage**, qui augmentent la densité des papiers et améliorent leurs propriétés mécaniques. L'emploi de ce terme est propre aux papiers faits machine. A contrario, les opérations dites de *non-consolidation* ne renforcent pas les propriétés mécaniques des papiers. Elles peuvent même les diminuer, comme dans le cas du **calandrage** sur machine (même si celui-ci augmente, par ailleurs, la densité des papiers).

## CONTREMARQUE

Voir **Filigrane**

## CÔTÉ CONDUCTEUR, CÔTÉ TRANSMISSION

Les côtés conducteur et transmission désignent les côtés des machines à table plate. L'opérateur se situe du côté conducteur. Le terme *côté transmission* est toujours en usage bien que la machine à papier moderne ne soit plus entraînée par des poulies et des courroies, mais par une commande sectionnelle ou entraînement électrique automatisé. Les propriétés mécaniques données aux matelas fibreux sont généralement différentes entre les bords et le centre dans la largeur la feuille, car le retrait dû au séchage ne s'y opère pas de la même façon.

## CÔTÉ FEUTRE, CÔTÉ TAMIS ET CÔTÉ TOILE

Il est d'usage en papeterie d'employer le mot *côté* pour distinguer les faces d'une **feuille**. C'est un usage qui prête à confusion, le terme *face* serait plus juste si l'on se rapporte à la signification de chacun de ces mots : on emploie *côtés* pour un rectangle et *faces* pour une pièce de monnaie. Dans un souci d'homogénéisation avec la pratique papetière, nous utilisons la terminologie *côté feutre* et *côté tamis* pour un papier fait main, et *côté feutre* et *côté toile* pour un papier fait machine.

Le côté feutre des papiers faits main est le côté qui a été en contact avec le **feutre** au moment du **couchage**. C'est l'endroit, le côté lisse, celui où l'empreinte du tamis est la moins marquée. Le côté feutre est le préféré des graveurs qui le choisissent pour imprimer, car il est plus plan.

Les fibres des feutres de laine laissent des traces du côté feutre. Celles-ci sont plus ou moins visibles en lumière latérale en fonction du degré d'usure des feutres et de la force exercée au **pressage** après le couchage des **feuilles**. Parfois, l'emploi de feutres neufs combiné à une forte pression laisse aussi des traces sur l'autre face.

Le côté tamis a été en contact avec le **plan filtrant**. L'empreinte de celui-ci, créée par les reliefs des **vergeures** et des **chainettes**, est plus ou moins



Côté feutre - Les empreintes du feutre forment un réseau semblable à des craquelures, à la surface de la feuille. Vue d'ensemble et détail d'un dessin de Johann Georg Bergmüller.

## KŌZO

Voir **planche Fibres**

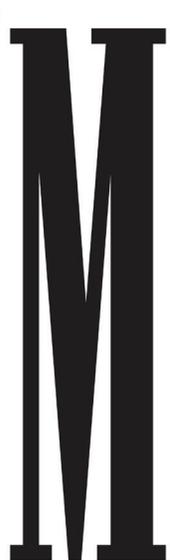
Le *kōzo* est un arbuste de la famille des *Moraceae*, du genre des *Broussonetia*. Il pousse dans toute l'Asie et dans de nombreuses parties du monde. En France, l'arbuste est désigné comme *mûrier à papier* ou appelé par son nom japonais. Celui-ci est employé à la fois pour parler des **fibres** issues de l'écorce et du papier fait à partir de ces fibres. Ce n'est pas le cas au Japon, où *kōzo* désigne uniquement la plante. Les fibres sont appelées du nom des parties de l'écorce dont elles sont extraites et les papiers portent des noms variés, en lien avec leurs usages, leurs régions de production, leurs caractéristiques physiques et, parfois même, celui du papeter.

Les deux espèces de mûriers à papier les plus utilisées au Japon sont *Broussonetia papyrifera* et *Broussonetia kazunoki*. Bien que d'un emploi un peu moins courant, ce dernier est apprécié pour la longueur de ses fibres. Les *Broussonetia kaempferi* et *Broussonetia kurzi* sont peu utilisées. La récolte des écorces a lieu une fois par an, à la fin de l'automne ou au début de l'hiver. La culture du mûrier à papier s'est développée dès le VIII<sup>e</sup> siècle à la suite d'un décret impérial incitant chaque famille de paysans à planter des arbustes et à vendre leurs écorces aux papeteriers (les paysans profitaient

du ralentissement du travail dû à l'hiver pour couper et écorcer les branches). L'écorce est constituée de trois couches : noire, verte et blanche, de l'extérieur vers l'intérieur. La couche extérieure noire *kurokawa* (de *kuro* noir et *kawa* peau) est généralement éliminée. La couche intermédiaire, *himeshi* ou *amawaka*, est de couleur claire, verdâtre. Elle est utilisée avec la couche interne blanche pour donner de la résistance au papier, comme dans le cas du *sekishu-shi*. Les couches noires et vertes contiennent des **lignines**, des **pectines** et des **hémicelluloses** en plus grande proportion que la couche interne blanche. Celle-ci est appelée *shirokawa* ou peau blanche. Elle possède la plus forte teneur en **cellulose** et est considérée comme la plus stable, celle garantissant la longévité des papiers. Une qualité intermédiaire est désignée par le nom *Abokuro kōzo*. Le terme signifie littéralement *soixante pour cent*. Il s'agit de la partie d'écorce qui reste après élimination de la couche noire et d'une partie de la couche verte. Une analogie peut être faite avec le manière de classer les céréales comme le blé, selon leur degré de mouture, de farine intégrale à farine complète, semi-complète, blanche, etc. Quand l'écorce est utilisée en entier, sans séparation des couches, elle est blanche au préalable et est appelée *kurokawa* du nom de l'écorce noire. Elle donne des papiers qui vieillissent



Kōzo - Arbustes de mûrier à papier ou kōzo en japonais.



## MACHINES

Le fonctionnement des machines à papier reproduit dans ses grandes principes la fabrication du papier fait main : **formation, pressage et séchage**. Les machines à table plate sont les plus répandues.

La formation commence avec la **caisse de tête**, qui se situe au début de la chaîne de fabrication. La **suspension fibreuse** alimente la caisse de tête sans interruption. Elle y est constamment agitée pour éviter la formation d'**agrégats**, avant d'être projetée par jet sur la toile de la machine qui avance en continu. La suspension fibreuse va progressivement se figer, au fur et à mesure de l'**égouttage**, puis devenir un **matelas fibreux** après le passage de la **ligne d'eau**. L'**égouttage** va se poursuivre par aspiration dans la partie humide de la machine, puis par des procédés de pressage, dans la partie presse, et enfin de séchage dans la sécherie, avant la zone de **calandrage** et éventuellement d'enduction.

Le déroulement des chaînes de fabrication connaît de multiples variations selon les caractéristiques à donner au papier : **qualités de surface**, d', de **souplesse** ou de **rigidité**, etc. La transition entre la production de papiers faits main et celle de papiers faits machine a été longue en Occident. Elle a perduré tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle et a participé de fortes oppositions de la part des ouvriers pape-



Machines - Début de la machine Keweenaw dans la suspension fibreuse en descendant sur la toile.

tiers avant de s'imposer. Elle a profité à la fois de la révolution industrielle, de l'évolution des métiers à tisser le métal et de la production de **feutres**. L'évolution de l'imprimerie, en parallèle, a rendu rentables les investissements financiers qu'il était nécessaire de faire pour produire massivement du papier en baissant considérablement les coûts, et permettre ainsi une démocratisation des livres, journaux ou brochures en tout genre. L'histoire de la première machine à papier est complexe, elle débute en France avec Louis-Nicolas Robert, qui dépose un brevet en 1799 pour une machine à faire du papier de grande **dimension**, alors qu'il travaille à la papeterie Didot Saint-Léger à Essonnes.

Bien que la conception de la machine soit bonne, celle-ci n'est pas encore très performante et requiert des améliorations que son inventeur ne peut faire par manque de financement. Le brevet passe alors dans les mains de Léger Didot, qui le confie en Angleterre à son beau-frère, John Gamble. Celui-ci, qui n'est pas de la partie, s'associe avec des papeteriers, les frères Fournier, pour développer la machine : ensemble, ils confient le prototype à un ingénieur, Bryan Donkins, avec la charge d'y apporter les améliorations nécessaires. Deux brevets sont alors déposés en 1801 et 1803, essentiellement pour s'assurer que la conception de la machine reste leur propriété, puis un troisième en 1807, apportant cette fois