

LA PAPAÏNE

Préparation - Propriétés - Usages

par **André PATRON**

INGÉNIEUR I. C. P. LICENCIÉ ÈS SCIENCES
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE MASSACHUSETTS (Ph. D.)
INGÉNIEUR-CHIMISTE A L'I. F. A. C.

Le commerce de la papaïne s'accroît chaque année dans des proportions considérables. Les exportations de Tanganyika sont passées de 18.636 kg, en 1940, à 110.931 kg, en 1947 [1].

Les cours actuels de la papaïne brute sont d'environ 5.000 à 6.000 francs le kg ; c'est donc une source possible de revenus non négligeables.

Les pays producteurs sont Tanganyika et Kenya, en Afrique Centrale, ainsi que Ceylan et Java.

Les pays consommateurs sont surtout les États-Unis qui, en 1932, utilisaient déjà plus de 24.000 kg de papaïne par an, et, en 1938, plus de 100.000 kg.

La demande actuelle en France est de l'ordre de 1.200 kg par an ; elle pourrait sans doute être beaucoup plus importante. En outre, des débouchés s'offrent dans plusieurs pays européens.

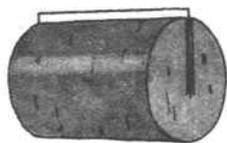


FIG. 1. — Type simple de couteau fait d'une lame de rasoir introduite dans un bouchon. (D'après : VAN LAERE, *Bull. Agric. Congo Belge*, 37, 809, 1946.)

La papaïne est un enzyme capable d'hydrolyser les protéines, c'est-à-dire de couper une longue chaîne d'acides aminés en fragments plus courts. Cette action aboutit à la solubilisation des matières azotées primitivement insolubles, viandes par exemple.

On extrait la papaïne du fruit de *Carica papaya* L.

(Papayer) en pratiquant des incisions peu profondes dans l'écorce des papayes encore vertes. Un latex blanc s'écoule, qu'il suffit de recueillir et de faire sécher. La *papaïne du commerce* est tout simplement le *latex séché de la papaye*.

Établissement d'une plantation.

J.-F. LEROY [2] estime que la culture du papayer est possible dans nos territoires d'Outre-Mer : « le Papayer prospère dans tous les climats intertropicaux,

partout où la chaleur et l'eau sont suffisantes, les gelées ignorées et les vents peu redoutables. »

On ne reviendra pas sur la façon d'établir une plantation de papayers ; cette question a déjà été traitée dans *Fruits d'Outre-Mer* [3].

Les articles d'AGNEW [4], de WALLACE [5] et diverses brochures [6] [7] [8] [9] donnent des renseignements plus complets.

En ce qui concerne la fumure, signalons que la potasse joue un rôle important ; une déficience en potasse entraîne une baisse dans les rendements en papaïne ainsi qu'une diminution de qualité.

Récolte du latex.

La récolte commence lorsque les fruits ont environ 10 cm de diamètre, c'est-à-dire lorsque la plante est âgée de 9 à 12 mois, selon l'altitude.

Il faut récolter par temps frais ou nuageux, entre février et août, de préférence le matin de bonne heure. Lorsque le temps est chaud et sec, la quantité de latex recueillie est faible.

Les incisions sont faites sur toute la longueur du fruit au moyen d'un instrument spécial permettant de limiter la profondeur du sillon à 1,5-3 mm. On utilise parfois une lame de rasoir fixée sur un bouchon (fig. 1) ou sur des morceaux de caoutchouc, mais le fer a l'inconvénient de réagir avec les tanins du latex en formant des composés noirâtres qui souillent le produit. Des couteaux en os, en ivoire ou en aluminium sont aussi utilisés ; ils ne possèdent pas l'inconvénient de l'acier, mais la coupure du péricarpe est moins franche et le latex risque d'être mélangé à de la chlorophylle, ce qui en diminue la valeur. Des instruments en acier inoxydable 18-8 au molybdène seraient tout à fait indiqués pour cette opération. Ils doivent être adaptables à un long manche car la hauteur des fruits augmente d'année en année à mesure que la plante se développe. La première année, il est facile de recueillir le latex dans des récipients appropriés tenus à la main (fig. 2). Au cours des années suivantes, on utilise un collecteur formé de deux demi-cercles de bois sur lesquels sont tendues des toiles de coton assez fortes (fig. 3 et 4). La récolte devient d'ailleurs très difficile à partir de la quatrième année, car les fruits sont peu accessibles.

L'incision des papayes se fait à des intervalles de cinq à dix jours qu'il y a lieu de déterminer par des essais appropriés. Le fruit est incisé sur toute sa longueur. On commence généralement par une seule incision ; lorsque le développement est suffisant, on en fait deux, puis trois à la fois, espacées d'environ un centimètre.

Aussitôt l'incision faite, le latex coule librement pendant 8 à 10 secondes et ensuite plus lentement pendant encore environ 25-30 secondes. Finalement, il cesse de couler et se coagule au niveau de la coupure.

On peut alors racler les parties coagulées qui restent adhérentes au fruit, mais le produit obtenu avec ces raclures est de qualité inférieure et il y a intérêt à ne pas les mélanger au latex recueilli en premier lieu.

La récolte du latex est une opération fastidieuse qui nécessite une main-d'œuvre nombreuse. AGNEW [3] pense que les recherches devraient être orientées vers une accélération des procédés de récolte.

Chaque opérateur est muni d'un couteau, d'un grattoir de bois, d'un ou deux collecteurs et d'une boîte en bois destinée à recevoir le produit de la récolte. Il va d'un arbre à l'autre, fixant les collecteurs et pratiquant les incisions.

De temps en temps, le latex déposé sur les collecteurs est recueilli par raclage et enfermé dans la boîte. Lorsque celle-ci est pleine, son contenu est vidé sur les plateaux du séchoir (fig. 5) et étalé en vue de la dessiccation.

Un opérateur peu entraîné est capable de saigner environ 30 fruits à l'heure lorsqu'il s'agit d'une première récolte, c'est-à-dire lorsque les fruits sont à portée de la main. Cela représente une récolte d'environ 60 à 80 cm³ de latex (1).

En supposant que cet opérateur travaille de 6 à 9 heures du matin, il aura récolté environ 200 à 250 g de latex, ce qui représente, après dessiccation, 40 à 50 g de papaine commerciale. Bien entendu, ces chiffres ne sont donnés qu'à titre d'indication et sont sujets à d'assez fortes variations.

Ajoutons que les fruits ayant été saignés ne sont pas perdus et peuvent parfaitement convenir à la fabrication de conserves ou de confitures ; les cicatrices laissées par les incisions constituent le seul obstacle à la vente à l'état frais.

Séchage et traitement du latex.

La dessiccation du latex doit être effectuée aussitôt que possible, car le contact prolongé avec l'air détruit en partie le principe actif.

Il est bon de tamiser le latex coagulé sur un tamis de laiton à mailles de 0,3 à 0,4 mm (AFNOR 26 ou 27) de façon à éliminer les impuretés avant séchage.

Les séchoirs ou étuves utilisés peuvent être de types très divers. Il en est où les plateaux sont empilés, l'air circulant horizontalement ; d'autres où les plateaux sont alignés, l'air traversant à la fois le support et le produit en couche mince. La figure 6 représente un modèle de séchoir de ce dernier type, souvent utilisé à Tanganyika.

Il est essentiel que la température de dessiccation ne dépasse pas 50-55° C, sans quoi le produit perdrait de son activité.

La durée du séchage varie de quatre à douze heures selon la température et la façon dont l'opération est conduite. Il est recommandé de brasser le produit, au cours de la dessiccation, avec une spatule de bois. L'opération est terminée lorsque la consistance devient friable ; la couleur doit alors être blanc crème.



FIG. 2. — Méthode utilisée pour la récolte du latex. On a fait deux incisions sur toute la longueur d'un fruit. (D'après : AGNEW [4].)

(1) Un fruit de un kg fournit environ deux cm³ de latex.

Une couleur brune indique généralement qu'il y a eu surchauffe ou oxydation.

Dans les petites plantations, on pratique parfois le séchage au soleil, mais ce procédé est fortement déconseillé, car il donne une papaïne plus colorée et beaucoup moins active que celle qui est obtenue par déshydratation artificielle.

Le rendement en produit sec varie entre 1/5 et 1/15 du poids de latex initial selon

les circonstances (âge de la plante, pluies, etc...). On termine la préparation par un broyage dans un moulin à noix. La papaïne est emballée dans des bidons métalliques de cinq à vingt litres, hermétiquement clos, sous vide ou en atmosphère de gaz inerte. Le produit est alors prêt pour l'expédition. A l'arrivée, il est généralement broyé, à nouveau lavé et titré selon une méthode classique.

Le produit officinal doit hydrolyser 100 fois son propre poids de fibrine sèche. La papaïne commerciale titre 70 à 90 % selon la provenance : elle contient environ 5 % de matières minérales et 12 % d'azote. On la purifie par dissolution ou épuisement par l'eau, la liqueur concentrée étant ensuite précipitée par l'alcool [10]. Un test rapide de l'activité est basé sur le temps nécessaire pour faire cailler une quantité donnée de lait dans certaines conditions.

Propriétés de la papaïne.

On estime que, dans le latex frais, plus de la moitié de la matière protéique est constituée par l'enzyme pur, ou papaïnase. Une fraction plus ou moins importante de l'activité initiale est détruite au cours des manipulations qui suivent la récolte, surtout par oxydation. C'est pourquoi certains auteurs ont suggéré la dessiccation sous vide. D'autres préconisent l'addition d'un produit réducteur tel qu'un sulfite ou un sulfure.



FIG. 3. — Récolte du latex lorsque les fruits sont déjà à une certaine hauteur; on remarque le collecteur fixé à l'arbre et le couteau au bout d'un long manche.

(D'après : WALLACE [5].)

Le chlorure de sodium donnerait aussi de bons résultats [11]. A l'état congelé, le latex frais peut se conserver trois ans sans perte d'activité.

L'oxydation initiale de la papaïne est réversible, mais, lorsqu'elle dépasse un certain stade, elle devient définitive. Pour cette raison, la durée de conservation est limitée. L'oxydabilité est due à la présence de groupements —SH qui sont précisément les groupements actifs. D'ailleurs la papaïne, même inactivée par la chaleur, inhibe l'oxydation de l'acide ascorbique.

La papaïne est relativement stable à la chaleur : elle agit encore à 70°C avec un optimum d'environ 60°C.

Son pH optimum est voisin de sept, mais il varie selon les substrats entre cinq et neuf. Pour un même substrat, l'action est légèrement différente selon le pH; ainsi, à pH 5,0, la papaïne hydrolyse environ 50 % des liaisons peptidiques de la caséine et libère 30 % des acides aminés de cette protéine sous forme libre, tandis qu'à pH 7,0, seulement 25 % des liaisons peptidiques sont scindées, bien que ce soit le pH optimum pour le *taux initial* de digestion (première heure), mais non pour le *taux global* (digestion complète). Cela provient sans doute du fait que la papaïne contient *plusieurs principes actifs*. En fait, on a réussi à isoler au moins deux enzymes : la *papaïne* proprement dite et la *chymopapaïne*, dont les propriétés sont légèrement différentes, et qui sont elles-mêmes deux protéines.

La papaïne est fortement activée par l'hyposulfite de sodium, les cyanures alcalins, la cystéine et par les produits à fonctions sulfhydrilées libérés au cours même de l'hydrolyse des matières protéiques. Les substances qui précipitent les métaux lourds (8-hydroxyquinoléine, sulfures) auraient la même action activante.

En dehors de son pouvoir protéolytique, d'où découlent pratiquement toutes ses applications, la papaïne possède la propriété d'augmenter l'activité de l'amylase.

Usages de la papaïne.

Les utilisations de la papaïne sont de plus en plus nombreuses et ne peuvent pas toutes être examinées en détail ici. La figure 7 en donnera une idée.

En France, cependant, toutes les possibilités d'utilisations indiquées dans cette figure ne sont pas mises en œuvre. Elles se limitent surtout à l'*industrie pharmaceutique*, la *brasserie* et la *préparation des peptones*.

Les peptones préparées par digestion de viandes au

moyen de papaïne sont intermédiaires entre les « peptones pepsiques » (où les protéoses dominent) et les « peptones trypsiques » (où les peptones et les polypeptides dominent).

Les peptones ont des débouchés importants dans l'alimentation de régime. On s'en sert aussi dans les laboratoires bactériologiques et biochimiques pour la préparation des milieux de culture.

En *pharmacie*, la papaïne est utilisée dans des préparations destinées au traitement des insuffisances gastriques ou duodénales et dans divers autres remèdes.

Son pouvoir protéolytique, très élevé, a été mis à profit dans certains laboratoires de recherches, pour l'étude de la constitution des matières protéiques (laine, caséine, etc...).

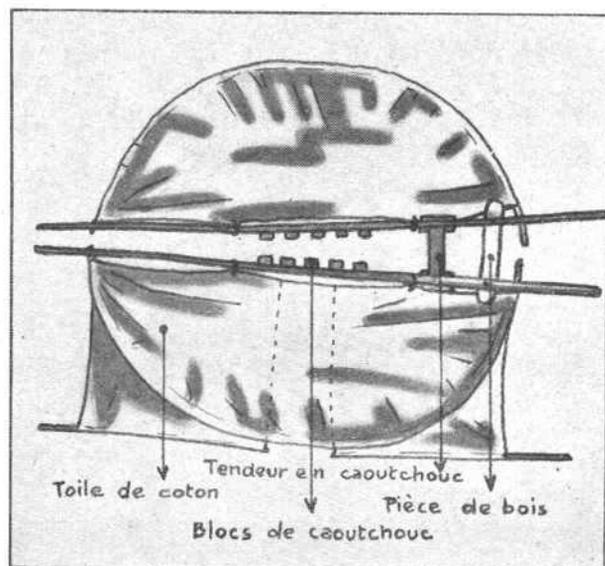


FIG. 4. — Type de collecteur utilisé pour recueillir le latex. (D'après : WALLACE [5].)

L'industrie du *caoutchouc* l'emploie au vieillissement artificiel du latex destiné au moulage.

On l'utilise en *tannerie* dans certains types de tannage (chipage des peaux).

Dans l'*industrie textile*, on adoucit la laine et la soie par la papaïne ; on peut aussi récupérer la laine restant sur des débris de peaux au moyen de cet enzyme.

La *peptisation* des *tourteaux d'arachides* conduit à la préparation de produits très divers tels que des adhésifs, des peintures à l'eau et des matières plastiques.

En *brasserie*, on améliore le maltage par traitement de l'orge au moyen de papaïne pendant l'opération du mouillage ; il se produit une protéolyse qui solubilise

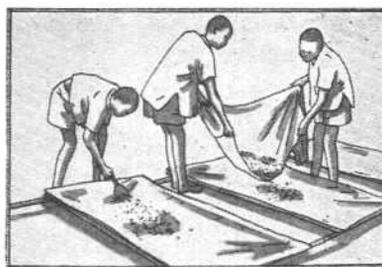


FIG. 5. — Mise en place de la papaïne sur les plateaux du séchoir en vue de la dessiccation. (D'après : ANONYME [1].)

les protéines et facilite la saccharification de l'amidon. La bière ainsi obtenue a la propriété de ne pas se troubler au froid.

En *laiterie*, l'action coagulante de la papaïne, analogue

à celle de la présure, est parfois mise à profit pour la préparation des fromages. Cependant, le coagulum ainsi obtenu est plus mou qu'avec la présure (début de protéolyse).

On utilise la papaïne aux U. S. A. pour *attendrir certaines viandes* de boucherie et on a même breveté des préparations à base de papaïne et de sel de cuisine pour l'usage domestique. On se sert aussi de papaïne pour attendrir les boyaux destinés à la fabrication des saucisses. Dans toutes ces applications il est nécessaire d'arrêter la réaction au moment voulu, sous peine de liquéfier les produits ; on utilise à cet effet la chaleur, l'eau oxygénée ou les rayons ultra-violetts.

Certains types de gomme à mâcher contiennent de la papaïne (« Pepsi-gum »).

Enfin, toujours aux U. S. A., on fabrique une grande quantité d'*aliments pré-digérés* grâce à la papaïne. Ces préparations, qui ont pris un grand essor il y a environ dix années, sont généralement destinées à l'alimentation des jeunes enfants. En France, on se contente de préparer des aliments pour les malades atteints d'insuffisance pepsique ou trypsique, mais on n'utilise guère, pour ces préparations, que de la pepsine ou de la trypsine animales.

L'industrie de la papaïne n'existe pas encore, à notre connaissance, dans les territoires français d'Outre-Mer.

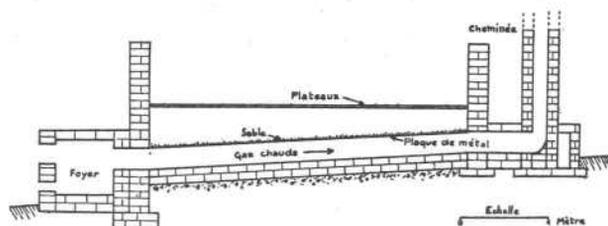


FIG. 6. — Type de four-séchoir utilisé à Tanganyika. Le toit n'est pas représenté. Une galerie est ménagée de chaque côté pour permettre la mise en place des plateaux et la surveillance du produit.

(D'après WALLACE [5].)

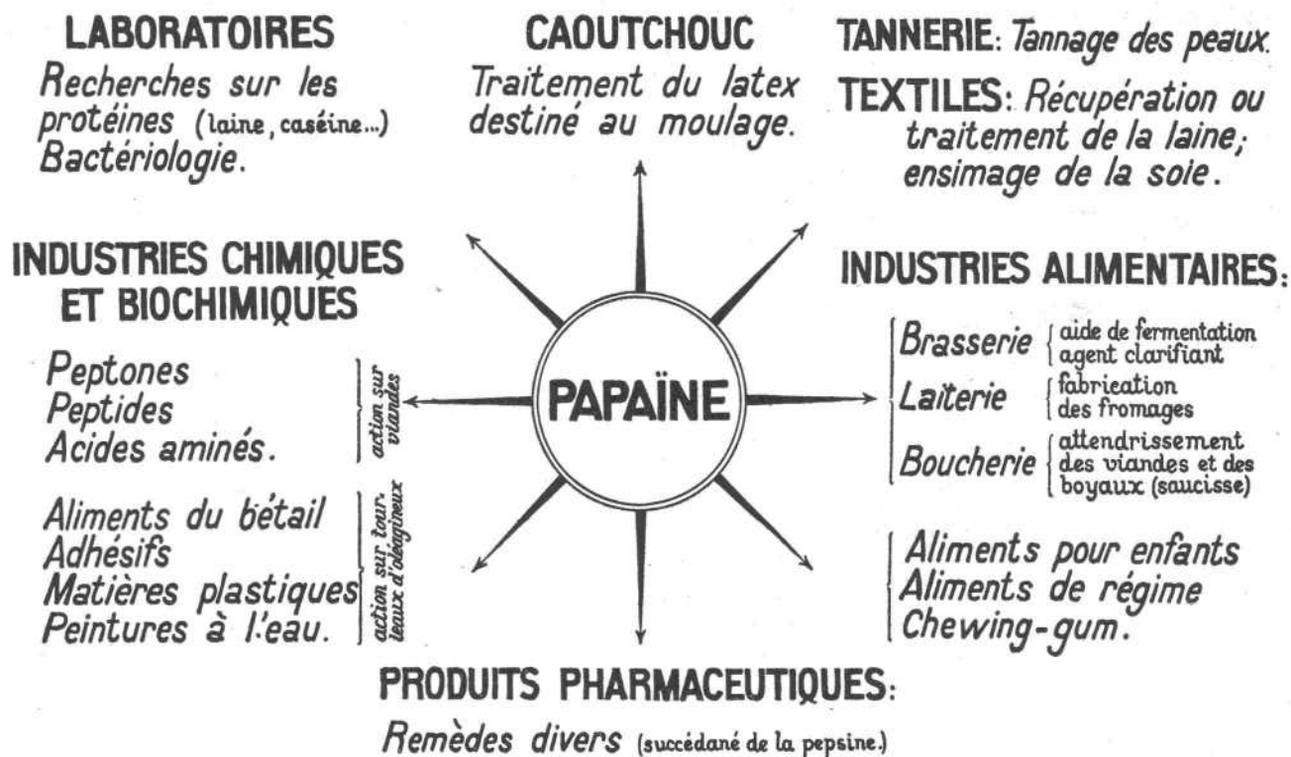


Fig. 7. — Quelques utilisations de la papaïne.

Il semble pourtant que ce produit trouverait des débouchés importants car il constitue la source la moins chère d'enzyme protéolytique commercial. Il

peut remplacer la pepsine et la trypsine dans la plupart de leurs applications et servir à beaucoup d'autres usages.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANONYME. — Papain becomes important East African Export. *Chem. Eng. News*, 1950, 28, 1396-97.
2. LEROY (J.-F.). — Le Papayer. *Fruits d'Outre-Mer*, 1946, 1, 331-7.
3. CADILLAT (R.). — La papaye. *Ibid.*, 340-44.
4. AGNEW (G. W. J.). — Papaw latex production in Queensland. *Queensl. Agric. J.*, 1946, 63, 74-80; *Ibid.*, 1951, 73, 197-211.
5. WALLACE (G. B.). — The establishment and running of a papaw plantation. *East African Agric. J.*, 1948, 13, 234-9.
6. ANONYME. — Cultura do Mamoeiro. Ed. da « Chacaras e Quintais », Sao Paulo, 1947.
7. JONES (W. W.), STOREY (W. B.), PARRIS (G. K.) et HOLDA-WAY (F. G.). — Papaya production in the Hawaiian islands. *Hawaii Agric. Exp. Sta., Univ. Hawaii*, 1941, bull. 87, 64 p.
8. HOFSTEDE (H. W.). — Papaïne. *Dept. van Landbouw-Wetwetweden*, 1928, n° 5, 161 p.
9. BALLY (W.). — Le Papayer et la papaïne. *Rev. Inst. Inter. Agric., Rome*, 1933, p. 486.
10. BAUD (P.). — Traité de chimie industrielle. *Masson et C^o*; Paris, 1950.
11. BALLS (A. K.), THOMPSON (R. R.) et JONES (W. V.). — Crude papain. Preparation and properties. *Ind. Eng. Chem.*, 1940, 32, 1144-47.