

## ATELIER DU LYS *VOIR ET COMPRENDRE*

### DESCRIPTIF D'UNE PRESSE A HUILE

### POURQUOI UNE PRESSE EXTRUDEUSE

L'extraction de différentes huiles végétales de première pression à froid, avec une presse, est encore une technique empirique puisqu'on agit sur des produits vivants d'une grande diversité de genres et de qualités.

Le principe de l'extraction d'huile, qui est en fait une séparation liquide/solide, doit remplir les conditions suivantes pour que l'on puisse obtenir une huile et un tourteau de qualité :

- Être en capacité de presser des graines de différentes qualités ou maturités dont le taux d'humidité ou la teneur en huile peuvent varier. La machine doit donc avoir une certaine polyvalence ce qui ne va pas sans difficultés.
- Assurer une pression progressive, contrôlée dans le temps, sans effet de trituration qui aide à la libération de principes amers ou de phospholipides en grande quantité. Pour la même raison, limiter l'élévation de la température consécutive à la pression.
- Assurer une certaine pression pour obtenir un taux d'extraction satisfaisant pour des raisons de rentabilité.

Une bonne presse est celle qui sera capable, dans son environnement technique, de remplir ce cahier des charges dans un compromis acceptable.

Dans l'antiquité, la machine répondant à ces critères était la presse à levier, ce qui permit à Archimède de le constater. Bien souvent, elle était composée d'un tronc d'arbre fiché dans une paroi, une falaise, ou dans une muraille et dont l'autre extrémité était chargée de quelques tonnes de roches ou munie d'un cabestan. Par un astucieux système de mouflage, il suffisait de décharger et recharger quelques centaines de kilos pour obtenir ce mouvement et donc la pression.

S'ensuivit la presse à vis verticale, puis la presse hydraulique.

Le fonctionnement alternatif de ces machines ne favorise pas leur rendement ; il n'en demeure pas moins que la presse hydraulique est encore largement usitée de nos jours, pour des huiles rares et de très haute qualité, ainsi que pour certaines graines dont la composition ne permet pas l'emploi d'une machine moderne travaillant en continu. Mais pour des raisons de rentabilité son utilisation n'est pas adaptée à une solution économique viable, lorsqu'il s'agit de grandes quantités, ou pour des quantités moindres lorsqu'on ne dispose que de peu de temps.

**Aujourd'hui**, hormis cette presse alternative, nous disposons de deux types de machines travaillant en continu, que l'on différencie par le sens de leur poussée. Ce sont toutes des machines à vis sans fin. Elles sont bien connues sous le nom de :

- 1 - presse à barreaux, presse à disques
- 2 - presse à tube ou à vis

## 1. La presse à barreaux

**Les presses à barreaux ou à disques possèdent une vis conique étagée** ; les diamètres augmentent dans le même sens que l'avancée de la graine. Cette vis est enfermée dans une cage cylindrique composée de barreaux (longitudinaux) ou de disques (transversaux) dont l'écartement et l'étagement sont très précisément réglés.

La matière avance dans un "entonnoir", poussée par un pas de vis agressif, la pression augmente avec son déplacement (trituration importante, les cages sont renforcées contre la torsion et l'éclatement). Du fait du rétrécissement de la section de passage, l'huile est purgée par les intervalles de la paroi, sur toute la longueur de la cage.

**La pression est obtenue par une diminution du volume** sur sa longueur, sous amenée constante, c'est un "laminage".

# DESCRIPTIF FONCTIONNEMENT D'UNE PRESSE A HUILE

**L'effort principal est radial.** Les graines sont comprimées entre la vis et le cylindre de la cage. La sortie de l'huile se fait sur le pourtour de la cage, par les intervalles entre les barreaux ou les disques. Le tourteau est évacué en bout de vis, sur sa périphérie, généralement sous forme de "chips".

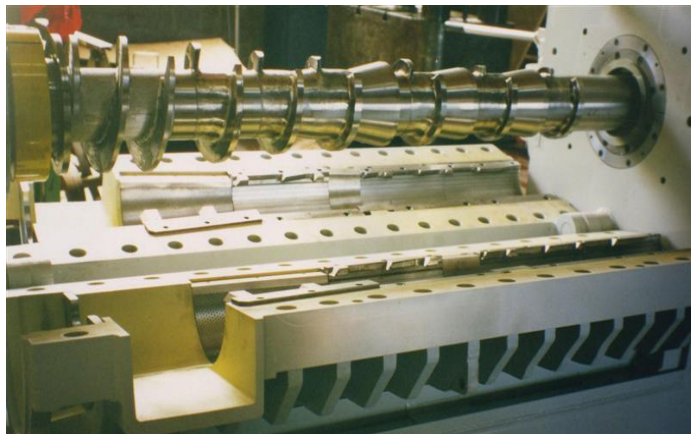


Photo APAD. Vis de machine à barreaux



Photo APAD. Cage de machine à barreaux

La longueur de la vis ainsi que ses diamètres, la progression de ceux-ci, le diamètre de la cage, l'étagement des barreaux, leur nombre, les différents écartements, tous sont calculés en fonction de plusieurs paramètres tels que la vitesse ou la quantité de graines amenée ainsi que le type de graines, dans la recherche d'un certain débit et d'un taux d'extraction honnête. Ici entre en jeu le savoir faire et l'expérience du constructeur, la qualité des aciers et de l'usinage.

Un espace mal adapté entre les barreaux, insuffisant, va dégrader une extraction correcte, réduire le débit de la presse, voire atteindre le bourrage, car l'huile n'est pas séparée et ne peut quitter la cage. Avec un espace trop important, le débit côté huile, augmentera avec un faible taux d'extraction car la cage ne retiendra plus la matière solide qui fuira.

Par exemple l'entrefer doit être plus généreux pour du tournesol que pour du colza. Ainsi tel réglage pour une graine ne conviendra pas, peu ou moins, sinon pas du tout pour une autre.

L'élévation de la pression engendre une élévation de température favorisant l'extraction de phospholipides indésirables. Ceci est combattu par la limitation de la vitesse de la machine à une dizaine de tours minutes, réglant ainsi le temps de traversée de la matière en réduisant du même coup la trituration. La cage peut atteindre une température de plus de 70° Celsius. L'huile, en quittant la machine, emporte une partie des calories contribuant ainsi à son refroidissement. Il en est de même pour les tourteaux.

Beaucoup de ces machines sont munies d'un obturateur manuel, permettant un réglage de la pression interne, par la variation de la section du passage de sortie du tourteau en créant un frein à son débit.

**Idéalement, il n'existe donc qu'un seul réglage pour chaque graine selon son taux d'humidité.** Pour changer de graine il faut donc systématiquement démonter chaque barreau et régler son écartement et/ou changer des sections de la vis. Certains contournent la difficulté en changeant la cage complète, ou en attribuant une machine par type de graine, ce qui demande un investissement conséquent.

De par leur conception, ces machines génèrent un taux élevé de pied ou sédiment, d'où l'obligation de leur adjoindre un filtre presse ou un filtre dit vertical afin de débarrasser l'huile de ce sédiment qui peut dans certaines conditions atteindre 50 %. Dans d'autres circonstances, elles génèrent des huiles colloïdales.

Ce sont principalement des machines industrielles qui sont adaptées, depuis peu, par les constructeurs au système agricole, car à l'origine, se sont des machines faites pour presser à chaud, puis à l'aide de solvants des quantités industrielles de produits qui subiront plusieurs traitements physico-chimiques.

Leur qualité va de l'excellent au médiocre, leur capacité d'une trentaine de kilos de graines à l'heure jusqu'à plusieurs tonnes. Elles sont sensibles à la variation d'humidité des graines et nécessitent un débouillage systématique avant l'arrêt sous peine de casse.

## 2. La presse dite "à tube" ou "à vis"

**Les presses dites à vis ou à tube sont munies d'une vis cylindrique**, enfermée dans un tube ou cylindre qui est perforé sur une partie de sa longueur. Son ancêtre est sûrement le couple mortier-pilon.

Le déplacement de la matière, très court, translatif avec peu de rotation, triture peu la matière, l'état de surface des aciers est prépondérant. L'huile est purgée sur quelques dizaines de millimètres.



Photo ADL. Presse à tube 15L/h

**La pression est obtenue sans variation de volume**. La matière comprime la matière, c'est un pressage très efficace si certaines conditions sont respectées.

Elles peuvent être beaucoup plus pointues dans leur utilisation qu'une machine radiale. Comme pour les machines à barreaux, la difficulté réside dans leur conception : c'est un équilibre entre quantité amenée, vitesse, temps, volume, pression, rapport diamètre de vis/longueur, section ou diamètre et nombre de trous de sorties de l'huile et du tourteau selon le type de graine et son taux d'humidité.

**L'effort principal est axial**, la graine est poussée au fond et comprimée. Le tourteau sort en bout d'axe par une buse calibrée, interchangeable, qui agit comme un frein à son débit. L'obstacle est constitué par le drainage de l'huile une fois séparé par la pression. L'huile doit refluer vers le tube perforé sous l'effet de la pression qui doit être différentielle pour favoriser ce reflux.

La variation d'un critère devrait entraîner un réglage des autres. Mais souvent le seul critère variable est la vitesse, d'où des résultats variables également, du mieux à l'exécrable. Elles sont plus sensibles aux variations du taux d'humidité de la graine que les machines radiales qui privilégient le temps de passage par la longueur de la vis, l'épaisseur moindre de la matière, une pression supérieure, et des vitesses très lentes pour limiter l'échauffement.

### **Ce sont deux types de machines aux principes et à la méthode opposés.**

Avant l'engouement pour l'huile végétale carburant, ces presses étaient utilisées majoritairement par des huiliers artisanaux, en filière courte, pour des huiles alimentaires nobles, souvent en bio. Dès lors, elles se sont vues comparer à des machines de dix fois leur poids et de quatre à huit fois leur prix lors d'essais de différents organismes agricoles et souvent en méconnaissance de leur fonctionnement.

Souvent décriées, à juste titre d'ailleurs, car affublées de tares chroniques dues pour certaines à leur conception, à leurs distributeurs ou leur mode d'emploi, elles sont accusées de mal dégraisser le tourteau, de laisser un taux important de matières grasses dans ce tourteau, donc de mal extraire l'huile. Ce taux pouvant atteindre 18 à 25 %. Cette matière grasse étant portée au bilan négatif du tourteau, car déséquilibrant les rations animales, elle est soustraite du bilan positif de l'huile. Quelques une de ces machines se sont vues adjoindre un deuxième étage de compression, c'est bien, que le premier ne dégraisse pas.

Ce genre de machines possède néanmoins des avantages importants que les machines radiales n'auront jamais : elles génèrent peu de sédiment, très peu de phospholipides, de cires ou de gommes malgré les températures atteintes et des huiles qui décantent rapidement. Beaucoup moins onéreuses, beaucoup plus légères, d'une construction facile, elles sont excellentes dans les petits débits (max 45 l/h soit 100 kg/h), imbattables sur le rapport prix/rendement et sur la comparaison du poids et de la puissance.

A titre d'exemple une 40 kg/heure pèse le cinquième du poids d'une machine à barreaux, grâce au sens de l'effort, et ne demande que 1500 Watts.

Nous avons été souvent agréablement surpris des résultats obtenus pour peu que l'on comprenne leur fonctionnement et que l'on sache les régler. Surtout, elles sont capables de presser une grande variété de graines sans modifications majeures.

## 3. L'Atelier Du Lys : pourquoi une presse extrudeuse

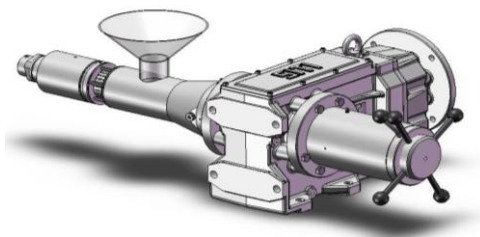
Ce projet est le mariage de deux passions : l'agriculture, de là vient notre expérience en huile végétale, et notre métier, la mécanique appliquée.

Ayant constaté tous les petits avantages d'une presse axiale ainsi que son gros désagrément, et étant pris d'affection pour celle-ci, nous avons relevé le défi et décidé d'élever la souillon au rang de princesse.

Ainsi est née **AXIA**, presse à vis cylindrique et effort axial, fruit de plusieurs années de travail et d'une longue expérience.

### Objectifs

- Amener la capacité d'extraction de ce type de machine au niveau du très haut de gamme des radiales.
- Montage d'un capteur d'effort instantané permettant la lecture directe de la pression interne. Jusque-là seules les presses hydrauliques le permettaient
- Établissement d'abaques de pressage selon le type de graine et son taux d'humidité, de la matière grasse résiduelle, en fonction des paramètres physiques et mécaniques.
- Vérification de la qualité des huiles (corrélation, teneur en phosphore, calcium, magnésium...), et du tourteau (matière grasse résiduelle, valeur nutritive...), en fonction des critères de pressage ; température, pression, temps, débit...
- Validation par des essais qualifiés, de connaissances et d'expériences empiriques accumulées dans le monde agricole et des tritrateurs.
- Détermination de dimensions mécaniques et de têtes pression-extrusion pour chaque type de graine et adaptabilité de celle-ci aux variations du taux d'humidité.
- Pressage optimal de toutes sortes de graines ou amandes sans aucun changement de pièces, en adaptant les paramètres mécaniques , tournesol, colza, moutarde, noix, soja, lin, chanvre, sésame, noisette, bourrache, onagre, cameline, neem, jatropha, baobab, sésame, amande, figue de barbarie, tomate, pamplemousse, pêche, abricot, etc. pour des températures d'huile inférieures à 45 °.



AXIA ALPHA M3 pré-projet

**AXIA est une presse extrudeuse à fonctions séparées, simple pression**, prototype de synthèse et d'essais, elle fait l'objet d'un nouveau dépôt de brevet et d'un modèle déposé. Elle rassemble aussi plusieurs brevets européens.

Troisième prototype de la lignée, elle descend directement des presses à vis ALPHA M1 et M2. Ses grandes sœurs atteignaient déjà : 46.3% d'extraction brute en tournesol et 41% en colza, pour des températures d'huile inférieures à 45°.

AXIA reproduit en continu le principe ancien de la presse hydraulique, c'est-à-dire que l'on presse un certain temps à une certaine pression mais pas au-delà.

**La pression variable est obtenue par augmentation du volume**. L'obturateur est intrinsèque et idéalement ajustable. Sa chambre d'extrusion sert de régulateur de pression pour la chambre de compression comme un limiteur de pression dans un circuit hydraulique.

# DESCRIPTIF FONCTIONNEMENT D'UNE PRESSE A HUILE

---

Cette machine possède des volumes et des dimensions variables, ajustables, correspondants à la vitesse et à la quantité d'amenée. Elle respire, pousse fort, et tourne avec des buses beaucoup plus grosses. On ne "dégraisse" plus au frein. La matière grasse totale résiduelle n'est plus que de 10 à 13 %. Les rendements et la qualité des produits sont augmentés.

## Tous les paramètres mécaniques sont variables pour une adaptabilité parfaite :

- vitesse de 0 à 144 T/mn,
- longueur, volume de la chambre de compression,
- longueur, volume de la chambre d'extrusion,
- section entre- chambres,
- section de fuite d'huile,
- section buse-frein.
- capacité de démarrer sans débouillage. Ce qui, dans le cas d'un éleveur qui presse quelques heures par jour est un gain de temps et un confort de travail très appréciable.

Elle est équipée de quatre détecteurs de températures et surtout d'un cœur mécatronique ; un capteur d'effort par déformation du métal nous indique en permanence **la poussée réglable** de la machine (800/1000 bars) et cette information, par une interface spécialement développée, peut agir sur le variateur de fréquences.

Cet équipement permet en plus la détection des variations du taux d'humidité des graines, car dans un silo ou une cellule ces variations sont fréquentes. Ainsi la vitesse sera adaptée automatiquement en fonction de la pression, favorisant le temps de passage de la matière si la pression diminue par exemple.

La plage de vitesse de rotation est élargie : de 0 à 144 t/mn de façon à atteindre les vitesses périphériques de débrayage des aciers pour des graines humides et le sectionnement du "gâteau" avec des graines sèches, pour le contrôle de certains paramètres. Pour cela elle est équipée d'un variateur mécanique et d'un compte tours, l'ajustement électronique se faisant par le variateur de fréquences.

Nous avons donc la possibilité d'enregistrer exactement les paramètres mécaniques et physiques d'un essai et de faire varier ceux-ci en fonction des pesées, des résultats, des conditions observées ou du but poursuivi.

Ces données sont consignées sur une fiche de suivi tout au long des différentes mises en pression lors des essais, afin d'être couplées aux résultats des analyses physico-chimique des produits de la machine ; huile, tourteau, sédiments. Ainsi nous sommes à même de connaître précisément quels critères, quelles conditions, quelles configurations seront favorables à un certain profil d'acide gras, par exemple.

De cette machine, après essais sur types de graines, nous sommes à même d'optimiser les machines de séries afin de les adapter exactement en déterminant la tête parfaite.

La presse à tube est maintenant au niveau des meilleures presses radiales.



Photo ADL. Presse extrudeuse ALPHA M 3.25 E AXIA.

Jean Claude MANAS avril 2009