

# Cahier technique

## *Moulin Astrié*

André Astrié, accompagné de son frère Pierre, a inventé le moulin à meules de granite portant leur nom.

### **Premier critère du moulin Astrié**

Ils ont mis au point un moulin à meules, basé sur un principe de compression, produisant une farine aux qualités diététiques remarquables.

- 1) La mouture suivant un principe de compression permet de séparer efficacement les éléments fibreux (la cellulose du son) des grains de farine (amidon).
- 2) Comme pour tous les moulins à meules, et contrairement aux moulins à cylindres, le germe de blé est pressé et suinte dans les grains d'amidon.
- 3) Entre les meules, dans l'espace de la feullure, où l'écart entre pierres est précis et maîtrisé, le ponçage du son permet l'extraction de l'assise protéique.

Le premier critère du moulin Astrié est le respect de principes mécaniques permettant ces résultats diététiques.

### **Deuxième critère du moulin Astrié**

L'expérience en mécanique automobile d'André et Pierre dans les années 50, et surtout lors grande conscience du travail bien fait, a fait de leur moulin un outil d'une grande fiabilité.

Une construction robuste, précise et réparable constitue le second critère du moulin Astrié.

### **Le but du cahier technique**

Aujourd'hui, des personnes et des entreprises construisent des moulins de petites dimensions et se réclament de l'héritage des frères Astrié.

Le but de ce cahier technique est de lister l'ensemble des contraintes techniques à respecter pour pouvoir indiquer aux utilisateurs la mention « Moulin Astrié ».

La rédaction de ses cahiers est réalisée par l'association Moulin Astrié, constituée de fabricants de machines à l'intention des fermes paysannes en agriculture biologique et de paysans utilisateurs de moulins Astrié.

# Définition du moulin Astrié

## Les meules

André et Pierre Astrié se sont installés sur le massif du Sidobre dans le Tarn. Le granit issu du massif est la référence quant au choix de la nature des meules.

Leur dureté se situe de 5 à 6 sur l'échelle de Mohs

Les meules doivent être en granit du Sidobre ou équivalent, en dureté, en homogénéité et absence de porosité.

Pour la flexion des meules, en particulier celle de la tournante, elles doivent respecter un rapport diamètre/épaisseur inférieur à 8.

La meule tournante est composée de deux parties :

- la 1<sup>ère</sup> est l'entrepied ou le rampant, lieu du déroulement du grain (ou concassage)
- la 2<sup>ème</sup> est la feullure, espace restreint chargé du calibrage du grain de farine et du ponçage du son afin d'en arracher l'assise protéïque. Sa largeur doit correspondre au 6<sup>ème</sup> à peu près du diamètre de la meule ronde.

Les deux meules sont appairées sur l'intégralité de la feullure par rectification au carbure de silicium.

La meule tournante est équilibrée dynamiquement et en conséquence, la position de l'anille est marquée par un repère par rapport à l'arbre. La masse d'équilibrage doit permettre une usure de la meule de 3cm minimum.

## Cotes de sculpture des meules

André a réalisé différents essais de dessins de rayons des meules.

Ce qui suit ne constitue pas un optimum de dessins de rayons mais l'aboutissement des travaux d'André. Ces choix de dessin sont éprouvés sur de nombreux moulins montrant leur efficacité en froment.

L'oeillard de la meule tournante est inférieur ou égal à 20% son diamètre.

La hauteur de l'entrée de l'entrepied est supérieure à 10 mm afin de permettre le passage de grain de maïs entier.

Pour permettre un refroidissement en continu, les rayons de la tournante sont débouchants et d'une profondeur comprise entre 4 et 7mm.

Le diamètre du cercle de châsse (ou cercle d'excentricité) des grands rayons est compris entre 150 et 160mm pour 1m de diamètre de meule.



Les stries creusées sur la dormante et la tournante ont un rampant d'angle maximum 30° avec la surface et une profondeur comprise entre 1 et 1,7mm.

L'espace entre 2 stries (plat de la feullure) doit être compris entre 9 mm et 15 mm

Au-delà de la description du dessin de la meule, c'est le résultat en rendement farine/blé et donc l'absence de semoule qui joue le rôle d'arbitre, cette mesure étant effectuée avec un écart entre meule autour de 0.2 à 0.3mm avec un vide maille de tamis de 300µ.

L'efficacité du moulin en rendement est durable. En l'absence de cailloux dans le blé, le rhabillage est nécessaire après 80 à 120 tonnes passés dans un moulin de 50cm et de 300 à 500 tonnes dans un moulin de 1m. Les variations sont, entre autres, liées à la présence de poussières silicieuses dans le blé.

### **Le bridage de la meule tournante**

La meule tournante est posée sur un ressort et permet, sans contrainte, de maintenir un écart maximum de 3mm entre meules.

La ferme respecte une résistance à la flexion minimale mesurée à l'aide d'un ressort référence et un comparateur.

Si la ferme respecte une flexion acceptable, la même mesure est réalisée avec le ressort de sécurité du moulin en butée afin de vérifier sa force.

Pour garantir la fiabilité de l'appui sur la butée, le haut des colonnettes de ferme se doivent d'être fixes (rigidité et stabilité attendues). Les tiges filetées sont solidaires des colonnettes à l'aide par exemple de contre-écrous.

Par principe, les colonnettes sont démontables et repérées à leur base pour pouvoir être repositionnées.

### **Liaisons mécaniques de l'entraînement à la ferme**

Pour réaliser la rotation de la meule tournante, plusieurs liaisons sont définies et donc à respecter :

- La liaison dormante-axe moteur est une **liaison pivot**

Pour cela, le palier d'axe est solidaire de la meule dormante, sans mouvement possible (scellement avec accroches). Celui-ci est monté perpendiculaire à la surface de la meule dormante avec une tolérance de 2mm pour 1000mm.

Le blocage en translation doit être réglable et peut être réalisé par une bague de serrage sur l'axe. Un colimaçon pourra être solidaire de cette bague. Il sera chargé d'engager les grains entre les meules, évitant ainsi les accumulations de blé à l'ouverture des meules.

Le colimaçon est au maximum à 0.5 mm au-dessus de la dormante.

- La liaison axe-anille est une **liaison rotule glissant**

Le jeu entre l'arbre carré et le trou carré de l'anille permet de réaliser un angle de rotulage anille/axe compris entre 1° et 3° par rapport à la perpendiculaire.

La liaison glissière est réalisée par les 4 faces usinées de l'axe moteur et le trou carré de l'anille. A noter que les dimensions des faces formant le carré doivent permettre la conservation du diamètre d'origine de l'arbre. Cela est nécessaire pour permettre le centrage de la butée.

- La liaison butée-axe est une **liaison rotule glissant**

Pour réaliser cette liaison, deux possibilités s'offrent à nous :

- Ou alors l'arbre émerge de l'anille de 3mm minimum à 5mm maximum, lorsque la meule tournante est au repos. La cote de l'alésage de la butée est celui du diamètre de l'axe montée libre
- Ou alors l'alésage du corps de butée permet un jeu de 3/10° autour de l'axe.

- La liaison butée-anille est une **liaison appui plan**

- La liaison corps de butée-étiré de butée est une **liaison rotule**. La fonction de butée (crapaudine) doit être réalisé par une butée à bille.

- La liaison ferme-étiré de butée est une **liaison rotule**.

### **Motorisation**

La motorisation ne doit pas être surdimensionnée. Sinon, cela conduirait à empêcher l'arrêt de la meule lors d'un incident tel que le colmatage. Un disjoncteur magnétothermique réglable agira alors quand le moteur sera en surcharge ou bloqué.

A noter que le moteur doit s'arrêter quand les pierres sont bloquées.

Le système d'entraînement doit être fiable et éprouvé, dans les règles de la mécanique.

La vitesse périphérique préconisée de la meule tournante se situe entre 5m/s et 5.5m/s.

Le moulin doit s'arrêter automatiquement lorsque la trémie est vide

### **Archure et alimentation en grain**

L'archure est l'entourage de la meule ronde permettant de guider la mouture vers le bec de sortie. Cette archure doit être dépourvue de cavités qui seraient des nids à mites et forme un ensemble solidaire, facile à démonter et remonter.

Elle doit aussi réaliser un joint ou un ajustement avec la dormante pour éviter les fuites de farine en fonctionnement.

Il est demandé aussi que l'archure puisse se baisser au fur et à mesure de l'usure de la dormante et que ses fixations ne gênent pas le rhabillage.

Enfin, le système permettant l'alimentation du moulin en blé, doit permettre un réglage de débit entre 0 et 25 kg/h pour un moulin de Ø50cm et entre 0 et 50kg/h pour un moulin de Ø1m, avec un pas de 1kg/h

### **Bluterie**

La fonction de la bluterie est la séparation de la farine et du son. Il n'existe que deux issues.

Pour réaliser cette opération, le vide de maille de référence du tamis est de 300µm.

La surface de tamis est au minimum d'0.75m<sup>2</sup> pour un moulin de Ø50cm et de 1,5m<sup>2</sup> pour un moulin de Ø1m.

La pente de la bluterie permet de convoier le son emprisonné dans le tamis en avançant par gravité jusqu'à la sortie. La pente sera réglable de 7cm/1m à 2cm/1m

### **Aspiration de la bluterie**

L'aspiration joue un rôle crucial dans le bon fonctionnement du moulin. Elle est nécessaire pour évacuer la chaleur de la mouture et l'humidité extraite du blé. Elle produit aussi une dépression au sein de la bluterie, malgré le flux d'air venant de la meule, permettant de conserver le local de mouture propre de poussières de farine.

La mesure de la dépression peut être faite par une flamme d'allumette présentée à la sortie de son. Elle doit légèrement s'incliner vers l'intérieur de la bluterie.

Pour réussir cette aspiration, il doit exister un dispositif de filtration de l'air extrait de la bluterie. Nous demandons à ce système une efficacité : laisser passer l'air durablement sans laisser passer la farine.

Evidemment, l'aspiration ne doit pas empêcher le son de s'évacuer.

Le tamisage est une opération qui se réalise par gravité, sans brosse ajoutée.

Pour augmenter l'efficacité, des masselottes sont intégrés au tamis.

Le choc de celles-ci sur les carrelots du tamis, par la vibration qu'elles produisent, contribuent à aider la farine à franchir le vide de maille. Leur son régulier est le fameux tic-tac du moulin des histoires.

Le coffre de la bluterie reçoit la farine tamisée. La quantité de farine qui peut y être stockée doit être de 80kg minimum.

Par ailleurs, le tamis est logeable dans le couvercle de la bluterie et la bluterie peut s'ouvrir facilement. Le dessus du couvercle est démontable pour pouvoir aspirer la farine qui y serait stocké.

Si la farine est déplacée, cela doit se faire mécaniquement (vis d'Archimède ou chaîne à pastille). Le déplacement par air est prohibé car l'oxydation induite dégraderait les qualités diététiques de la farine.