

LE SÉCHAGE DES NOIX

PRINCIPES GÉNÉRAUX

ET POINTS DE CONTRÔLE

Il existe une diversité d'installations et de matériel de séchage, mais leur fonctionnement n'est pas toujours suivi avec précision, et l'arrêt du séchage est souvent décidé empiriquement. Voici quelques points de repère pour optimiser le séchage.



PRINCIPES GÉNÉRAUX

LES CONSTITUANTS DE LA NOIX

La noix est constituée d'un embryon (le cerneau) et d'une enveloppe de protection (la coque, la membrane et la cloison interne). On peut donc distinguer trois couches :

LE CERNEAU

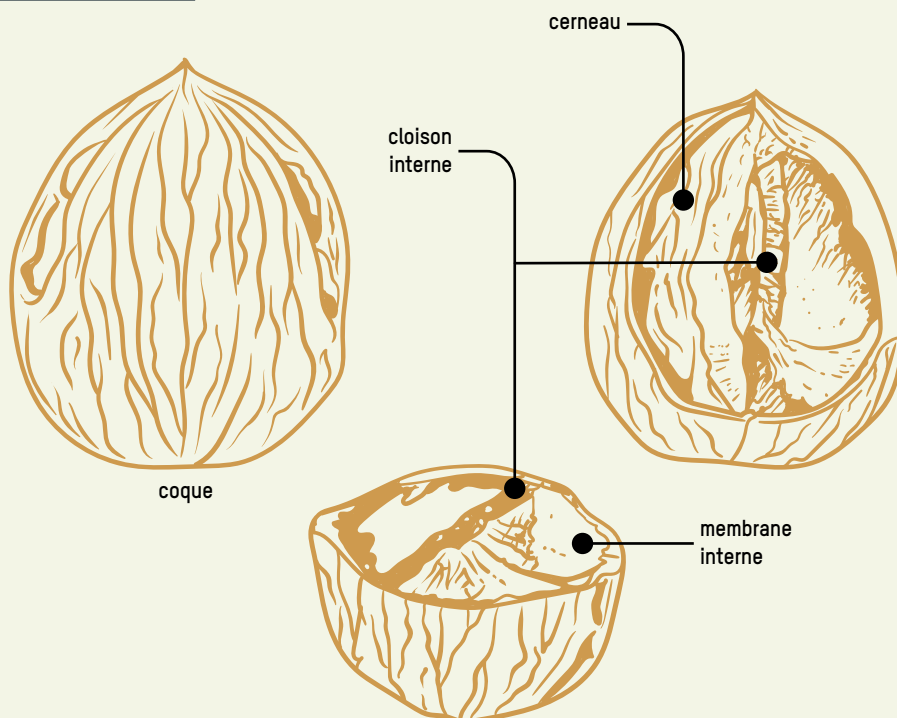
Composé à 60% de lipides.

LA MEMBRANE ET LA CLOISON

Elles sont assimilées à du liège en raison de leur faible masse volumique et du caractère spongieux du tissu qui les compose. Elles protègent le cerneau du dessèchement et libèrent en premier l'eau qu'elles contiennent. À partir d'un certain seuil, la membrane et la cloison ne suffisent plus et le cerneau débute son dessèchement.

LA COQUE

Enveloppe externe assimilée à un bois très dur et rugueux.



PRINCIPES GÉNÉRAUX

L'EAU DANS LES CONSTITUANTS : 3 ÉTATS

L'eau existe sous différentes formes, et est éliminée en fonction du degré de séchage.

L'EAU LIBRE

Elle remplit la majeure partie des vides de la structure, elle est piégée sous forme liquide par des forces d'origine capillaire ; la quantité maximale d'eau libre est directement liée à la porosité du milieu. Le séchage l'élimine rapidement.

L'EAU LIÉE

Elle est adsorbée sur et dans les structures des constituants, elle est donc fortement retenue.

LA VAPEUR D'EAU

Mélangée à l'air, elle occupe les espaces non saturés d'eau liquide. Elle représente une fraction négligeable de l'eau.

LA CINÉTIQUE DU SÉCHAGE : 3 PHASES

La vitesse du séchage évolue au cours du temps, en fonction des différents états de l'eau dans les constituants de la noix.

1^{RE} PHASE

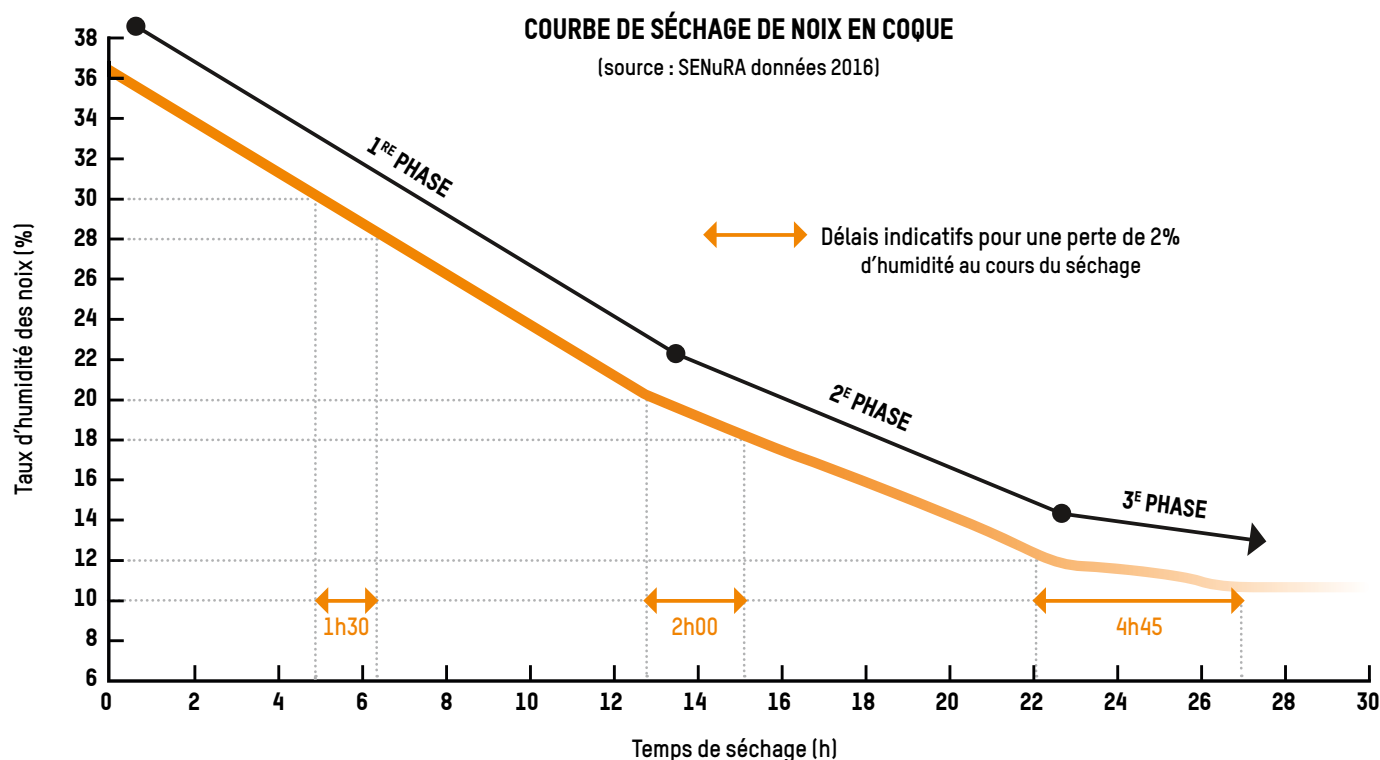
La vitesse de séchage est constante. Elle correspond au transfert de l'eau par capillarité (eau libre).

2^E PHASE

La vitesse de séchage ralentit. Elle correspond à la diffusion liquide puis à la vaporisation des couches moléculaires supérieures (eau liée).

3^E PHASE

Les couches moléculaires inférieures sont désorbées et vaporisées. Cette étape nécessite beaucoup d'énergie et s'effectue lentement.



La coque sèche rapidement et a un comportement linéaire tout au long du séchage.

La membrane interne est en générale plus riche en eau que les autres constituants. L'évolution de sa teneur en eau varie beaucoup au cours du séchage, notamment au début. Elle a un rôle prédominant par son action tampon.

Le dessèchement du cerneau ne commence réellement que lorsque la noix entière atteint un certain seuil, de l'ordre de 26 à 28% d'humidité.



GESTION DU SÉCHAGE

TEMPÉRATURE ET HYGROMÉTRIE DE SÉCHAGE

La température et l'humidité de l'air ventilé se mesurent avec un thermomètre et un hygromètre ou un thermohygromètre, sous la grille de séchage. Le pouvoir séchant de l'air augmente avec la température. Plus l'air est chaud, plus sa capacité d'absorption en vapeur d'eau est élevée.

CALCUL DE LA TEMPÉRATURE DE SÉCHAGE

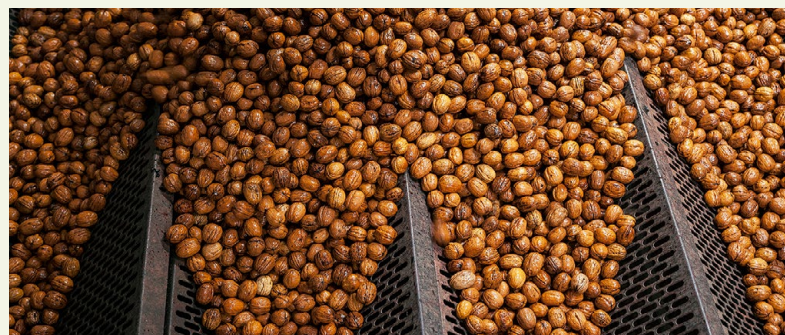
Un séchage rapide et homogène est une garantie de qualité. Attention toutefois à ne pas appliquer de température trop élevée en début de séchage, en particulier pour les noix récoltées tardivement et restées au sol, ou les variétés sensibles au bâillement. Lorsque la noix est plus sèche, elle est plus apte à résister aux fortes températures de séchage.

À RETENIR

- ▶ L'air ventilé doit avoir une hygrométrie inférieure à 40%.
- ▶ 1°C d'augmentation de température réduit de 5% le taux d'hygrométrie.
- ▶ Les écarts entre les différentes mesures de température ne doivent pas excéder 2 à 3°C par rapport à la consigne.

▶ Si la température de l'air est de 14°C et l'hygrométrie est de 95%, il faut réduire l'humidité de : $95 - 40 = 55\%$

▶ Si 1°C réduit l'humidité de 5 %, il faut une élévation de température de $55/5 = 11^\circ\text{C}$, soit une température de séchage de $14^\circ\text{C} + 11^\circ\text{C} = 25^\circ\text{C}$



TEMPÉRATURE MAXIMALE À NE PAS DÉPASSER

Noix sensible au bâillement (Parisienne)	25°C
Noix ayant séjourné sur un sol humide	25°C
Variété peu sensible au bâillement (Franquette)	30°C

LE DÉBIT D'AIR

Le débit d'air assure le renouvellement de l'air chargé de vapeur d'eau, il doit donc être suffisant pour traverser toutes les couches.

CALCUL DU DÉBIT D'AIR

Le débit d'air se mesure avec un anémomètre, devant la prise du ventilateur et sur les différentes cases. On admet généralement un débit de 1500 à 2000 m³/h/m² de séchoir pour une hauteur de 1 m de noix. L'augmentation du débit d'air améliore l'homogénéité du séchage, mais accroît la consommation d'énergie.

Exemple : Si l'anémomètre enregistre une vitesse de 0,56 m/s, alors le débit d'air pour 1 m² est de $0,56 \times 1 \times 3600 = 2016 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$.

À RETENIR

- ▶ La valeur moyenne du débit d'air ne doit jamais être inférieure à 1300 m³/h/m².
- ▶ Vérifiez la répartition de l'air entre les différentes cases du séchoir et au sein de chaque case. La répartition est bonne si l'écart entre la mesure la plus faible et la plus élevée n'excède pas 25 %.
- ▶ Le contrôle de la ventilation peut être vérifié visuellement avec une feuille de papier journal posée sur les noix. Celle-ci doit se soulever légèrement.

CONDUITE DU SÉCHAGE

Les séchoirs doivent être placés dans un local abrité et ventilé afin d'évacuer l'air humide. Privilégiez un endroit facile d'accès pour le chargement et la vidange des noix. Pensez également à son extension possible et à son intégration dans la chaîne de pré-conditionnement. La capacité de l'unité de séchage doit correspondre à la quantité de noix ramassée quotidiennement. Exemple : Vous récoltez 4 T/j et vous séchez en 3 jours (96 h). 1 T de noix fraîches représente environ 2 m³. Il faut donc une capacité journalière de $4 \text{ T} \times 2 \text{ m}^3 = 8 \text{ m}^3$ et une capacité totale minimale de $8 \text{ m}^3 \times 3 \text{ j} = 24 \text{ m}^3$.

À TEMPÉRATURE CONSTANTE

Ventilez l'air chaud et sec pour sécher rapidement. Températures et débits sont constants.

Exemple : Températures selon la sensibilité au bâillement : 25 à 30°C. Débit d'air : 1500 à 2000 m³/h/m² pour 1 m de noix. Durée de séchage : 36 à 120 h (1,5 à 5 j)

À TEMPÉRATURE MODULÉE

Faites varier la température et éventuellement le débit d'air afin de mieux adapter le séchage au comportement des noix.

Exemple : Pré-séchage à 25°C pendant 10 heures avec un débit d'air de 2000 à 2500 m³/h/m². Poursuite du séchage à 30°C pendant 48 à 72 heures avec un débit de 1500 à 2000 m³/h/m²

DE MANIÈRE DISCONTINUE

Alternez des phases de séchage et d'arrêt complet sans ventilation (3h). Vous diminuez ainsi le coût énergétique, mais allongez la durée de séchage (1 à 2 jours supplémentaires par rapport à une conduite en continu).

Exemple : Pré-séchage à 25°C pendant 10 à 20 heures avec un débit d'air de 2000 à 2500 m³/h/m² pour 1 m de noix. Puis alternance de phases de séchage (3h) à une température de 25° à 30°C et un débit d'air de 1500 à 2000 m³/h/m² et de phases d'arrêt complet (3h).

À RETENIR

- ▶ Ne ventilez pas d'air froid en cours de séchage et n'arrêtez pas de sécher pendant une nuit complète pour éviter les risques de reprise d'humidité.
- ▶ Le séchage doit être arrêté lorsque la valeur d'humidité des noix est inférieure à 12 %.

CONTRÔLE DE L'HUMIDITÉ DES NOIX

RÈGLEMENTATION

Le séchage des fruits à coque est normalisé afin de garantir leur conservation et de préserver leur qualité. La norme européenne prévoit un seuil d'humidité à 12 % pour les noix entières et 8 % pour le cerneau (Extrait du journal officiel des Communautés Européennes du 27 janvier 2001, Règlement (CE) n° 175/2001). Une teneur en eau supérieure à ce seuil entraîne une dégradation à moyen terme des noix (conservation et stabilité). En s'éloignant de ce seuil, les noix destinées à l'énoisage sont fragilisées : lors du cassage, le cerneau se brise plus facilement.



MOYENS DE CONTRÔLE

Il existe différentes méthodes de contrôle de l'humidité des noix. Les moyens empiriques sont faciles à mettre en place, mais moins précis et demandent une bonne expérience. Les outils de mesure actuels permettent, quant à eux, un pilotage plus fin du séchage.

CONTRÔLE VISUEL DE LA CLOISON

Si la noix est sèche, la peau du cerneau est totalement adhérente, la cloison interne est brune et cassante mais ne doit pas se briser (trop sèche). Réalisez le contrôle sur 20 noix prélevées en haut et en bas du séchoir (2 x 10 noix).



PESÉE D'UN DÉCALITRE DE NOIX

Pour Franquette, la valeur de référence du poids de 10 L de noix sèches à 12% d'humidité est de 3,3 kg (la moyenne se situe entre 3 et 3,4 kg selon les années).

À RETENIR

- ▶ L'humidimètre est un Outil d'Aide à la Décision ; son utilisation doit être complétée par un contrôle visuel et gustatif sur les premiers lots.
- ▶ Le séchage dépend du calibre des noix.
- ▶ Si les lots sont hétérogènes, privilégiez l'échantillonnage sur les gros calibres.

INDICATEUR D'HUMIDITÉ

La mesure rapide de l'humidité est obtenue grâce au principe de conductivité (capacité d'un matériau à conduire l'électricité). Le test d'humidité est réalisé à partir d'un échantillon de noix en coque prélevées dans le séchoir puis broyées selon une granulométrie précise (cf. fiche Etapes clés pour la mesure de l'humidité des noix). La valeur retenue correspond à la moyenne de trois mesures successives réalisées.

ÉTUVAGE

La méthode des 24 h permet d'obtenir une valeur précise de la teneur en eau des noix par échantillonnage tout au long du séchage. Elle est cependant contraignante car elle nécessite du matériel de laboratoire et son délai de réalisation ne permet pas le pilotage du séchage.

