

Le maïs, un fonctionnement en filière

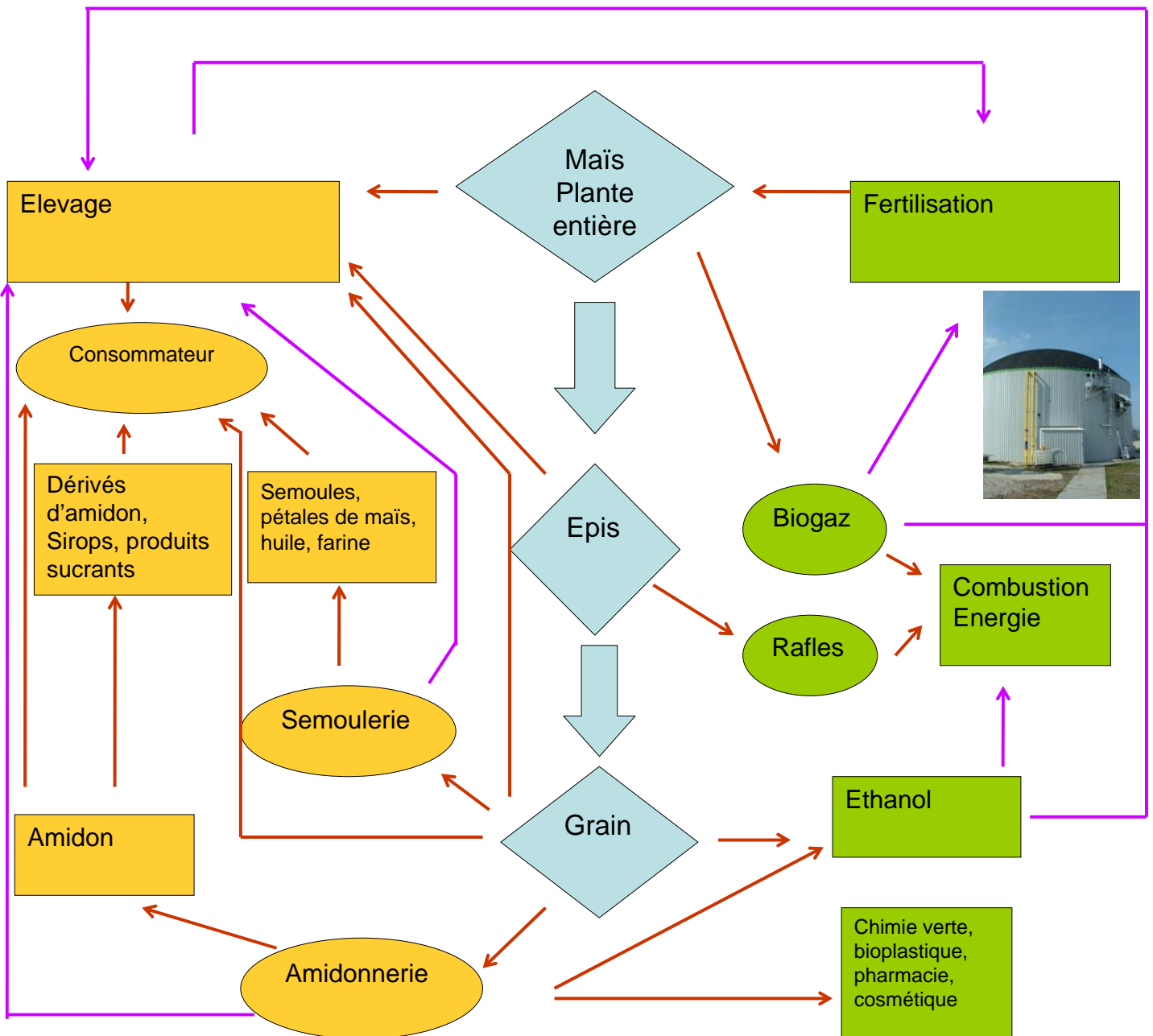


— Produits bruts

— Co-produit

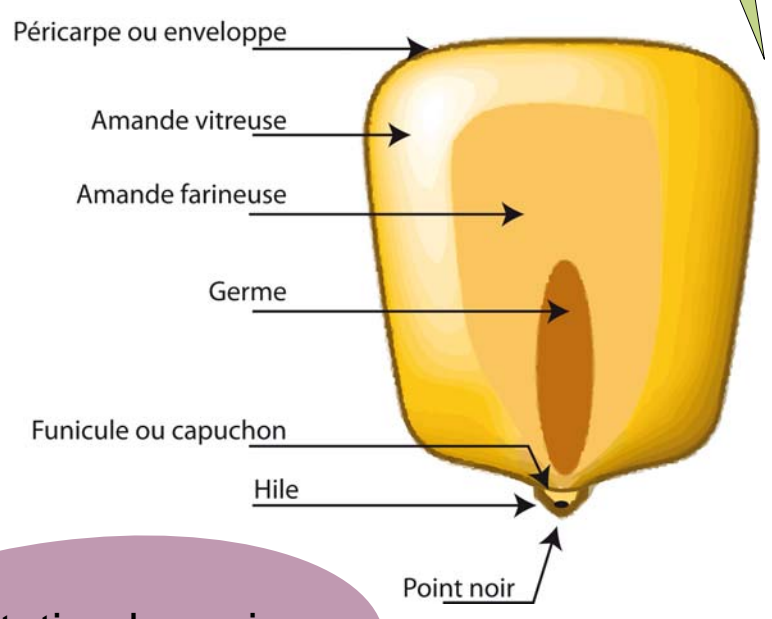
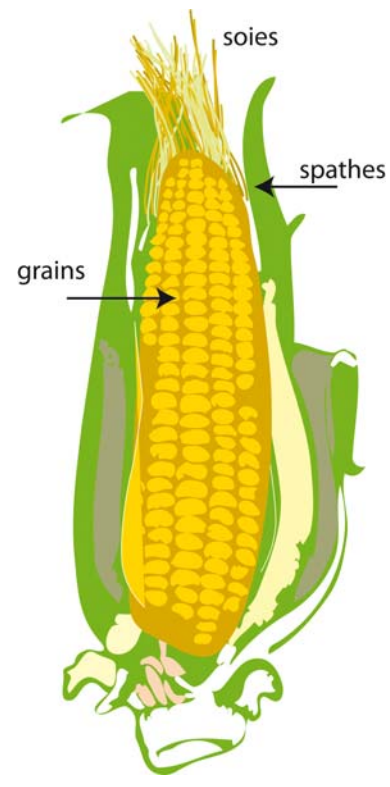
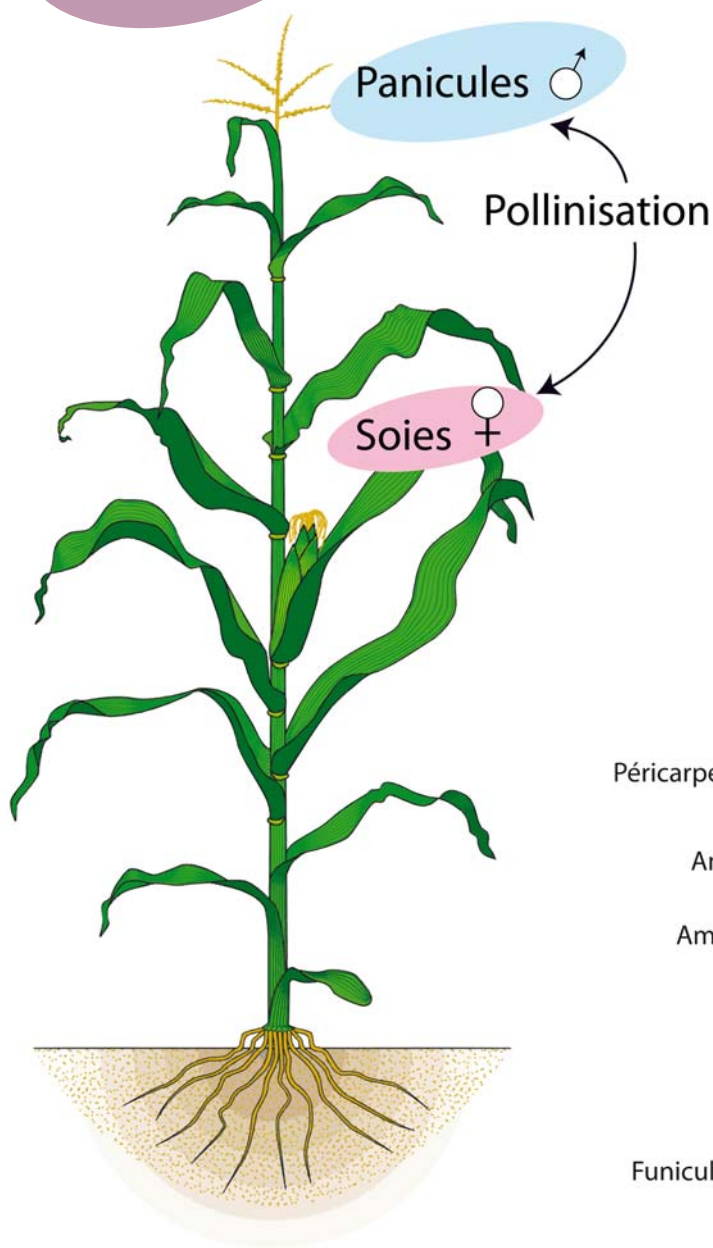
Alimentaire

Non alimentaire



De la plante entière au grain, le maïs trouve son utilisation

- Ensilage
- Biogaz



- Alimentation humaine
- Chimie verte et énergie
- Alimentation animale

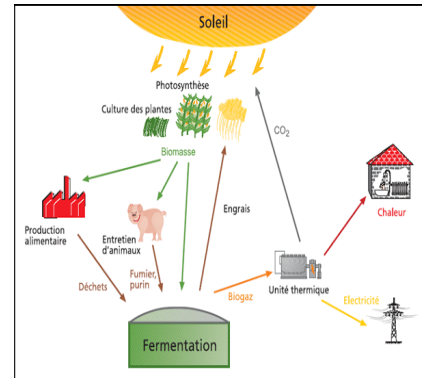
Les étapes de la transformation du maïs

Energie

La production de biogaz
Maïs et chauffage

Chimie verte

Carburants
Biomatériaux
Produits de santé



Alimentation animale

Besoins alimentaires des animaux et maïs
Les Co-produits en alimentation animale
Ensilage et purée de maïs
Gavage



Alimentation humaine

L'amidon et ses dérivés dans notre cuisine
Produits sucrants
Maïserie: semoule et pétales de maïs
Maïs doux et Pop Corn



La méthanisation agricole ou Biogaz



Le principe

- La méthanisation transforme une partie de la matière organique (digestion anaérobie) en biogaz (50-60 % de méthane et 38-48 % de gaz carbonique).
- Le biogaz est ensuite transformé grâce à un moteur de cogénération en électricité et en chaleur.
- Le processus de méthanisation en fin de cycle laisse un produit appelé digestat qui sert à nouveau comme fertilisant.

Rien n'est perdu!

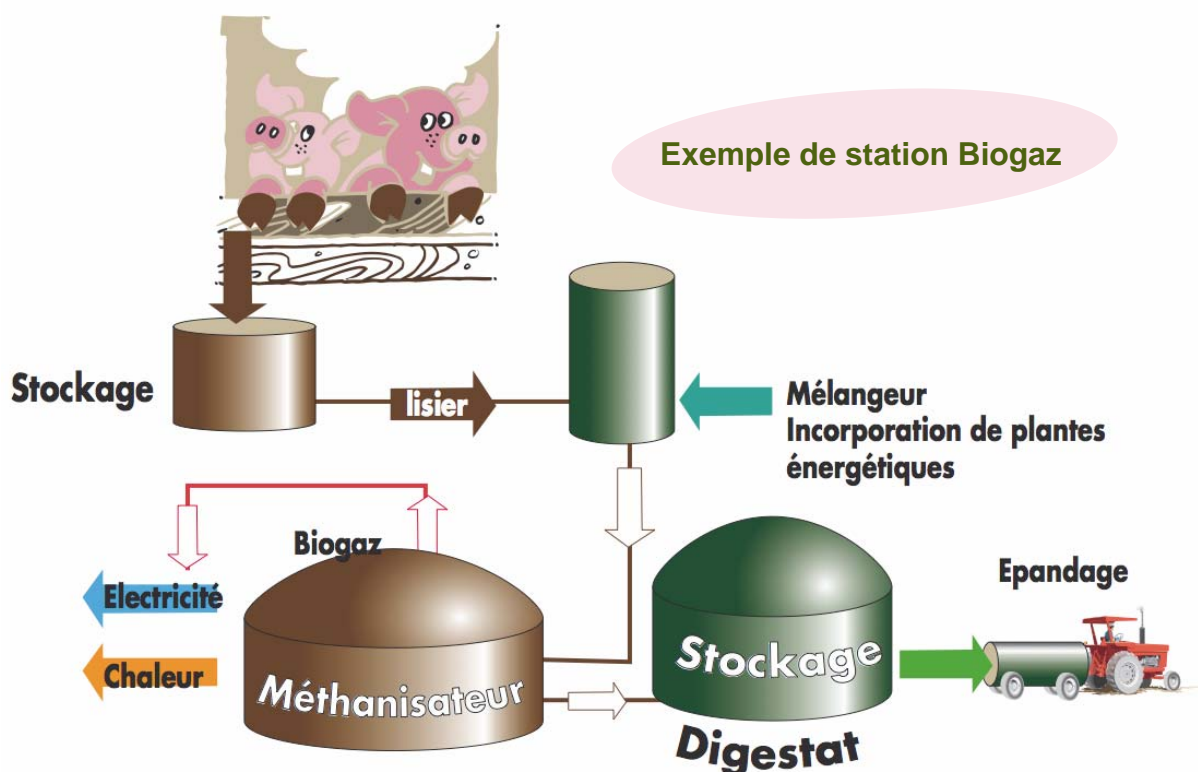
La part du maïs

Tous les produits n'ont pas le même pouvoir méthanogène.
Le maïs est une des cultures la plus intéressante.

Sur une année :

- 1000 t de fumier (80 vaches laitières) produisent 16 kw
- 1000 m³ de lisier de bovins (50 vaches laitières) produisent 8 kw
- 10 ha de blé ensilé produisent 13 kw

10 hectares de
maïs ensilage
produisent 21 kw



Le maïs source d'énergie

Produire de la chaleur à partir des résidus de culture

La culture de maïs grain laisse une grosse quantité de biomasse encore facilement mobilisable pour alimenter des chaudières poly combustibles collective ou particulière.

- La paille de maïs: environ 5 t/ha mobilisable
- les rafles de maïs: environ 2 t/ha mobilisable
- 1 hectare de maïs une fois la partie grain valorisée apporte encore en moyenne 2800 litres de fuel sans pénaliser le sol (matière organique).



Les chaudières poly-combustibles

Ces nouvelles chaudières sont spécialement étudiées pour faire face à différents gisements de biomasse :
foyer en pierre réfractaire-grille mobile-conduit en céramique
- incorporeur de chaux ...



Les Agropellets

- **Simplification** de l'alimentation des chaudières, **réduction** des volumes de stockage, **élargissement** du choix en modèles de chaudière...

Le granulé végétal est la solution !

- **Agropellets** : bio-combustible granulé ou gros cylindre issu de différentes biomasses agricoles pouvant alimenter des chaudières, poêles et inserts
- **équivalence** : 2.2 kg d'agropellets remplace 1 litre de fuel
- **1 tonne de paille = 2.3 stères de bois**
- **2.5 kg de paille remplace 1 litre de fuel**

Valeurs moyenne de quelques combustibles

Espèce	Pouvoir calorifique PCI	Taux de cendres
Bois	4.1	< 1 %
Paille de blé	4	5.9 %
Paille de maïs	4.17	5.5 %
Rafles de maïs	4.2	5.5 %
Agro pellets	4.4	3-5 %

Le maïs dans les systèmes allaitants

- En Alsace, on compte près de **16 000 vaches allaitantes** (*vaches non traites, destinées à la production de viande et allaitant leurs veaux*). Les races principales sont la Charolaise (3/4 des effectifs), la Limousine et la Salers.
- **Les troupeaux allaitants valorisent essentiellement des surfaces en herbe** (pâturage en été, foin et ensilage d'herbe en hiver). On les rencontre donc surtout dans les collines sous-vosgiennes, en Alsace Bossue, dans le Sundgau ou en montagne Vosgienne.
- **Le maïs ensilage est peu utilisé dans les élevages allaitants.** Il permet cependant de sécuriser le système fourrager et de pallier au manque d'herbe les années sèches.
- Pour les vaches et génisses d'élevage, il est conseillé de limiter **la part de maïs à 1/3 de la ration.**
- Par contre le maïs ensilage est le **fourrage idéal pour l'engraissement des jeunes**, associé à 1,5 kg de correcteur azoté et complémenté avec 1 à 2 kg de céréales.
- De même, l'ensilage de maïs distribué pendant 2 à 3 mois avant abattage permet d'obtenir une **bonne finition des carcasses** des vaches de réforme, génisses et bœufs de boucherie.



Le maïs pour l'engraissement de Jeunes Bovins



- L'Alsace est une région réputée pour sa production de jeunes bovins (ou taurillons). Il s'agit d'animaux mâles non castrés, vendus vers 10 à 20 mois, issus soit **troupeaux laitiers** (*veaux de race Montbéliarde ou Prim Holstein*), soit de **troupeaux allaitants** (*broutards sevrés entre 7 à 9 mois et pesant entre 250 et 350 kg à la mise en engraissement*).
- Près de **20 000 jeunes bovins sont produits par an** en Alsace (80 % dans le Bas-Rhin, 20 % dans le Haut-Rhin). Ils sont engraisés essentiellement à base d'ensilage de maïs ou de pulpes surpressées provenant de la sucrerie d'Erstein.
- **Un hectare de maïs permet de nourrir 6 à 10 taurillons.**

Besoins alimentaires

Broutard charolais de 300 kg

- > Engraissé pendant 10 mois
- > Abattu à un poids vif de 740 kg
- > 425 kg de carcasse
- > Croissance : 1450 g par jour

- **1850 kg de MS* d'ensilage de maïs**
- 150 kg de foin ou paille
- 460 kg de céréales
- 390 kg de complémentaire azoté
- + 40 kg de minéraux

Veau Montbéliard

- > Abattu à 18 mois
- > 390 kg de carcasse
- > Croissance : 1200 g par jour

- **2 700 kg de MS d'ensilage de maïs**
- 150 kg de foin + 200 kg de paille
- 25 kg lait en poudre + 75 kg d'aliment « démarrage »
- 215 kg de maïs grain + 580 kg de blé ou orge
- 470 kg de complémentaire azoté
- + 70 kg de minéraux

Le maïs en élevage porcin

La production porcine alsacienne, c'est :

- 48 000 truies
- 150 000 porcs charcutiers,
soit 120 000 tonnes de viande.



- ✓ La consommation de maïs par les porcs est d'environ 20 000 tonnes soit 130 kilos de maïs par porc.
- ✓ **Un hectare de maïs grain nourrit en moyenne environ 70 porcs.**
- ✓ Part du maïs : 50 à 75 % de la ration.
- ✓ Meilleur intérêt nutritionnel et énergétique que le blé (3920 kilocalories/kilo de matière sèche)
- ✓ **La maïs est valorisé directement à la ferme.**
On évite les frais de séchage. C'est la céréales la moins chère pour nourrir les porcs.
- ✓ Pour une utilisation à la ferme, le maïs est récolté à 30 % d'humidité du grain pour être conservé par inertage dans un silo tour hermétique à l'air
ou pour une récolte à 35 -40 % d'humidité du grain il est broyé en farine puis stocké classiquement dans silo couloir.
- ✓ De manière plus anecdotique, il est aussi récolté en rafle pour ensuite être séché en cribs.

Avantage :

Le maïs est un aliment économique, appétant. Il assure de bonne performances.

Inconvénient :

Le maïs doit être complété par des tourteaux, des minéraux et protéines.



Le Maïs en élevage ovin

La production ovine Alsacienne, c'est :

- **32 000 brebis,**
- Principales races :
Est à laine Mérinos - Texel - Suffolk.



Ration type en période de lactation

- Brebis avec 1 agneau : foin de bonne qualité à volonté
 - céréales type orge ou triticales 0.5 kg
 - complément azoté type tourteau 0.15 kg
- Brebis avec 2 agneaux : foin de bonne qualité à volonté
 - céréales type orge ou triticales 0.8 kg
 - complément azoté type tourteau 0.25 kg

L'utilisation du maïs grain est occasionnelle en remplacement de l'orge à hauteur de 25 % du mélange céréales.

Pour le maïs ensilage, l'utilisation est encore plus occasionnelle en complément du foin ou de l'enrubanné.

Inconvénient du maïs dans la ration: il a tendance à produire des gras de couvertures légèrement colorés avec une mauvaise tenue (manque de fermeté).

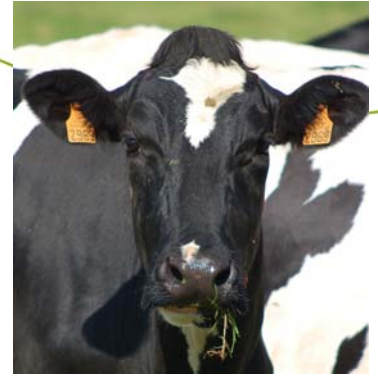
Les zones d'élevage ovin sont rarement les grandes zones de production de maïs. Aussi les éleveurs ovins maîtrisent moins bien la culture et la technique de conservation surtout pour l'ensilage.

Les éleveurs disposent rarement du matériel de distribution et de bâtiments adaptés pour l'élevage.

Le maïs en élevage laitier

Le fossé rhénan compte 45 000 vaches laitières :

- 300 millions de litres de lait par an
- 80 % race Prim Holstein (blanc noir),
- 15 % de Montbéliarde (blanc roux),
- 5 % divers (vosgienne ...)



- **Une vache mange 5500 kilos de matière sèche par an** dont 3000 kilos de maïs sous forme d'ensilage.

Surface ensilage de maïs en Alsace est d'environ 12 à 13 000 ha

- **1 hectare de maïs ensilage** produit de 12 à 18 tonnes de MS/an et peut **nourrir 2 à 3 vaches.**

- Dans la ration, **le maïs apporte la partie énergétique** (comme le pain ou les pâtes) et la partie protéines (azote) est apportée par de l'herbe, de la luzerne et tourteaux de soja ou colza.

- **600 g de matière sèche d'ensilage de maïs permet de produire un litre de lait.**

Dans le système laitier du bassin rhénan

Intérêt du maïs ensilage

- Fourrage bien adapté au contexte pédo climatique avec un très fort rendement
- Densité énergétique élevée 0.94 UFL au kg de matière sèche et ingestion élevées permettant des rendements laitiers élevés
- Bonne aptitude à la conservation (ensilage)

Inconvénient du maïs ensilage

- Pauvre en protéine ce qui génère une dépendance du système à une source extérieure (tourteaux de soja, colza ...)



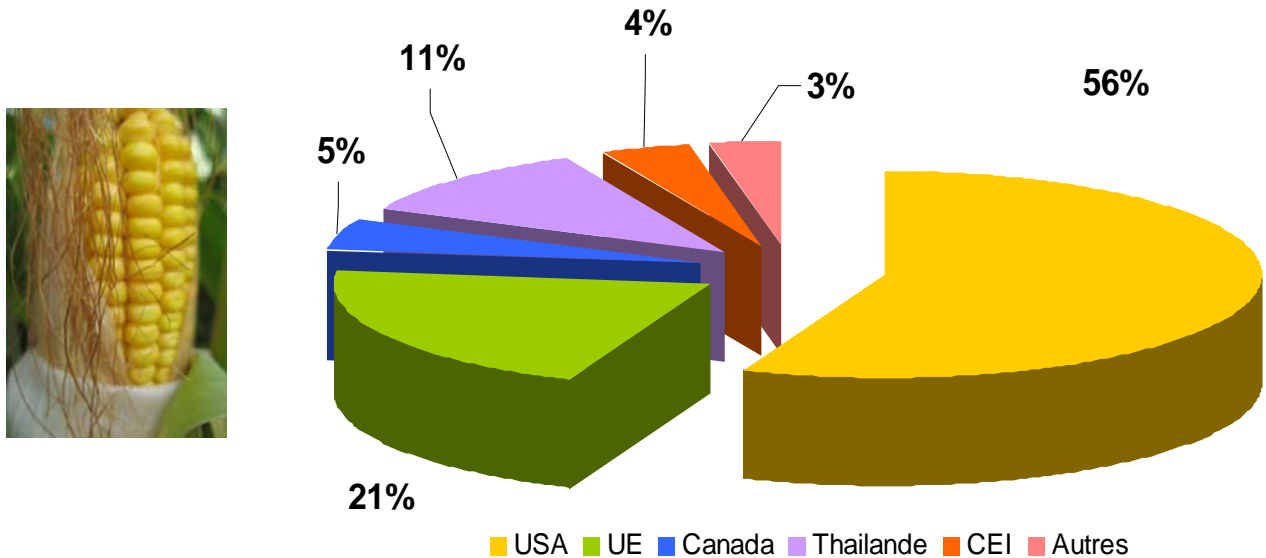
Le Maïs Doux

La production

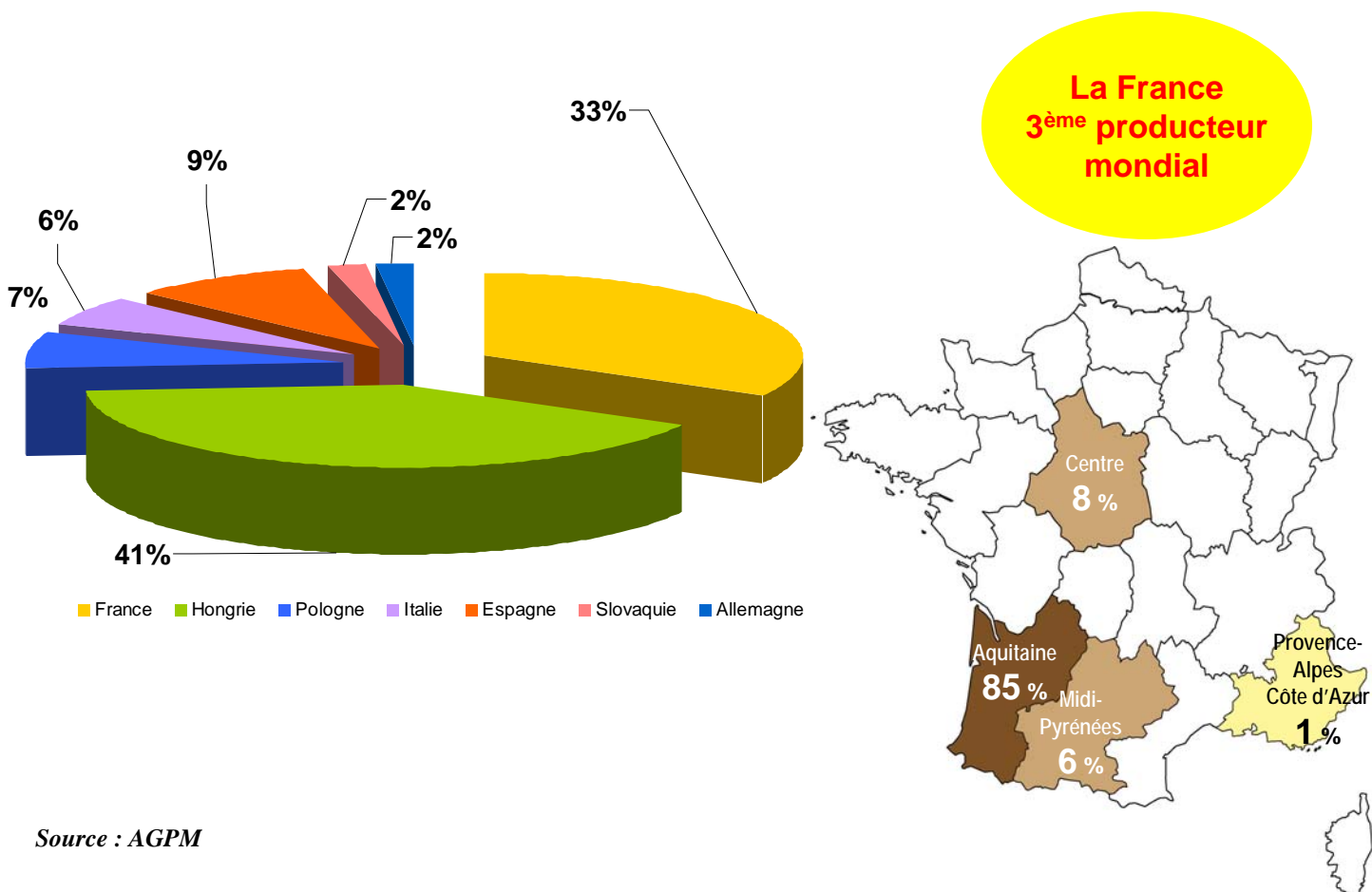
390 000 ha dans le monde dont 20 % dans l'UE 27



Répartition **Mondiale** de la production de Maïs doux



Répartition en **Europe** de la production de Maïs doux



Le Maïs Doux

*Du Maïs en salade
ou en légume*

**5^{ème} légume
consommé
en France**



✓ Les variétés sont choisies pour produire des grains jaunes, rebondis, à la peau fine et légèrement sucrés.

✓ L'épi est cueilli quand le grain contient encore plus de 70 % d'eau.

✓ Les grains de maïs doux sont conditionnés dans les 6 heures qui suivent la récolte.

✓ Le maïs doux est commercialisé en boîtes de conserve et plus rarement en surgelé.

✓ L'épi peut être consommé en grains ou en épis frais, grillé ou cuit à la vapeur.



Composition du maïs doux de conserve

Valeur moyenne pour 100g

Protéines	3g
Glucides	18,2g
Lipides	1,2g
Fibres	2,3g
Phosphore	69mg
Potassium	200mg
Sodium	304mg
Fer	0,6mg
VitamineE	0,45mg
VitamineC	1mg
VitamineB6	0,09mg

**Apport
énergétique
97 kcal
pour 100 g**

**Riche en fibre
et en vitamine B**

Le Maïs Pop Corn

Principaux
Producteurs
Etats-Unis et Argentine
610 000 t



- ✓ Il existe un seul type de maïs capable de produire du pop-corn : le maïs à éclater.
- ✓ Ses graines sont plus petites que le maïs commun mais elles ont une coque beaucoup plus résistante.
- ✓ Le pop corn éclate grâce à la petite quantité d'eau stockée dans l'amidon à l'intérieur de l'enveloppe rigide du grain. En chauffant, l'eau se dilate et la forte pression fait exploser l'amidon vers l'extérieur.
- ✓ Ses propriétés élastiques sont proches du polystyrène expansé et permettent son utilisation dans l'emballage des objets fragiles, avec l'avantage d'être, par essence, biodégradable.
- ✓ Le pop-corn se consomme nature, salé ou sucré, mais on peut aussi le consommer épicé, avec du chocolat et du caramel, entre autres.



**5 500 ha en France
en 2007**

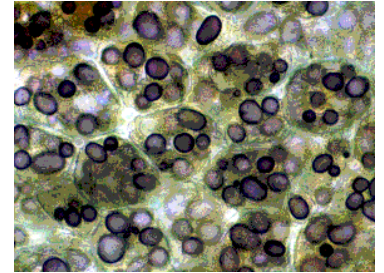
L'Amidon et ses Applications en Cuisine



L'amidon de maïs

L'amidon est un glucide complexe constitué de chaînes de D-Glucose. Il constitue la réserve énergétique de la plante. Un grain de maïs contient plus de 70% d'amidon. L'amidon se présente sous forme de petits granules, insolubles dans l'eau froide.

Cet amidon est extrait du grain de maïs par des procédés industriels de trempage, broyage humide et séparation. Les principes d'extraction remontent à la fin du 19^{ème} siècle et sont aujourd'hui à la pointe de la technologie. L'amidon peut être utilisé tel quel (natif) ou transformé par des procédés physiques, chimiques ou enzymatiques.

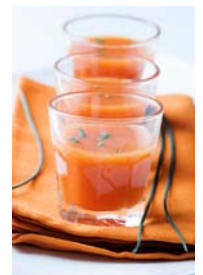


Granules d'amidons vus au microscope (source USIPA)

L'amidon de maïs et ses propriétés en cuisine

L'amidon est utilisé en cuisine pour ses propriétés de texture:

- ✓ Onctuosité
- ✓ Épaississant
- ✓ Gélifiant
- ✓ Liant



L'amidon de maïs dans les produits alimentaires

On trouve de l'amidon de maïs dans une grande diversité de produits alimentaires:

- ✓ Soupes
- ✓ Sauces
- ✓ Assaisonnements
- ✓ Plats cuisinés
- ✓ Desserts, Flans
- ✓ Produits de la boulangerie
- ✓ Surgelés





Les produits du Maïs et les Plaisirs Sucrés 1



Les produits sucrants obtenus à partir du maïs

- ✓ **Les maltodextrines:** issues de l'hydrolyse de l'amidon
- ✓ **Les sirops de glucose:** obtenu par hydrolyse plus poussée de l'amidon de maïs ou de blé. Ils existent selon les besoins des secteurs d'application dans une large gamme de compositions (teneur en glucose, maltose, maltotriose, polysaccharides,...)
- ✓ **Le dextrose:** obtenu par hydrolyse complète du sirop de glucose
- ✓ **Les polyols ou sucres-alcool** obtenus par hydrogénation de sirops de glucoses



Ce qu'ils apportent

- ✓ **Contrôle de la cristallisation:** combiné au sucre, le sirop de glucose permet de limiter la cristallisation et de maintenir une texture agréable et stable dans le temps, par exemple dans les glaces et sorbets et dans les confiseries sucrées
- ✓ **Adaptation du goût sucré:** avec une pouvoir sucrant de 0.4 à 0.6 vis à vis du sucre (référence de 1) le sirop de glucose entre par exemple jusqu'à 30-40% dans la composition des confiseries ou des préparations de fruits
- ✓ **Augmentation de la viscosité:** le sirop de glucose permet de donner du corps par exemple dans des boissons et sirops, les maltodextrines
- ✓ **Maitrise de la coloration:** en fonction de la composition en sucre réducteur les sirops de glucose permettent de contrôler le brunissement des produits comme par exemple en boulangerie et en confiserie de sucre. L'ajout de dextrose amplifiera les réactions de coloration des produits de boulangerie
- ✓ **Non cariogène:** les polyols (sorbitol, maltitol, xylitol,...) permettent de remplacer le sucre dans de nombreux produits de confiseries tels que les chewing gum et leurs enrobages
- ✓ **Amélioration de la texture:** maltodextrines dans des cakes ou des glaces allégés en matières grasses
- ✓ **Support de fermentation:** les sirops de glucose par exemple dans la boulangerie ou la brasserie



Quelques applications des produits sucrants issus du maïs



On trouve des produits sucrants issus du maïs dans une large gamme de produits alimentaires :



✓ Chocolats et fourrages avec ou sans sucre : sirop de glucose, maltitol

✓ Confiseries (bonbons gélifiés, marshmallow, gommes à mâcher,...) avec ou sans sucre : sirop de glucose (jusqu'à 30-40%) ou polyols (sorbitol, maltitol, xylitol,..)



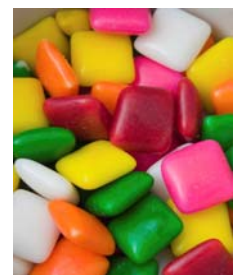
✓ Pâtisseries (cake, barres de céréales, pain d'épices,...): maltodextrines, sirop de glucose (jusqu'à 30% dans une barre de céréales).

✓ Crèmes glacées et sorbets: sirop de glucose (typiquement 4-5%), maltodextrines



✓ Confitures et compotes: sirop de glucose (jusqu'à 30%)

✓ Boissons rafraichissantes (sodas, sirops concentrés): sirop de glucose, maltodextrines





✓ Qu'est ce que le bioéthanol ?

Un carburant destiné aux moteurs essence obtenu en France à partir de **céréales** (blé, maïs) ou de **betteraves**.

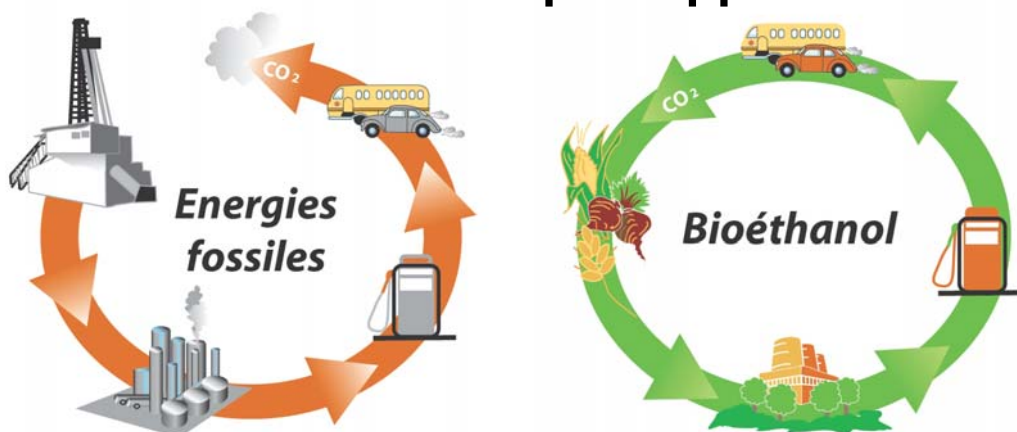
✓ Un carburant disponible sous deux formes

❖ **SP95 E10** : Pour la plupart des **voitures essence** mises en circulation après le 1^{er} janvier 2000 (ce carburant contient jusqu'à 10% de bioéthanol).

❖ **E85** : Pour les **voitures flex-fuel**, lorsqu'il est sous forme de Superéthanol E85 (85% d'éthanol et 15% d'essence).

✓ Une énergie plus propre

Rouler au Bioéthanol, c'est réduire les émissions de CO2 fossile de 60% par rapport à l'essence



Le CO2 issu de la combustion du bioéthanol n'augmente pas l'effet de serre. C'est le même que celui que les céréales ont prélevé dans l'atmosphère durant leur croissance.

bioéthanol[®]
le carburant qui voit la vie en vert

✓ Le bioéthanol en France, un développement raisonnable et progressif

Les objectifs français :



- ❖ Incorporer 7 % de bioéthanol dans l'essence en 2010
- ❖ Cette énergie renouvelable n'utilisera, que 3% des surfaces françaises de céréales en 2010

✓ Le bioéthanol, un atout pour notre économie

- ❖ Environ **5 000 emplois** créés ou maintenus sur l'ensemble de la filière d'ici 2010
- ❖ **5 nouvelles usines** en production
- ❖ **1 milliard d'euros** d'investissements industriels en France entre 2006 et 2009



❖ **Moins d'importations de pétrole**
=
plus d'indépendance énergétique



Papier, médicaments, emballages, dentifrice, gel douche, lessives, peinture, matériaux de construction, vêtements, pneu ...

leur point commun ?

Ils contiennent tous du maïs !



Le maïs se retrouve aujourd'hui dans la fabrication de nombreux produits et **objets du quotidien**.

Apprécié pour ses nombreuses propriétés (liantes, adhésives, gélifiantes...), l'**amidon** extrait des grains de maïs offre chaque jour davantage de potentialités.

✓ **Chaleur, électricité ou bioéthanol, le maïs sert aussi à produire de l'énergie !**

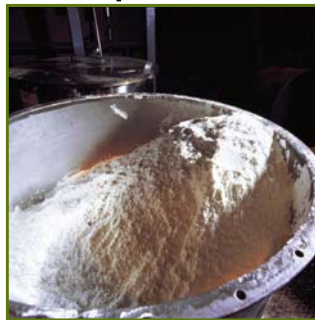




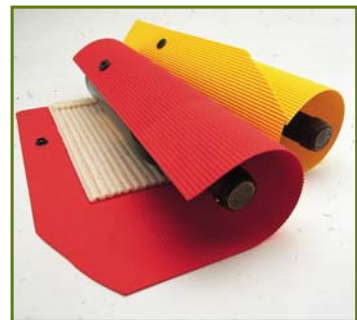
✓ Chimie du végétal

- ❖ Contribuer au **respect de l'environnement**.
- ❖ Participer à la lutte contre le changement climatique en **réduisant les émissions de gaz à effet de serre**.
- ❖ Proposer une alternative au pétrole.

✓ D'où vient l'amidon



- ❖ L'amidon est présent dans les **céréales** comme le blé, le maïs, l'orge, le riz...
- ❖ Connu depuis l'Antiquité pour ses propriétés sucrantes, liantes et épaississantes en cuisine, l'amidon entre aujourd'hui dans la composition de nombreux produits non alimentaires : **papier-carton, bio-chimie, pharmacie, cosmétique, textile**.
- ❖ Le premier débouché non alimentaire de l'amidon est **l'industrie papetière** : il entre dans la fabrication du papier et du carton ondulé.





✓ Bioplastique

- ❖ Les **bioplastiques** sont fabriqués grâce céréales.
- ❖ Ils permettent la fabrication de **sacs**, d'**emballages**, d'**assiettes**, de **gobelets** et **couverts jetables** et d'**objets en plastique**.
- ❖ Ils sont totalement **biodégradables** en quelques semaines.
- ❖ Ils contribuent à diminuer d'au moins **30 %** l'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.



✓ Biodégradable

- ❖ On qualifie de biodégradable, un matériau qui peut être décomposé par des **micro-organismes** (bactéries, champignons et algues) présents dans le milieu naturel.

- ❖ Le seuil de biodégradabilité demandé de 90% doit être atteint en **6 mois au maximum**.

- ❖ La matière organique est ensuite recyclée en gaz carbonique, en eau et en éléments **utilisés par les plantes pour leur croissance**.





✓ Du maïs dans toute la maison

- ❖ **Dans la salle de bain**, l'amidon de maïs entre dans la composition de nombreux **produits cosmétiques et d'hygiène du corps**.
- ❖ **Dans l'armoire à pharmacie**, le glucose extrait du maïs intervient dans la fabrication des **antibiotiques**, des **vitamines** et des **vaccins** comme substrat de fermentation.



- ❖ **Dans la chambre**, les **jouets**, **vêtements**, **couvertures**, **couettes** et **taies d'oreillers...** peuvent être fabriqués avec de l'amidon de maïs.

- ❖ **Dans le bureau**, l'amidon entre dans la fabrication du **papier** et du **carton**.
- ❖ **Pour nettoyer la maison**, les **lessives** et **produits d'entretien** peuvent eux aussi contenir de l'amidon.



- ❖ **Pour construire**, on retrouve du maïs dans le **béton**, le **ciment**, le **carrelage**, les matériaux **d'isolation**, les pots de **peinture...**

- ❖ **Pour se chauffer et s'éclairer**, la combustion des produits céréaliers permet la production de **chaleur et d'électricité**.

