

# AGRICULTURES ET CÉRÉALES NOURRIR LES HOMMES

*Mais, un destin particulier*



**DOSSIER PEDAGOGIQUE**



Design : carboncraquelé.fr - Photos : forolia.com

**Du 12 janvier  
au 30 juin 2013**



En partenariat avec :



exposition réalisée  
par Lacq Odyssee,  
CCSTI des pays  
de l'Adour.



**CAP SCIENCES**

HANGAR 20  
QUAI DE BACALAN  
BORDEAUX  
05 56 01 07 07



[www.cap-sciences.net](http://www.cap-sciences.net)





## Sommaire

Présentation de l'exposition	page 2
La visite	page 3
L'émergence de l'agriculture	page 4
L'agriculture aujourd'hui	page 5
Maïs, un destin particulier	page 6
Quelle agriculture pour demain ?	Page 7
L'atelier : Maïs et compagnie	page 8
Les liens avec les programmes	page 9
Activités pour la classe	page 13
Pour comprendre	page 18
Bibliographie	page 38



## Présentation de l'exposition

À l'heure où les questions agricoles reviennent au premier plan des préoccupations mondiales, l'exposition "**Agricultures et céréales**" est un espace d'information et de débat qui se propose de mieux faire comprendre à tous ce qu'est l'agriculture aujourd'hui.

Centrales dans l'alimentation humaine, les céréales sont au cœur de l'histoire des agricultures et du développement des civilisations, et les changements de régimes alimentaires constatés aujourd'hui, loin de diminuer les besoins, accentuent notre dépendance vis à vis de ces cultures qui servent à nourrir les animaux et de matière première aux agro-carburants.

L'exposition s'intéresse particulièrement au maïs, céréale la plus produite au monde et dont la culture est un enjeu économique, environnemental, social et culturel pour le Sud-Ouest de la France.

Si l'exposition traite d'un sujet sérieux, complexe et parfois difficile d'accès, elle le fait en apportant des réponses claires et illustrées aux questions posées. Elle est organisée en quatre espaces thématiques.

Loin de toute approche abstraite, chaque question est abordée au travers d'exemples précis, illustrés par des tables de jeux interactives adaptés à tous les élèves maîtrisant la lecture, des dioramas, supports d'observations et de commentaires, des cartes simples et commentées permettant de clarifier une question particulière, des maquettes symbolisant un mécanisme ou un phénomène à expliquer.

Pour les élèves, cette exposition leur permettra de :

- Retracer l'histoire de l'agriculture depuis son apparition au néolithique jusqu'à nos jours.
- Envisager la diversité de l'agriculture à travers ses hommes, ses techniques et ses terres cultivées.
- Suivre le parcours dans le temps et l'espace de la céréale la plus produite dans le monde : le maïs.
- S'interroger sur l'agriculture de demain qui devra répondre aux besoins de 9 milliards d'individus tout en préservant la planète.



## La visite

### Introduction

#### D'hier à aujourd'hui...

Il y a environ dix mille ans, dans quelques rares régions d'Asie et d'Amérique, des communautés de chasseurs - cueilleurs se sédentarisent, commencent à cultiver des plantes et à élever des animaux...

C'est le début de la longue histoire de l'agriculture.

De la domestication des plantes sauvages à l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés, les paysans du monde ont inventé de multiples systèmes agraires qui perdurent encore et exploitent au mieux les différents milieux, altitudes et latitudes de notre planète.

Nourrir les hommes, telle est la finalité première de l'agriculture : l'explosion des productions agricoles de ces deux derniers siècles est indissociable de la croissance vertigineuse de la population mondiale ; d'un milliard d'individus en 1800, nous sommes plus de six milliards aujourd'hui.

Les céréales (blé, orge, riz, mil, maïs), étroitement liées à l'histoire et au développement des civilisations, sont au cœur de toutes les productions agricoles même si, avec la *transition alimentaire*\*, elles sont de plus en plus utilisées pour nourrir les animaux que nous mangerons ensuite.

#### Maïs, un destin particulier...

Devenues matières premières sur un marché mondialisé, les céréales et plus particulièrement le maïs ont des usages de plus en plus diversifiés.

Domestiqué 7000 ans avant notre ère par les amérindiens, base du régime alimentaire d'un grand nombre de peuples, le maïs est aujourd'hui la céréale la plus produite au monde.

Avec la découverte du nouveau monde par Christophe Colomb, une nouvelle aventure conduira le maïs à conquérir le monde sous presque toutes ses latitudes. Puis au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, ses particularités génétiques seront l'objet de recherches conduisant à la naissance des variétés hybrides et aujourd'hui OGM avec, pour conséquence une forte croissance des rendements et des productions.

Si la consommation humaine demeure l'usage premier du riz et du blé, le maïs et l'orge sont principalement utilisés pour l'alimentation animale ou comme matière première de l'industrie de l'amidon et des agro carburants.





## Espace 1 : L'émergence de l'agriculture

Il y a environ dix mille ans, quelques communautés de chasseurs – cueilleurs commencent à cultiver des plantes et à élever des animaux et se transforment lentement en sociétés d'agriculteurs.

Dans les régions tempérées d'Europe, après des siècles de culture sur abattis-brûlis et de déboisement, se sont succédés différents systèmes qui, de révolution agricole en révolution agricole, ont conduit aux systèmes actuels.

### Objectif :

Retracer l'histoire de l'agriculture depuis son apparition au néolithique jusqu'à nos jours.

### Thèmes abordés :

- Les foyers d'origine et aires d'extension de l'agriculture : module interactif



- Évolution des systèmes agricoles



- Domestication des céréales





## Espace 2 : L'agriculture aujourd'hui

Au XXe siècle, les gains de productivité provenant de différents facteurs (motorisation, mécanisation, fertilisation minérale, sélection, spécialisation) ont été si énormes qu'ils ont entraîné une baisse très importante des prix réels ( déduction faite de l'inflation) de la plupart des denrées agricoles, et que le rapport de productivité du travail entre l'agriculture manuelle la moins productive et l'agriculture motorisée et mécanisée la plus productive est passé de 1 à 10 au début du XXe siècle à 1 contre 500 aujourd'hui.

### Objectif :

Envisager la diversité de l'agriculture à travers ses hommes, ses techniques et ses terres cultivées.

### Thèmes abordés :

- 🌿 Les agriculteurs
- 🌿 Scènes représentant des agriculteurs et leur exploitation
- 🌿 Surfaces cultivées : représentation des différents types de terre et cultures
- 🌿 Prix et marchés



- 🌿 Accroissement de la population
- 🌿 Exode rural : mise en scène d'un paysan soudanais de 1960 à aujourd'hui
- 🌿 Transition alimentaire : exemple chinois



- 🌿 L'importance des céréales : reconnaître et classer une série de graines
- 🌿 Répartition entre les grandes productions : carte du monde des productions céréalières
- 🌿 Alimentation humaine : pions à placer pour répartir les consommations humaines et animales et illustrer la perte de Kcal par la consommation de viande
- 🌿 Représentation de la filière céréales en France





## Espace 3 : Maïs, un destin particulier

Le maïs domestiqué au Mexique fut d'abord dispersé sur le continent Américain, sorte de dénominateur commun à tous les peuples précolombiens. Introduit fin XVe début XVIe en Europe, il va peu à peu s'intégrer aux agricultures européennes et mondiales. Cependant, cela ne va pas se faire facilement...

C'est aux États-Unis, au début du XXe siècle, que les premiers hybrides sont mis au point. La nécessité d'autosuffisance alimentaire et la création de variétés adaptées aux contextes locaux viendront rapidement à bout des réticences du monde agricole pour faire du maïs la céréale la plus produite au monde.

### Objectif :

Suivre le parcours dans le temps et l'espace de la céréale la plus produite dans le monde : le maïs.

### Thèmes abordés :

- 🌿 Téosinte et maïs, une affaire de domestication
- 🌿 Maïs hybrides
- 🌿 Culture intensive : maquette montrant la mécanisation et l'intensification



- 🌿 Maïs dans le monde : carte

- 🌿 La filière maïs en France

- 🌿 Productions : carte mondiale

- 🌿 Alimentation humaine : alimentation mexicaine et française



- 🌿 Autres usages : dans les actions d'une journée ordinaire, retrouver des produits dérivés du maïs ; présentation d'une usine de bioéthanol





## Espace 4 : Quelle agriculture pour demain ?

Aujourd'hui, les pressions que l'agriculture exerce sur l'environnement et la sous-alimentation qui frappe plus d'un milliard d'humains, posent cruellement la question de sa finalité... Comment nourrir neuf milliards d'hommes en 2050 en privilégiant des modes de culture durable ?

### Objectif :

S'interroger sur l'agriculture de demain qui devra répondre aux besoins de 9 milliards d'individus tout en préservant la planète.

### Thèmes abordés :

- 2050 : quelle population, quelle demande alimentaire ? : carte mondiale
- Production céréales 2050
- En finir avec la sous-alimentation ?



- Impacts de l'agriculture sur l'environnement : maquette
- Démographie, climat, alimentation : recommandations de l'académie des sciences





## L'atelier : Maïs et compagnie

### Objectif :

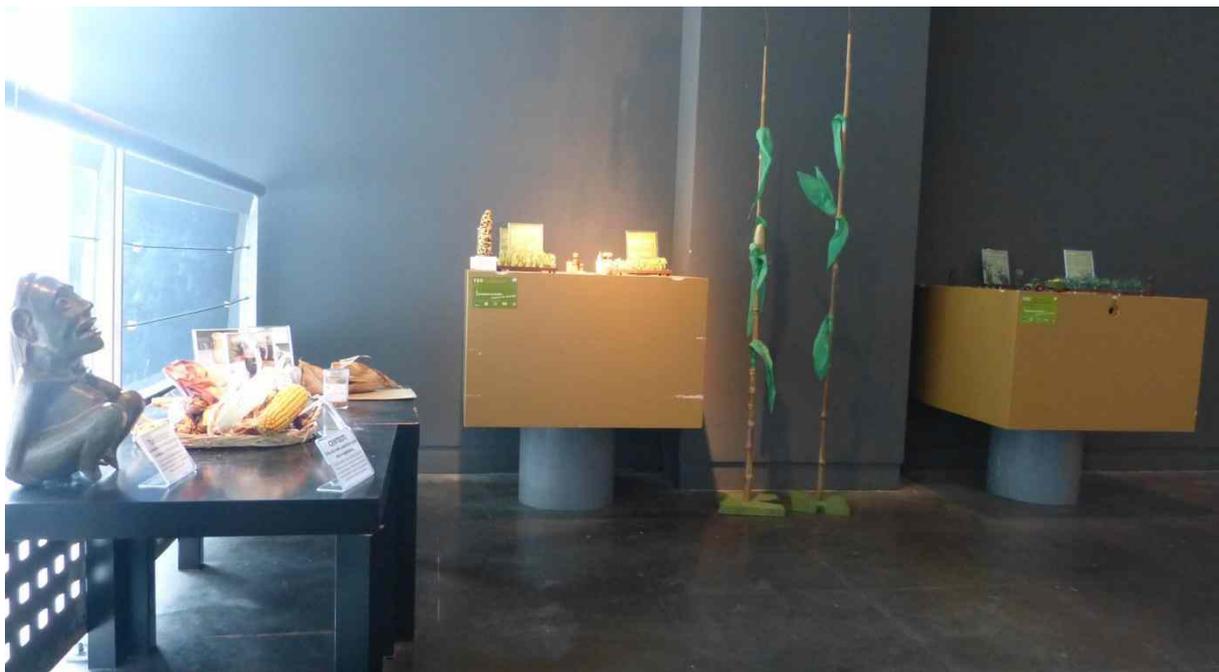
- Connaître le cycle de vie du maïs.
- Aborder la notion d'espèce et de caractère commun au travers de l'observation de différentes espèces de maïs.
- Comprendre l'impact des actions de l'homme sur le cycle de vie et l'adaptation au milieu du maïs.

### Description :

De nombreux échantillons sont proposés aux élèves. L'animateur met également à leur disposition des maquettes, des documents.

Grâce à l'observation des échantillons, aux informations relevées dans l'ensemble des documents et à un questionnement précis et orienté, les élèves vont être amenés à aborder différents thèmes liés au maïs :

- L'ancêtre du maïs : la téosinte.
- L'anatomie et la reproduction du maïs.
- La diversité des espèces de maïs, son adaptation au milieu et son utilisation au quotidien.
- La production de maïs hybrides





## Les liens avec les programmes

CYCLE DES APPROFONDISSEMENTS – CE2, CM1, CM2  
 Extraits des programmes de l'école élémentaire 2008  
 BO hors-série n° 3 du 19 juin 2008.  
 BO n° 1 du 5 janvier 2012

### Compétence 1 : la maîtrise de la langue française

<b>Langage oral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'exprimer dans un vocabulaire approprié et précis.</li> <li>- Prendre la parole en respectant le niveau de langue adapté.</li> <li>- Participer aux échanges de manière constructive : rester dans le sujet, situer son propos par rapport aux autres</li> <li>- Questionner afin de mieux comprendre.</li> <li>- Apporter des arguments.</li> <li>- Mobiliser des connaissances.</li> </ul>
<b>Lecture</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lire seul et comprendre une consigne ou un énoncé.</li> <li>- Comprendre un texte informatif ou documentaire.</li> <li>- Utiliser ses connaissances pour réfléchir sur un texte.</li> </ul>
<b>Vocabulaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser des mots précis pour s'exprimer.</li> <li>- Comprendre des mots nouveaux en utilisant le contexte.</li> </ul>

9

### Compétence 3 : la culture scientifique et technologique

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner.</li> <li>- Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter.</li> <li>- Mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions.</li> <li>- Exprimer et exploiter les résultats d'une recherche en utilisant un vocabulaire précis.</li> </ul>	
<b>Le fonctionnement du vivant</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître le cycle de vie d'un végétal.</li> <li>- Connaître pour un environnement donné, les conditions favorables au développement des végétaux.</li> </ul>
<b>Les êtres vivants dans leur environnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre l'impact de l'activité humaine sur l'environnement</li> </ul>

### Compétence 4 : Maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication

<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'approprier un environnement numérique.</li> <li>- Utiliser l'outil informatique pour s'informer, se documenter.</li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



<b>Compétence 5 : La culture humaniste</b>	
<b>Histoire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier les principales périodes de l'Histoire.</li> <li>- Mémoriser quelques repères chronologiques en les caractérisant.</li> <li>- Prendre conscience de l'évolution des modes de vie.</li> <li>- Connaître les évolutions majeurs du mode de vie des hommes au néolithique.</li> </ul>
<b>Géographie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lire et utiliser une carte.</li> <li>- Utiliser un document statistique simple.</li> <li>- Identifier les foyers de peuplement et connaître des éléments expliquant la répartition de la population.</li> <li>- Caractériser un pays d'un point de vue géographique.</li> <li>- Connaître les caractéristiques d'un espace agricole en France et dans d'autres pays.</li> <li>- Identifier des problèmes liés au développement de l'agriculture.</li> <li>- Connaître des moyens utilisés dans l'agriculture biologique.</li> </ul>
<b>Compétence 6 : Compétences sociales et civiques</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respecter les autres</li> <li>- Respecter les règles de la vie collective.</li> <li>- Prendre part à un dialogue : prendre la parole devant les autres, écouter autrui, formuler et justifier son point de vue.</li> <li>- Coopérer avec un ou plusieurs camarades.</li> </ul>	
<b>Compétence 7 : Autonomie et l'initiative</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respecter des consignes simples en autonomie.</li> <li>- Montrer une certaine persévérance dans toutes ses activités.</li> <li>- Commencer à savoir s'autoévaluer dans des situations simples.</li> <li>- S'impliquer dans une activité individuelle ou collective.</li> </ul>	



## COLLÈGE

Extraits du socle commun de connaissances et de compétences

Décret du 11 juillet 2006.

Grille de référence pour l'évaluation et la validation des compétences du socle commun.

Janvier 2011.

### Compétence 1 : la maîtrise de la langue française

<b>Langage oral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prendre la parole en public.</li> <li>- Adapter sa prise de parole à la situation de communication.</li> <li>- Prendre part à un dialogue ou un débat : prendre en compte les propos d'autrui, faire valoir son point de vue.</li> <li>- Rendre compte d'un travail individuel ou collectif.</li> <li>- Reformuler un texte ou des propos prononcés par un tiers.</li> </ul>
<b>Lecture</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lire seul et comprendre une consigne ou un énoncé.</li> <li>- Comprendre un texte informatif ou documentaire.</li> <li>- Dégager l'idée essentielle d'un texte lu.</li> </ul>
<b>Vocabulaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser un vocabulaire juste et précis pour s'exprimer.</li> <li>- Enrichir son vocabulaire de mots nouveaux</li> </ul>

### Compétence 3 : la culture scientifique et technologique

11

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pratiquer une démarche scientifique : savoir observer, questionner, formuler une hypothèse et la valider, argumenter.</li> <li>- Manipuler et expérimenter.</li> <li>- Exprimer et exploiter les résultats d'une recherche.</li> <li>- Développer son sens de l'observation, sa curiosité, son esprit critique.</li> </ul>	
<b>Les caractéristiques du vivant</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les modalités de la reproduction, du développement et du fonctionnement des végétaux.</li> <li>- Comprendre ce qu'est la biodiversité.</li> <li>- Connaître les conditions et les étapes permettant d'aboutir à un nouvel individu végétal.</li> <li>- Relier les modalités du développement et de la reproduction des êtres vivants avec les conditions de milieu.</li> </ul>
<b>Le développement durable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre l'influence de l'Homme sur l'écosystème.</li> <li>- Proposer des attitudes responsables à avoir en matière d'environnement et de développement durable.</li> </ul>

### Compétence 4 : Maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication

- S'approprier un environnement informatique de travail.
- Utiliser l'outil informatique pour s'informer, se documenter.



<b>Compétence 5 : La culture humaniste</b>	
<b>Histoire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situer les différentes périodes de l'histoire de l'humanité.</li> <li>- Repérer et caractériser différentes civilisations.</li> <li>- Mettre en relation des faits historiques ou culturels et des découvertes scientifiques et techniques.</li> </ul>
<b>Géographie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nommer, localiser et situer des repères géographiques.</li> <li>- Caractériser les espaces étudiés.</li> <li>- Mobiliser un vocabulaire approprié.</li> <li>- Décrire et expliquer l'action des sociétés humaines sur leur territoire.</li> <li>- Avoir une première approche des inégalités et des interdépendances dans le monde.</li> </ul>
<b>Lecture de documents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lire et interpréter les supports cartographiques et les langages graphiques.</li> <li>- Prélever, classer, et interpréter des informations à partir de la lecture d'un graphique, d'une image, d'un texte.</li> <li>- Croiser différents documents en hiérarchisant les informations, en confrontant les informations ou les points de vue.</li> </ul>
<b>Compétence 6 : Compétences sociales et civiques</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respecter les autres.</li> <li>- Respecter les règles de la vie collective.</li> <li>- Respecter les règles d'écoute et de prise de parole.</li> <li>- Communiquer et travailler en équipe.</li> </ul>	
<b>Compétence 7 : Autonomie et l'initiative</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se familiariser avec l'environnement économique.</li> <li>- S'engager dans un projet individuel ou s'intégrer et coopérer dans un projet collectif.</li> <li>- Être autonome dans son travail : savoir l'organiser, le planifier, l'anticiper, rechercher et sélectionner des informations utiles.</li> </ul>	



## Activités pour la classe

### Quiz

#### Niveau :

A utiliser tel quel à partir du collège.  
A adapter pour le cycle 3.

#### Objectifs :

- Evaluer ses connaissances dans un domaine donné.
- Comprendre un vocabulaire lié à un thème précis.

#### Description :

Ces quiz peuvent être utilisés avant de participer à l'exposition pour vérifier ce que savent déjà les élèves sur le sujet. A la suite de l'exposition, les élèves peuvent refaire le quiz pour compléter ou modifier leurs réponses.

Avant la visite, ces quiz peuvent aussi permettre de relever le vocabulaire qui peut poser problème.

Quiz sur les O.G.M :

<http://lacqodysee.fr/agriculture-et-cereales/organismes-genetiquement-modifies/>

Quiz sur l'agriculture et les productions agricoles :

<http://lacqodysee.fr/agriculture-et-cereales/agricultures-et-productions-agricoles/>



## Du champ à la table

### Niveau :

Primaire et collège

### Objectifs :

- Comprendre la place des céréales dans notre alimentation
- Découvrir le voyage d'un grain de blé, depuis le champ de l'agriculteur, jusque sur la table du consommateur.

### Documents :

-  <http://www.passioncereales.fr/Pages/cereales-alimentation/du-champ-a-l-assiette.php>

Du champ à la table : du grain de blé au pain, aux pâtes, aux biscuits ; du grain d'orge à la bière



-  <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11123/mais-do-vient-le-pain-de-ma-tartine>

Vous trouverez sur ce site des idées de séances à mettre en place dans la classe pour mener un projet.

-  [http://www.zanzibart.com/coccinelle/IMG/pdf/manuel\\_A4\\_complet.pdf](http://www.zanzibart.com/coccinelle/IMG/pdf/manuel_A4_complet.pdf)

Un dossier complet sur les céréales.

-  <http://www.espace-pain-info.com/>



## Les bioplastiques

**Niveau :** A partir du collège.

**Objectifs :**

- Extraire des informations d'un documentaire sous forme vidéo.
- Connaître des actions menées en faveur du développement durable

**Document :**

[http://www.terre.tv/fr/4173\\_les-bioplastiques](http://www.terre.tv/fr/4173_les-bioplastiques)

Les Bioplastiques c'est fantastique ! Fabriqués à partir du blé, du maïs ou de la pomme de terre, les bioplastiques se décomposent en seulement quelques semaines quand les conditions sont remplies. Ils présentent également l'avantage d'être produits à partir de matières premières renouvelables. Et oui, contrairement aux réserves de pétrole qui diminuent immédiatement, les productions agricoles se renouvellent chaque année, au rythme des récoltes !



## Expositions virtuelles

**Niveau :** Collège

**Objectif :** Utiliser un site internet pour chercher des informations.

**Documents :**

Le site d'un musée de Montpellier.

<http://museum.agropolis.fr/default.htm>

[http://museum.agropolis.fr/pedago/base/pdf/agriculture\\_eleve.pdf](http://museum.agropolis.fr/pedago/base/pdf/agriculture_eleve.pdf)

<http://www.museum.agropolis.fr/pedago/base/animations/panification/panification.pdf>

Vous trouverez également sur ce site une suite de fiches à compléter retraçant l'histoire de l'agriculture et une activité collège clef en main sur la panification.



## Jeux

**Niveau :** Primaire

**Objectifs :**

- Envisager une notion sous des aspects ludiques.
- Connaître les différents types et les différentes utilisations des céréales.

**Document :**

Le site propose 4 jeux en ligne : céréales poursuite, les 7 erreurs, Qui mange quoi ?, Memory.

<http://www.passioncereales.fr/Pages/presse-mediatheque/educatif.html#>



## Pour comprendre

### Espace 1

#### L'émergence de l'agriculture

L'agriculture apparaît à l'époque néolithique, dans différentes régions peu étendues et très éloignées les unes des autres.

Ces foyers originels abritent d'importantes ressources végétales et animales comestibles ; les populations y utilisent des outils spécialisés et diversifiés (haches en pierre polie, faucilles, pierres à moudre, poteries parfois).

Pratiquées aux abords des habitations, sur des terres fertilisées par des alluvions de décrue, ces premières formes d'agriculture n'exigent guère de défrichage.

L'agriculture se substitue à la cueillette et à la chasse à cause de la forte densité de population. En effet, cultiver des surfaces homogènes réduit la durée des récoltes et élever des animaux permet d'en disposer au gré des besoins.

Cette longue transformation a pris des siècles.

Plantes cultivées et animaux élevés se différencient peu à peu de leurs ancêtres sauvages pour devenir des plantes et des animaux "domestiques".

La constitution de ces sociétés d'agriculteurs se traduit aussi par de profondes mutations culturelles.

#### La diffusion de l'agriculture

L'agriculture se diffuse sous deux formes principales à partir de ses zones d'apparition :

- Les systèmes d'élevage pastoral qui se développent sur les milieux herbeux directement pâturables. Ils se maintiennent encore aujourd'hui dans les steppes et les savanes de diverses régions, en Eurasie septentrionale, en Asie centrale, au Proche-Orient, au Sahara, dans le Sahel ou dans les hautes Andes...
- Les systèmes de culture sur abattis-brûlis qui ont progressivement conquis la plupart des forêts tempérées et tropicales, où ils se sont perpétués durant des siècles, voire des millénaires. Ils perdurent encore dans certaines forêts d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine.  
Pourtant, dans la plupart des régions originellement boisées, l'augmentation de la population a conduit à la déforestation et même, dans certains cas, à la désertification. Les systèmes de culture sur abattis-brûlis ont alors cédé la place à de nombreux autres systèmes agraires, très différenciés selon le climat.



## La domestication, l'exemple des céréales

La domestication des céréales sauvages repose sur quelques facteurs de sélection :

- Dans la nature, la germination des céréales sauvages s'étale dans le temps. Ce phénomène s'appelle « dormance ». Cette répartition de la germination au cours des saisons, favorise la survie de l'espèce : en cas de coup dur, elle peut ainsi attendre des temps meilleurs... L'homme en semant et récoltant les céréales à la même période élimine de ses cultures les lignées dormantes.
- Pour une zone de semis donnée, les grains les plus vigoureux dominant et donneront une descendance plus nombreuse qui servira à fournir la semence de la saison suivante.
- La moisson achève ce travail de tri en éliminant les lignées à maturité tardive et resserre la période d'apparition des efflorescences. Elle fait aussi disparaître les lignées ayant des tiges trop fragiles et des grains trop facilement détachables qui tombent précocement à terre.

Ce modèle correspond bien à ce qui s'est passé pour le riz ou le blé. Mais le maïs sauvage n'existe pas et la création de cette céréale sous la forme que nous lui connaissons est une aventure longue et complexe.



## Espace 2

### 1° L'agriculture aujourd'hui

#### Tous les paysans du monde...

51% des habitants de la planète vivent à la campagne et 43%, familles incluses, dépendent de l'agriculture.

A l'échelle du monde, le nombre des paysans augmente toujours, il est ainsi passé de 900 millions en 1968 à plus de 1,3 milliard aujourd'hui.

Deuxième employeur mondial après les services, l'agriculture représente plus de 40 % de la population active mondiale.

Pourtant, leur répartition dans le monde est inégale : 90 % se concentrent en Asie et Afrique où ils représentent respectivement plus de 40 et 60 % de la population active. Par contre, ils n'occupent plus que 4% des emplois des pays occidentaux.

Constatons enfin que pauvreté et sous- alimentation vont généralement de pair et que les personnes qui souffrent de la faim sont en majorité des agriculteurs.

#### Des moyens et des techniques bien différents

L'agriculture des pays développés, est fortement mécanisée et motorisée. Elle utilise machines et tracteurs, engrais, pesticides et autres intrants, semences sélectionnées aux rendements élevés. Mais la réalité des agricultures du monde est bien différente ....

Le nombre total de tracteurs n'atteint pas 30 millions, ce qui veut dire que moins de 3% des agriculteurs en dispose pour leurs travaux.

250 millions d'animaux sont utilisés pour le travail de la terre, mais on estime que les 3/4 des agriculteurs n'ont que leurs bras pour travailler.

Si la « révolution verte » des années 60 a largement diffusé l'utilisation de semences sélectionnées, d'engrais et de pesticides dans les pays en développement, seul 60% des exploitations en ont bénéficié.

Ainsi, plus du tiers de la paysannerie mondiale (400 millions d'actifs) travaillent avec un outillage strictement manuel et n'utilisent ni intrants, ni semences sélectionnées et nourrissent pourtant plus d'un milliard de personnes.

#### La terre, une espace fini

Notre planète est un espace fini qui a une surface approximative de 50 000 millions d'hectares. Recouverte par 70% d'océans, les terres émergées ne représentent que 30 %, soit 15 000 millions d'hectares.

Si on soustrait les espaces arides sans végétation, les forêts et les prairies naturelles, il ne reste qu'un peu plus 1500 millions d'hectares de terres arables. Cette surface ne varie que lentement au gré des défrichements, de l'urbanisation ou de l'érosion des sols.

Les exploitations agricoles présentent une grande diversité :

- leurs surfaces varient de 0,5 à 1500 ha,
- leurs rendements oscillent entre 1 et 100 quintaux/ha



Leurs productivités s'échelonnent donc entre 0,5 et 20 000 quintaux par travailleur et par an.

### **Le marché des produits agricoles, vers la mondialisation**

Le XXe siècle a été marqué par une explosion spectaculaire des productions agricoles et un développement des transports qui a favorisé les échanges internationaux et la constitution d'un marché agricole mondial. Ce bouleversement a permis d'améliorer les conditions de vie des populations et s'est accompagné d'une baisse des prix agricoles, divisés par 2, 3 ou 4 selon les produits.

Si, 90% des exploitations agricoles des pays développés, ont cessé d'exister, bloquées dans leur développement et appauvries par cette baisse des prix, des centaines de millions de paysans des pays en développement exclus de ce mouvement travaillent encore comme au début du XXe siècle.

Du fait de l'existence des marchés internationaux, certains pays dégagent des excédents de production agricoles et les exportent à bas prix. Même si cela ne concerne que 10 à 30 % des productions, celles-ci se retrouvent ainsi sur des marchés locaux à des prix tellement bas que les paysans du cru ne peuvent supporter la concurrence et ils sont contraints à l'exode.

La fluctuation des prix des denrées agricoles est importante : aléas climatiques, concurrence entre usages (alimentaire et agrocarburant par exemple), mais aussi spéculation (en ces temps de crise), entraînent régulièrement de fortes hausses.



## 2° L'explosion des productions agricoles au cours du XXe siècle

Au cours de la seconde moitié du XXe siècle, la production agricole et alimentaire mondiale a augmenté de manière spectaculaire et a été multipliée par 2,6 progressant beaucoup plus en cinquante ans qu'elle ne l'avait fait auparavant en dix mille ans d'histoire agraire.

Trois facteurs principaux expliquent l'accroissement de la demande alimentaire :

- La croissance de la population mondiale.
- L'exode rural qui entraîne une urbanisation forte.
- La transition alimentaire qui augmente la demande en produits végétaux utilisés pour l'alimentation animale.

### L'accroissement de la population

Il y a 10000 ans, la population mondiale est estimée à 5 millions d'hommes, depuis elle n'a cessé de croître pour atteindre un milliard au début du XIXe et exploser au cours du XXe siècle puisqu'elle a atteint 1,6 milliard en 1900 puis passant de 2,5 milliards en 1950 à 6 milliards en 2000, elle a été multipliée par un facteur 2,4 en un demi-siècle.

Au 1er janvier 2010, nous étions 6,793 milliards et les prévisions annoncent 9 milliards d'humains pour 2050.

La répartition de la population selon les grandes régions du monde est la suivante :

- Asie : 60%
- Afrique : 13%
- Europe : 13%
- Amérique du Nord : 5%
- Amérique du Sud : 8,5%
- Océanie : 0,5%.

### Exode rural et concentration urbaine

Quand un paysan pauvre, se trouve en concurrence, avec des produits importés à bas prix, il ne peut plus vendre sa production à un prix suffisant pour nourrir sa famille et renouveler ses outils alors, il part, comme des dizaines de millions d'autres grossir tous les ans les bidonvilles de la périphérie des villes.

C'est l'une des raisons qui fait qu'aujourd'hui la population urbaine mondiale est supérieure à la population rurale et que nous assistons à la multiplication de mégapoles (\*). Si New York fut la première à dépasser les 10 millions d'habitants au milieu du XXe siècle, on estime qu'en 2015, ce seront près de 450 millions de personnes qui seront regroupées dans 27 cités dépassant les 10 millions d'habitants situées principalement dans des pays en développement.

Or, on ne se nourrit pas en ville comme à la campagne. L'augmentation de la consommation de sucre, de boissons alcoolisées ou non, de céréales et d'aliments transformés, la part croissante de matières grasses et de protéines animales dans les rations quotidiennes caractérisent le régime alimentaire du citadin.

(\* ) villes de plus de 10 millions d'habitants

### La transition alimentaire

Lorsque qu'une population pauvre consommant essentiellement des produits végétaux voit ses revenus augmenter et dépasser un certain seuil (1000 euros/ an), elle se met à consommer plus de produits d'origine animale : œufs, viandes et produits laitiers. C'est ce que l'on appelle la transition alimentaire.



Pour satisfaire ces nouveaux besoins, il faut développer l'élevage. Or pour produire de la viande, il faut nourrir le bétail... Un kilogramme de poulet demande au moins 2kg d'aliments d'origine végétale (céréales et oléagineux), pour les porcs, le rendement est moins bon, 1kg de viande porcine nécessite 4 kg de végétaux, pour les bovins c'est plus de 8 kg de végétaux qu'il faudra.

Au final, consommer des produits d'origine animale revient à multiplier par un facteur de 2 à 8 les besoins en produits végétaux et le changement de régime alimentaire de ces populations implique un accroissement conséquent des productions agricoles.



### 3° Les céréales

#### L'importance des céréales

Les céréales qui représentent 45% de nos apports énergétiques, font partie des premières plantes domestiquées et cultivées par les hommes. Cette place incontournable est le résultat de deux atouts majeurs :

- Leurs épis se prêtent à une récolte aisée ;
- Les grains mûrs et secs se conservent longtemps et sont facilement transportables.

Les céréales représentent une grande partie des productions agricoles mondiales. Si les grandes civilisations se sont développées autour d'une céréale, aujourd'hui encore les régimes alimentaires des grandes régions du monde peuvent être distingués par la céréale qui constitue la base alimentaire de ceux-ci.

Pourtant leurs utilisations se sont beaucoup diversifiées au cours des 50 dernières années : alimentation animale, mais aussi textile, agrocarburant, chimie verte....

#### Répartitions entre les grandes productions

Les céréales représentent près de 700 millions d'hectares de cultures, soit environ 45% des terres cultivées.

La production mondiale dépasse les 2,2 et 2,3 milliards de tonnes et se répartit entre quatre céréales principales :

- le maïs, ~ 31% ;
- le riz, ~ 29% ;
- le blé, ~ 27% ;
- l'orge, ~ 6%.

Mais il existe d'autres céréales : l'avoine, le seigle, le millet et le sorgho.

La principale caractéristique de ces productions est qu'elles sont prioritairement destinées à la consommation locale.

Pourtant 15% de la production mondiale de céréales provenant de quelques pays se retrouvent sur les marchés mondiaux et joue un rôle important dans la fixation et la fluctuation des prix.

#### Alimentation humaine ou animale

Le riz (100%) et le blé (plus de 80%) sont depuis toujours utilisés pour l'alimentation humaine. Mais d'autres céréales, comme l'orge (~ 70%) ou le maïs (entre 60 et 65%) sont très utilisés pour l'alimentation animale.

Consommées directement ou sous forme d'aliments près de 60% de céréales, l'alimentation animale absorbe plus de 35% des productions mondiales. Cette part continue de croître en raison de la transition alimentaire observée dans des pays comme la Chine.

En effet, le coefficient de transformation des céréales en viande varie de 2 pour les poissons, 3 à 4 pour la volaille et les porcs et 7 ou plus pour les bovins et les ovins. La consommation croissante de viande risque, à terme, d'entrer en concurrence avec la consommation directe de céréales par les hommes.

#### Les autres usages

Les céréales sont aussi utilisées à des fins non-alimentaires, même si la part des productions qui y sont consacrée reste minime.

On peut classer ces usages en trois grandes catégories :



- L'amidon et ses dérivées, dont le gluten, sont utilisés dans des domaines allant des cosmétiques aux matériaux (plastiques, textiles...) en passant par les pharmaceutiques.
- Les céréales sont aussi utilisées pour produire de l'énergie, avec les agro-carburants par exemple.
- Les « bioproduits » qui visent à remplacer le carbone fossile par du carbone organique. A l'heure des préoccupations environnementales de nos sociétés (réchauffement climatique, gestion des déchets...), ils présentent l'avantage d'être renouvelables, biodégradables,...

Toutefois, la récente « crise de la tortilla » au Mexique en 2008 montre comment ces utilisations (dans ce cas les agro-carburants) peuvent entrer en concurrence avec l'alimentation humaine.



## Espace 3

### 1° Les origines du maïs

#### **Téosinte et maïs, une affaire de domestication !**

Le maïs n'existe pas à l'état sauvage mais il peut se croiser naturellement avec la téosinte. Ces deux plantes sont morphologiquement très différentes mais génétiquement proches. Les scientifiques estiment que le maïs serait un descendant "monstrueux" de cette graminée dont les fleurs mâles se seraient transformées en fleurs femelles pour donner naissance aux épis.

Plus complexe que celle des autres céréales, la domestication du maïs par les amérindiens est le résultat d'une longue sélection empirique de caractères spécifiques au maïs, parmi les populations sauvages ou domestiquées de téosinte.

#### **Domestication du maïs**

Le maïs descend de la téosinte. Par conséquent, sa domestication a probablement consisté en une sélection empirique par nos ancêtres amérindiens de caractères spécifiques au maïs, parmi les populations sauvages ou domestiquées de téosinte.

Ces caractères ont probablement été sélectionnés car ils présentaient un avantage pour l'homme : taille des épis, dureté des grains,... Cette sélection, volontaire ou involontaire, a conduit peu à peu à l'augmentation dans les populations de téosinte de « mutants », à l'origine du maïs actuel.

Cette domestication a conduit à l'obtention d'une céréale incapable de survivre sans l'action de l'homme. Le maïs ne peut se reproduire sans semis. Les grains de maïs fermement accrochés à la rafle ne se disséminent pas sans l'homme et si les grains d'un épi tombé au sol se mettent à germer, ils entrent en concurrence et aucun n'atteint la maturité.

#### **Le maïs était central dans la vie des amérindiens**

Domestiqué au Mexique il y a environ 9000 ans, le maïs était la base alimentaire des peuples précolombiens. Il est, aujourd'hui encore, central dans l'alimentation des peuples d'Amérique latine et centrale.

La place prépondérante du maïs dans les cultures précolombiennes se traduit par une multitude de mythes, légendes et divinités :

- Chez les Mayas, le « Pop Wuh », récit de la genèse, explique comment les dieux ont créé les hommes à partir du maïs.
- La légende iroquoise des "trois sœurs", raconte l'importance de la courge, des haricots et du maïs, plantes inséparables pour les peuples amérindiens.
- Pour les aztèques, Chicomecoalt, divinité du maïs, déesse de la nourriture et de la fertilité est la plus vénérée, notamment par les agriculteurs.

La facilité de culture et les bons rendements du maïs ont assuré la prospérité de ces peuples et leur a permis de libérer une partie de leur temps pour bâtir de gigantesques monuments.

#### **Le Mexique, préservation et diversité du maïs**

Au Mexique, le maïs conserve une valeur symbolique qui dépasse largement le domaine alimentaire.



La « population indigène », perpétue la culture traditionnelle du maïs dans les états du sud (Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Yucatan...).

Les paysans, « campesinos » cultivent toujours à la main les variétés locales pour leur propre consommation. Les semences issues des récoltes de l'année passée sont parfois échangées avec d'autres agriculteurs.

Ces pratiques seraient un mode de conservation in-situ de la diversité du maïs aussi efficace, voire plus, que l'isolement des variétés à conserver.



## 2° Le maïs à la conquête du monde

### La dispersion du maïs dans le monde

En 1493, Christophe Colomb, de retour du nouveau monde, introduit le maïs en Espagne. Pourtant, celui-ci ne se diffusera en Europe qu'au cours du XVI<sup>e</sup> siècle. En France, sa première évocation date de 1523 à Bayonne, acclimaté aux pieds des Pyrénées pour remplacer le millet, le maïs s'étendra et s'adaptera peu à peu à toutes les régions. Avec le commerce triangulaire et les échanges du pourtour méditerranéen, il gagnera l'Afrique, puis l'Asie.

Mais son acclimatation sera longue : le maïs inquiète et intrigue. Confondu parfois avec le millet ou le sorgho, il est qualifié de « plante du diable ». La pellagre, maladie, liée à une carence en vitamine B3, va aussi freiner son adoption.

Pourtant, les disettes et les famines nombreuses du XVI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle vont favoriser son expansion. Productif et résistant, le maïs nourrit les paysans pauvres en ces périodes difficiles et leur permettent de vendre leur blé au meilleur prix.

### Sélection et amélioration des variétés

Cultiver, c'est sélectionner et faire évoluer, le maïs n'échappe pas à la règle. La sélection "massale", déjà pratiquée par les amérindiens, se poursuit avec sa diffusion à l'ensemble des continents. Les paysans européens, asiatiques et africains sélectionnent les caractères qui les intéressent : adaptation au climat, qualité nutritives et gustatives, qualité du foin...

De nouvelles variétés de maïs, rapportées d'Amérique du Nord par les navigateurs et les commerçants, vont être croisées à celles déjà cultivées en Europe, enrichissant sa diversité et son adaptation. Ainsi, en France, des populations de maïs, dites « de pays » vont voir le jour : le jaune d'Alsace, l'étoile de Normandie, le grand roux Basque, la millette du Lauragais...

Grâce à ses fabuleuses capacités d'adaptation le maïs va conquérir tous les milieux, se répandre sous presque toutes les latitudes et devenir la céréale la plus cultivée au monde.

### Le maïs dans le sud-ouest de la France

D'abord cultivé au jardin pour éviter les taxes, le maïs deviendra peu à peu une culture de plein champ.

Pourtant son mode de culture évolue peu entre 1850 et 1950 :

- les parcelles cultivées sont petites (de 1 à 6 ha).
- La culture manuelle utilise la traction animale.
- C'est une culture familiale, les femmes et les enfants participent aux travaux, notamment à la période de récolte.
- Les semences sont prélevées et sélectionnées sur la récolte.

Dans le Sud-Ouest et la région de Tarbes par exemple, on associe, comme les Iroquois, maïs et haricot, l'un servant de tuteur, l'autre fixant l'azote. Ces cultures font une place de choix au haricot dans la gastronomie occitane : cassoulet, haricot tarbais, haricot maïs du Béarn.



### 3° Les maïs hybrides

#### L'arrivée des maïs hybrides

C'est aux États-Unis, au début du XXe siècle, que les premiers hybrides sont mis au point.

Cette technique consiste à créer des lignées "pures", par auto fécondation puis à croiser deux lignées "pures", qui donnent un maïs dit "hybride". Ce dernier présente les caractéristiques de ses "parents". Son rendement est très supérieur à celui des lignées pures, c'est ce que l'on appelle la vigueur hybride. Par ailleurs, l'uniformité des plants et des épis permet de mécaniser la récolte.

Importés en Europe après la Seconde Guerre Mondiale à l'occasion du plan Marshall, l'intégration de ces semences aux pratiques traditionnelles des paysans européens n'a pas été simple.

Obligés d'acheter les semences car la descendance des hybrides est peu productive, les paysans ont souvent hésité avant de les adopter. Mais la nécessité d'autosuffisance alimentaire et la création d'« hybrides français », finissent par venir à bout des réticences.

#### La culture du maïs devient intensive

Avec le plan Marshall et le développement des hybrides, arrivent tracteurs, pesticides et engrais...

Homogène, la culture du maïs hybride se prête bien à la mécanisation. D'une agriculture manuelle et familiale, elle devient intensive :

- augmentation des surfaces,
- utilisation d'intrants chimiques,
- diminution de la main d'œuvre
- accroissement important des rendements.

29

Le maïs, jusqu'alors, culture vivrière, se transforme en production de valeur commerciale. La France, grande importatrice de maïs au sortir de la Seconde Guerre mondiale, devient exportatrice dès les années soixante.

La filière « maïs » se structure et s'organise :

- développement de la recherche,
- organisation de la filière semence,
- constitution de coopératives,...

Cette « révolution » transforme profondément le monde agricole et ses pratiques.

#### Maïs génétiquement modifié

Un Organisme Génétiquement Modifié, est un être vivant dans lequel on introduit de façon artificielle un gène qu'il n'a pas naturellement.

Deux types de maïs OGM sont utilisés :

- L'un dispose d'un gène introduit permettant la production d'insecticide par la plante, ce qui permet de réduire l'utilisation des pesticides.
- L'autre confère au maïs une résistance aux herbicides qui permet d'en réduire les quantités utilisées.

Ils représentent aujourd'hui une grande partie de la production des États-Unis et de la Chine. En 2008, sur 14 milliards d'hectares de maïs européens, seuls cent mille (dont les trois-quarts en Espagne) étaient plantés en variétés OGM.



La France qui avait autorisé la mise en culture du maïs Bt\*, l'a suspendu en 2008 sous la pression de l'opinion publique.

Risques sanitaires, environnementaux et sociaux, le débat fait rage entre les partisans et les opposants de cette nouvelle biotechnologie.



## 4° Les usages du maïs

### Maïs, productions et marchés

En 2007, la production mondiale de maïs avoisinait les 800 millions de tonnes. Les échanges internationaux représentent 10% de celle-ci, soit 80 millions de tonnes.

Ce sont les États-Unis qui dominent ce secteur agricole en produisant 40% du total mondial. Les autres grands producteurs sont :

- la Chine : 20%,
- l'Union Européenne : 6%
- le Brésil : 7%.

Au niveau mondial, 60% du maïs échangé provient des USA. L'Argentine (15%) et la Chine (6%) sont également des acteurs incontournables. La France bien placée, avec 10% du maïs mondial limite ses exportations aux pays de l'UE.

Quelques pays importateurs absorbent 80 % des échanges :

- Chine : 35%
- Amérique latine : 17%
- Union Européenne : 15%
- L'Afrique du Nord et le Moyen-Orient : 15%

### Maïs et alimentation humaine

Depuis sa domestication par les Aztèques, le maïs est la base alimentaire des peuples d'Amérique centrale et latine.

Consommé sous forme de tortillas et bouillies, il est nourrissant et peu coûteux.

Du fait de ses capacités d'adaptation et de ses bons rendements productifs, la culture et la consommation du maïs se sont développées dans une grande partie de l'Afrique.

Il n'est cependant qu'une céréale alimentaire secondaire dans la plupart des autres régions du monde.

Les pays occidentaux le consomment souvent sous forme de "Corn flakes", maïs doux, maïzena, polenta. Mais l'industrie agroalimentaire utilise l'amidon extrait du maïs dans la composition de nombreux produits alimentaires : sauces, bouillons, potages...

Ce n'est en définitive que 40% de la production mondiale qui est dédiée à l'alimentation humaine.

### Maïs et alimentation animale

60% de la production mondiale de maïs est consommée par des animaux d'élevage, sous forme de maïs fourrage (plante entière tige, feuilles et épis), de maïs grains ou d'aliments transformés.

Cette part varie fortement d'une région à l'autre de la planète en fonction de la consommation humaine de viande :

- Dans les pays industrialisés, elle est très élevée : 70% du maïs est utilisée pour l'alimentation animale en Europe.
- Dans certains pays en développement, la production de maïs, principalement destinée à l'alimentation humaine, ne concerne que 15 à 25% l'alimentation animale.
- En Chine, comme dans tous les pays émergents, les besoins en maïs augmentent proportionnellement à la demande d'alimentation carnée.

### Quels autres usages ?



Matière première renouvelable et de faible coût, le maïs est parfois présenté comme l'une des alternatives à la raréfaction des ressources fossiles :

- l'amidon contenu dans le grain de maïs est utilisé par les industries non-alimentaires (papier, carton, médicaments, cosmétiques, adhésifs, textile...),
- les "bioplastiques" qui se substituent aux plastiques traditionnels pour certaines applications sont souvent fabriqués avec du maïs,
- source d'énergie renouvelable en produisant du bioéthanol par fermentation de l'amidon, du biogaz par méthanisation ou de la chaleur et de l'électricité par combustion.

Ces utilisations demeurent restreintes mais prennent une importance grandissante dans certains pays. En 2007 par exemple, les États-Unis ont consacré 25% de leur maïs à la production d'éthanol et la France se donne aujourd'hui pour objectif de produire 10% de son carburant à partir de produits agricoles.

Ces usages entrent directement en concurrence avec l'alimentation des hommes et des animaux et provoquent parfois une forte hausse du cours du maïs. En 2007, le Mexique a ainsi traversé une grave crise alimentaire, dite « crise de la tortilla » car ses importations de maïs nord-américain entraient en concurrence avec les usages énergétiques des USA et son prix devenait inaccessible aux plus pauvres.



## Espace N° 4

### Quelle agriculture demain ?

Prédire ce que sera l'agriculture demain relève de la gageure car beaucoup d'incertitudes pèsent sur ses destinées :

- Comment se transformera le milieu naturel : changement climatique, érosion de la biodiversité, épuisement des sols ?
- Quels impacts aura la révolution biotechnologique sur les modes de production ?
- Comment va évoluer l'organisation des marchés internationaux et quels impacts auront leurs perturbations sur l'agriculture ?

Les contraintes qui pèsent sur elle sont bien identifiées car elles prolongent les évolutions héritées du passé :

- **Le changement climatique** impose de s'adapter localement, de changer les pratiques les plus émettrices de gaz à effet de serre tout en favorisant les espaces stockant le plus de carbone.
- Il sera nécessaire de **nourrir 9 milliards de personnes** à l'horizon 2050, il faudra donc augmenter la production et mieux la répartir pour faire reculer la malnutrition.
- Il lui faudra **limiter le recours aux énergies fossiles** destinées à son usage et produire les matières premières remplaçant le pétrole pour l'industrie (chimie verte - agrocarburants).
- L'agriculture doit enfin participer à la **protection de l'environnement** en stockant le carbone, en **préservant la biodiversité** indispensable tout en maintenant la fertilité des sols.

L'espace agricole est de plus en plus concurrencé par les usages résidentiels, économiques, environnementaux. Celui-ci risque donc de manquer sans l'invention de nouvelles technologies s'articulant, voire s'opposant, aux évolutions de longue date de l'agriculture et en particulier :

- l'industrialisation qui artificialise et sépare les tâches,
- l'intégration des filières allant de la production des semences à la commercialisation des produits,
- la diminution du nombre de paysans qui par souci d'efficacité économique conduit à l'exode de populations nombreuses.

Cet ensemble de transformations technologiques, biotechnologiques et organisationnelles constituent, plus qu'un changement, une véritable révolution agricole, la troisième de l'ère moderne, dont les conséquences seront au moins aussi fortes pour les agriculteurs que les deux précédentes.

L'Europe a fait le choix de s'en tenir, en partie, à l'écart. Avec l'agriculture biologique (20% des surfaces cultivées à l'horizon 2050) et la multiplication des labels de qualité, elle fait un choix à contre-courant de la troisième révolution agricole.

Mais, demain l'agriculture dépendra d'abord des réponses que la société apportera à quelques grandes questions :

- Faut-il augmenter les rendements et accepter les conséquences sociales et environnementales qui en découleront ou augmenter les surfaces cultivées au détriment des forêts tropicales ?
- L'agriculture doit-elle se spécialiser ou s'ouvrir à la multifonctionnalité ? Quelles fonctions favoriser, pour quels usages ?
- Avec l'accroissement estimé de la population, la diffusion du modèle alimentaire occidental et sa forte consommation de viandes, est quasiment impossible. Quels nouveaux modèles sommes-nous collectivement en mesure d'inventer ?



## 1° Nourrir la population mondiale

### Horizon 2050 : Quelle population mondiale, quelle demande alimentaire ?

La population mondiale devrait augmenter de plus d'un tiers, soit 2,3 milliards de personnes, entre 2009 et 2050. Mais cette progression concernera principalement les pays en développement. L'urbanisation se poursuivant à un rythme accéléré, les zones urbaines regrouperont 70 % de la population mondiale en 2050, contre 49 % actuellement.

La demande alimentaire devrait croître sous l'effet combiné de quatre facteurs :

- la croissance démographique,
- la croissance des revenus,
- l'urbanisation de nombreux pays en développement
- les modifications de la structure des régimes alimentaires.

On estime qu'en 2050, la demande devrait être supérieure de 70 % à ce qu'elle est aujourd'hui. Un milliard de tonnes de céréales pour l'alimentation humaine et animale et 200 millions de tonnes de viande supplémentaires seront ainsi nécessaires annuellement. Mais ces quantités pourraient être encore plus importantes si l'évolution de **la demande en biocarburants persiste**.

### La production de céréales en 2050

En 2050, La demande de céréales pour l'alimentation humaine et animale devrait avoisiner les 3 milliards de tonnes par an. Pour relever ce défi, il est nécessaire de jouer sur différents facteurs mais de façons très différentes selon les scénarios retenus :

#### ➤ Augmenter les surfaces cultivées :

Pour la FAO dont les prévisions s'appuient sur un prolongement des tendances actuelles, la progression sera modeste, seulement 8% (1550 millions d'ha en 2009). D'autres scénarios comme "Agrimonde" \* estiment qu'elle sera supérieure à 30 % et que les surfaces cultivées pourraient atteindre 2100 millions d'ha en 2050.

#### ➤ Augmenter les rendements :

C'est le facteur essentiel de croissance retenu par la FAO pour les prochaines décennies. Cette solution repose sur un ensemble de techniques bien maîtrisées : variétés à fort potentiel, irrigation, apports d'engrais, protection des cultures contre les plantes adventices, les ravageurs et les maladies

Le scénario "Agrimonde", prend en compte le caractère durable du développement et envisage des accroissements de rendements plus faibles car reposant sur une meilleure utilisation des écosystèmes cultivés et sur des techniques accessibles aux producteurs pauvres.

#### ➤ Réduire les pertes après récoltes :

Cette possibilité peut permettre de dégager des gains importants mais suppose de développer les infrastructures rurales des pays en développement et de réduire le gaspillage et les pertes à la consommation des pays développés.

\*Le scénario "Agrimonde" a été élaboré par une équipe projet INRA-CIRAD

### En finir avec la sous-alimentation ?

A l'horizon 2050, la dépendance des pays en développement risque de s'intensifier car la croissance de leur demande en céréales est plus rapide que celle de leur production ; ils pourraient ainsi importer près de 300 millions de tonnes de céréales par an, soit 14% de leur consommation.



Avec la crise économique et financière mondiale de 2008, plus de 100 millions de personnes supplémentaires sont venus rejoindre la cohorte des sous-alimentés qui se chiffrait à plus d'un milliard en 2009.

Cette crise nous rappelle que la production mondiale, théoriquement suffisante, ne garantit pas l'accès à la nourriture pour tous. La malnutrition persiste pour des millions de personnes enfermées dans le cercle vicieux de la faim et de la pauvreté : sans moyen d'acheter ou de produire des denrées alimentaires, ces personnes ne peuvent travailler correctement et sont plus sensibles aux maladies.

22 pays ont un niveau de sous-alimentation si élevé qu'il concerne 40% de leurs populations et celles-ci représentent 20% du total mondial des malnutris. Cumulant une série de handicaps : conflits armés, catastrophes naturelles, manque de ressources, moyens d'existence non durables, défaillance des institutions locales, ces pays sont en crise prolongée.



## 2° L'agriculture et l'environnement

### Les impacts de l'agriculture sur l'environnement

Occupant 37% de la surface émergée du globe, les activités agricoles ont un impact non négligeable sur l'environnement :

- L'agriculture consomme deux tiers de l'eau utilisée par l'homme. En Asie, cette part s'élève même à quatre cinquièmes.
- Fumier, engrais et pesticides sont responsables de la pollution des nappes phréatiques.
- L'agriculture est aussi impliquée dans la pollution atmosphérique : l'élevage est producteur d'ammoniac, responsable des pluies acides et de méthane, la combustion de la biomasse (déforestation, brûlage des pâturages...) émet polluants et gaz à effet de serre : gaz carbonique, oxyde nitreux, particules...
- L'extension des cultures et l'usage de pesticides et herbicides participent à la perte de biodiversité végétale et animale.
- Dégradation des sols, salinisation des terres, soutirage excessif d'eau et réduction de la diversité génétique sont autant de facteurs qui nuisent au développement agricole.

Pourtant, en stockant le carbone dans le sol, en favorisant l'infiltration de l'eau et en entretenant les paysages ruraux, l'agriculture contribue à la résolution de problèmes environnementaux.

### La révolution doublement verte \*

Comment nourrir 9 milliards d'individus en 2050 tout en préservant les écosystèmes et en limitant les impacts environnementaux ?

Tel est le défi central posé au système agricole et alimentaire mondial.

Différents scénarios sont explorés par des équipes de chercheurs qui imaginent une agriculture à la fois plus productive et plus écologique.

- **La "révolution doublement verte"** cherche à assurer le bond quantitatif nécessaire des productions en s'appuyant sur les qualités intrinsèques des milieux puis en incluant des intrants artificiels seulement en cas d'absolue nécessité.
- **L'agriculture "écologiquement intensive"** reste globalement à inventer et la transition vers de telles pratiques exige une rupture : des décideurs dans la manière de penser la politique agricole, des agriculteurs dans leur manière d'intégrer la dimension environnementale, des citoyens dans leur manière de consommer.

Notre société toujours plus urbaine, comprendra-t-elle ces contraintes agricoles, et acceptera-t-elle de financer les transformations indispensables ?

*\* L'expression "Révolution doublement verte", a été inventée par Michel Griffon, agronome et économiste, directeur général adjoint de l'Agence Nationale de la Recherche. Il est notamment l'auteur du livre "Nourrir la planète"*

### Démographie, climat et alimentation mondiale

Dans son rapport présenté en mars 2011, l'Académie des sciences propose d'agir sans tarder dans les domaines suivants :

- **Nutrition et habitudes alimentaires** : il est nécessaire de réduire la consommation, les pertes et les gaspillages des pays développés afin de réduire leur part dans la consommation des ressources alimentaires du globe. L'objectif est de ramener la ration alimentaire individuelle à environ 3000Kcal/jour dont seulement 500kcal de produits animaux.



- **Démographie** : il serait souhaitable de contenir la population mondiale à un niveau de l'ordre de 8,6 milliards afin de réduire la croissance des besoins alimentaires. Il convient donc de sensibiliser les populations des zones où la fécondité est forte à ce problème et à aider les couples à réduire le nombre des naissances.
- **Économie et commerce mondial** : nourrir la planète en 2015 ne peut se concevoir que grâce à des transferts massifs d'aliments entre tous les continents. Avec la croissance démographique et le changement climatique, certains pays dépendent à plus de 60% des importations pour se nourrir. Ceci impose de réfléchir à l'organisation et à la réglementation des marchés mondiaux afin de limiter la « volatilité » des prix mondiaux agricoles.
- **Production agricole et environnement** : le ralentissement des rendements agricoles, le renchérissement de l'énergie, l'épuisement progressif des gisements d'engrais d'origine minière et la dégradation de certains sols agricoles incitent à penser qu'il faut mettre la question agricole au premier plan des préoccupations politiques et économiques des nations.
- **Prévenir et gérer les crises** : les risques de crises alimentaires récurrentes sont sérieux. Toutes les grandes famines des XIXe et XXe siècles sont associées à des problèmes de répartition et non à des pénuries absolues de denrées alimentaires. Il en ira de même dans l'avenir avec de plus le risque de pénurie absolue.

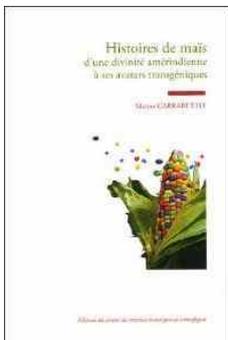


## Bibliographie



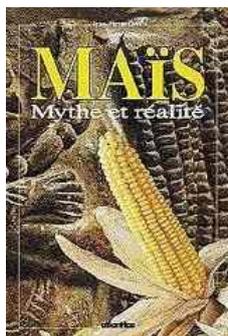
***Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine***, par Marcel Mazoyer et Laurence Roudart – Éditions du Seuil, avril 2002.

Pourquoi l'homme est-il devenu agriculteur? Quelle agriculture pratiquait-on en Europe au Néolithique, dans l'Antiquité, au Moyen Age et à l'époque de la première révolution industrielle? Et dans d'autres civilisations? A quels sommets inouïs de productivité quelques millions d'agriculteurs mécanisés et spécialisés sont-ils parvenus en cette fin de XXe siècle? Pourquoi des centaines de millions de paysans sont-ils frappés par la pauvreté et condamnés à l'exode ou même à la famine? En retraçant la prodigieuse épopée qui va des premières domestication de plantes et d'animaux aux agricultures si différenciées d'aujourd'hui, ce livre montre que la crise actuelle de l'économie agricole s'explique par la mise en concurrence inconsidérée des héritages agraires, très différents, des différentes régions du monde. Les auteurs proposent une stratégie mondiale capable de sauvegarder et de développer l'économie paysanne pauvre, de relancer l'économie et de construire un monde vivable pour toute l'humanité.



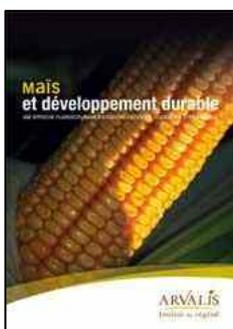
***Histoires de maïs d'une divinité amérindienne à ses avatars transgéniques***, par Maryse Carraretto – Éditions du CTHS (comité des travaux historiques et scientifiques), 2005.

" OGM : la guerre planétaire ", " Maïs Attacks ", la bataille médiatique autour du maïs transgénique fait rage. A l'aube du XXIe siècle, les " vieilles peurs " que l'apparition du maïs hybride avait déjà ranimées se cristallisent à nouveau sur la plante américaine. Il est vrai que depuis son arrivée à Séville en 1493, la " divinité amérindienne " a plus souvent été diabolisée que vénérée et son histoire est marquée par des controverses toujours d'actualité dans lesquelles s'affrontent archéologues, botanistes, agronomes, nutritionnistes : quelle est sa véritable origine ? Comment la classer ? A quels usages la destiner ? C'est oublier que de la Vénétie au Portugal, de l'Espagne à l'Albanie, le maïs, en passant des premiers jardins expérimentaux au plein champ, a depuis longtemps modifié le paysage agricole et que sous la forme de préparations culinaires devenues emblématiques : polenta italienne, mamaliga roumaine, milhàs languedocien, il a pris rang au sein des céréales nourricières. Pour restituer dans sa variété et sa complexité le patient travail d'acclimatation du maïs, l'auteur a conduit deux terrains approfondis dans le sud-ouest de la France et le nord du Portugal, au plus près des gestes techniques et rituels des " hommes et femmes du maïs " appliqués à la domestication d'une plante toujours rebelle, entre don de dieu et part du diable. Ce livre attentif aux turbulences de l'histoire, à ses ruptures, s'interroge aussi sur les avancées brutales qui à l'image des biotechnologies ont propulsé le maïs dans un " nouveau Nouveau Monde " sur lequel les hommes, à défaut de le maîtriser, continuent à déchaîner leurs passions utopiques.



**Maïs Mythe et réalité**, par Jean Pierre Gay- Éditions atlantica, 1999.

Un ouvrage scientifique qui étudie cette céréale sous ses aspects biologique, génétique et botanique. Jean-Pierre Gay aborde un sujet de controverse : les essais biotechnologiques.



**Maïs et développement durable, une approche pluridisciplinaire à vocations culturelle, scientifique et pédagogique**, par Annie Lacazedieu – Éditions Arvalis institut du végétal.

Cet ensemble documentaire sur le Maïs et le développement durable, a été conçu par une équipe pluridisciplinaire, pour la plupart enseignants et chercheurs. Il se compose d'un DVD-ROM de plus de 500 écrans et d'une brochure qui propose des fiches de travail pour l'enseignement. Répartis en 5 chapitres, les 87 dossiers traités sont richement

documentés (textes historiques, scientifiques ou réglementaires, articles de presse, résultats expérimentaux, graphiques, photographies, schémas,...).

Ces deux ouvrages sont particulièrement adaptés pour les professeurs de Sciences de la vie et de la Terre, d'Économie, d'Histoire Géographie et d'Espagnol. Ils s'adressent avant tout aux enseignants et à leurs élèves, mais intéresseront tout autant les techniciens de la filière maïs.



**Agriculture mondiale : horizon 2015/2030**, rapport abrégé – FAO.

Version téléchargeable sur le lien suivant :

<http://www.fao.org/docrep/004/y3557f/y3557f00.htm>

Ce rapport résume les conclusions principales de l'étude *World agriculture: towards 2015/2030* de la FAO, qui met à jour et élargit l'étude *Agriculture mondiale: horizon 2010*, publiée en 1995. Il examine l'avenir de l'agriculture et de l'alimentation (pêches et forêts comprises) dans le monde jusqu'en 2015 et 2030. Il présente les perspectives mondiales à long terme de leur commerce et de leur développement durable et se penche sur les problèmes allant toucher ces domaines au cours des trois prochaines décennies.



**Agrimonde. Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour le développement durable.** 2e édition décembre 2009. Note de synthèse. INRA, CIRAD.

Cette prospective explore les futurs possibles des agricultures et alimentations du monde en 2050. Elle cherche à déceler les questions fondamentales auxquelles la recherche agronomique sera confrontée afin de fournir au Cirad et à l'Inra les moyens d'anticiper et de préparer l'avenir en termes de dispositif et d'orientation de la recherche publique, comme en termes de positionnement stratégique au niveau international

Plus de renseignements sur le lien suivant :

[https://www.inra.fr/l\\_institut/prospective/prospectives\\_menees/agrimonde](https://www.inra.fr/l_institut/prospective/prospectives_menees/agrimonde)



**Démographie, climat et alimentation mondiale.** Sous la direction de Henri Leridon et Ghislain de Marsily. Académie des sciences 2011.

La grave crise alimentaire qu'a connue le monde en 2007-2008 était probablement le signe d'une situation alimentaire de la planète tendue, préoccupante, complexe. Cette crise annonçait sans doute des crises bien plus larges et bien plus dramatiques, pouvant conduire, si rien n'est fait, à des famines aiguës, des émeutes de la faim violentes, à des tensions internationales, voire à des migrations importantes de population. La nouvelle montée des prix des denrées alimentaires fin 2010 et les événements de janvier 2011 dans certains pays confirment déjà, hélas, les craintes exprimées dans ce rapport.

Plus de renseignements sur le lien suivant :

<http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/rst32.htm>



## Pour les petits



**L'histoire d'une graine**, par Dianna Hutts Aston et Sylvia Long – Editions Ciconflexe 2011.

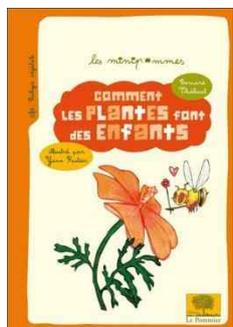
Combien de temps une graine met-elle pour germer ?  
À quoi servent les racines ?  
Toutes les graines se ressemblent-elles ?

Cet album présente plus de trente variétés de semences et explique de façon poétique et pédagogique la vie et l'évolution d'une graine.

Donnera-t-elle un arbre, une fleur ou une céréale ?  
Chut, laissons-la nous faire la surprise...

L'histoire d'une graine est un joli et passionnant document sur les semences. Des graines minuscules de séquoia aux graines géantes de noix de coco, le livre présente aux enfants plus de 30 variétés différentes et explique de façon claire et pédagogique la floraison de la graine qui deviendra un arbre, une céréale ou un légume.

Les pages de garde transmettent également de précieuses informations sur les plantes et leurs graines. Le texte, partiellement calligraphié, et les illustrations à l'encre et à l'aquarelle donnent à cet ouvrage un caractère élégant et unique, comme s'il s'agissait d'un herbier.

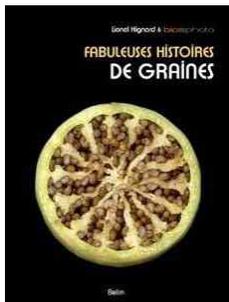


**Comment les plantes se reproduisent ?**, par Bernard Thiébaud et Yann Fastier – Editions Le Pommier 2012.

Vacances de pâques, Anne et Luc sont chez leurs grands-parents dans le sud. Après quelques jours de pluie, ils vont enfin pouvoir sortir. Lors d'un pique-nique, les enfants pressent leur grand-père de répondre à toutes leurs questions concernant les plantes. Papy se prête au jeu avec plaisir. Pourquoi les plantes ont-elles des fleurs ? Qu'est-ce que la pollinisation ? Comment germe une graine ? Qu'est-ce que la fécondation ?

L'auteur, Bernard Thiébaud est botaniste. Chercheur et enseignant, il étudie la biologie des arbres, leur écologie, architecture et génétique. Au Pommier, il est l'auteur de deux petites pommes du savoir : Comment poussent les arbres ?, et Pourquoi les plantes ont-elles des fleurs ?

Depuis qu'il est sorti de l'École nationale des Arts décoratifs de Limoges, Yann Fastier, l'illustrateur, ne cesse de dessiner. Il a illustré de nombreux albums aux éditions l'Atelier du poisson soluble et deux minipommes : La vie des grenouilles, et Tout est chimie ! Parallèlement à son travail d'illustrateur, Yann Fastier est bibliothécaire jeunesse.



***Fabuleuses histoires de graines***, par Lionel Hignard et Pierre Botharel – Editions Belin 2011.

Étranges ou banales, il existe un nombre incalculable de graines, de dimensions, de formes et de couleurs d'une extraordinaire variété. Des plus célèbres, le café ou le cacao, aux plus grosses, celles du lys de mer encore appelées cocos-fesses, aux plus banales, telles celles du blé, de l'orge, du maïs, des lentilles, du mil ou des radis et sans oublier les succulentes noix, amandes, noisettes, pistache et vanille, l'auteur nous raconte l'histoire de ces graines de fleurs, de fruits et de légumes. Symbolique ou accessoire, chacune a une histoire, participe d'un savoir-faire, se trouve au cœur d'une anecdote, concurrence sa voisine au travers de petits et grands records. Si nombre d'entre elles nourrissent les humains et les animaux depuis la Préhistoire, d'autres ont des usages souvent insoupçonnés : elles servent de monnaie d'échange, d'instruments de pesée, de mesure ou de musique.



***Une si petite graine***, par Eric Carle – Editions Mijade.

C'est l'automne. Le vent souffle. Il soulève les graines de fleurs au-dessus du sol et les emporte. Parmi elles, il y en a une qui est toute minuscule dont le destin sera plus chanceux.



***Le grain de maïs***, par Manfeï Obin et Olivier Charpentier – Editions Seuil Jeunesse 2012.

Il était un roi qui n'avait pas de descendance et qui en était fort tourmenté. Qui, à sa mort, lui succéderait ? Il parcourut alors son royaume et adopta trois enfants qu'il éduqua comme des princes. Un jour, il donna à chacun un grain de maïs : «Celui qui me rapportera la meilleure récolte sera digne de me succéder sur le trône». Les trois enfants semèrent alors leur grain de maïs mais, au bout de quelques semaines, force fut de constater que rien ne poussait... Qui saura se sortir de ce mauvais pas pour remporter le concours et devenir roi ?