

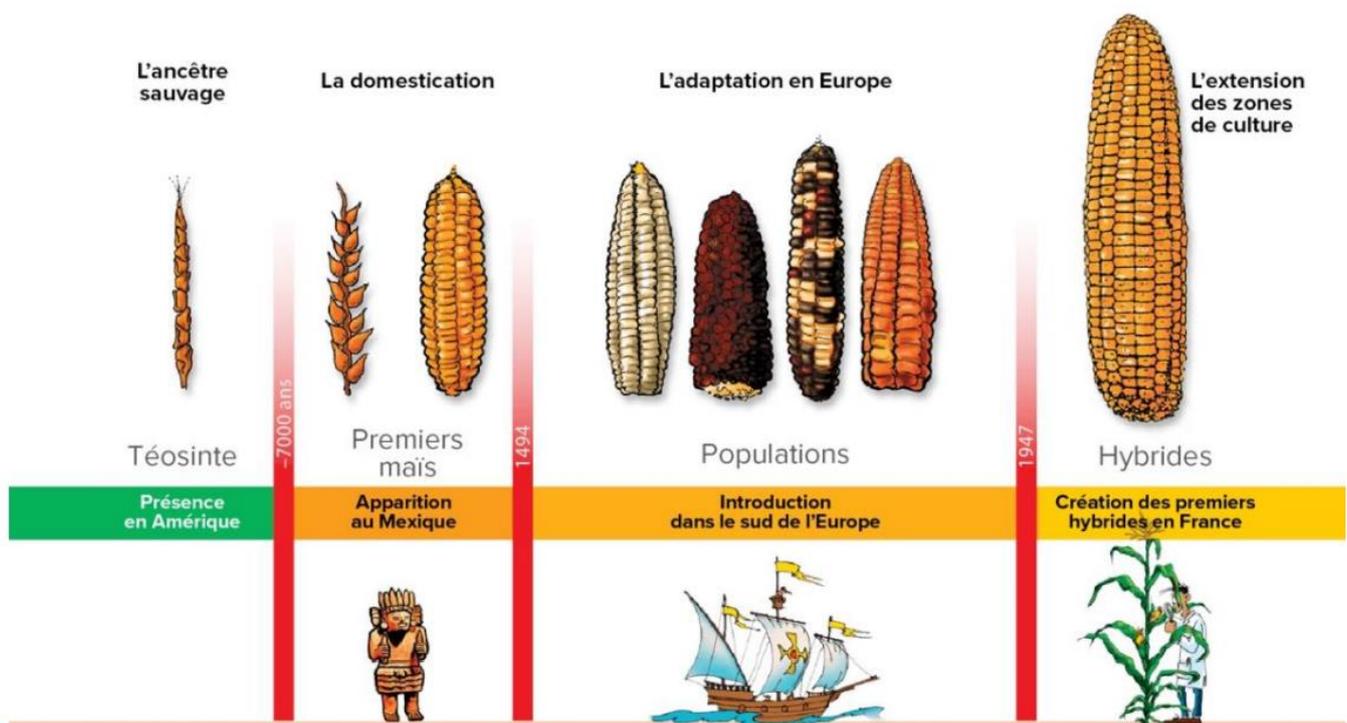
Dossier documentaire sur des aspects de la domestication des maïs

Le maïs, appelé également sous son nom scientifique *Zea mays*, est une plante tropicale qui constituait l'alimentation de base des anciennes civilisations d'Amérique centrale d'où la plante est originaire.

Aujourd'hui, le maïs est devenu la première céréale cultivée dans le monde, devant le riz et le blé. Récolté en grain ou avec toute la plante, le maïs est largement utilisé dans l'alimentation animale et humaine, et pour des usages industriels.

1 – Quelques aspects historiques (source : la Recherche)

Au début du XXe siècle, un botaniste, le Russe Nicolaï Ivanovich Vavilov, parcourt le monde à la recherche de plantes cultivables utiles. Au cours de ses voyages, il comprend que la zone d'origine d'une plante est probablement celle où poussent le plus grand nombre de variétés de celle-ci. En suivant ce raisonnement, il situe en particulier l'origine du maïs en Mésoamérique (du Mexique au Costa-Rica). Après Vavilov, plusieurs botanistes américains s'intéressent à l'origine du maïs, et certains émettent l'hypothèse que son ancêtre sauvage est la Téosinte, une plante fourragère qui pousse notamment au Mexique et au Guatemala. Des découvertes archéologiques : Dolores Piperno, de la Smithsonian Institution, et Kent Flannery, de l'université du Michigan, ont daté de 4250 avant notre ère environ trois spécimens de maïs très primitifs trouvés à Guila Naquitz, un abri sous roche de la vallée d'Oaxaca au Mexique. Le rachis rigide de ces trois spécimens prouve, sans contestation possible, qu'ils appartiennent à une espèce qui dépend de l'homme pour sa survie. La domestication de la Téosinte était donc déjà bien avancée il y a plus de 6 000 ans.

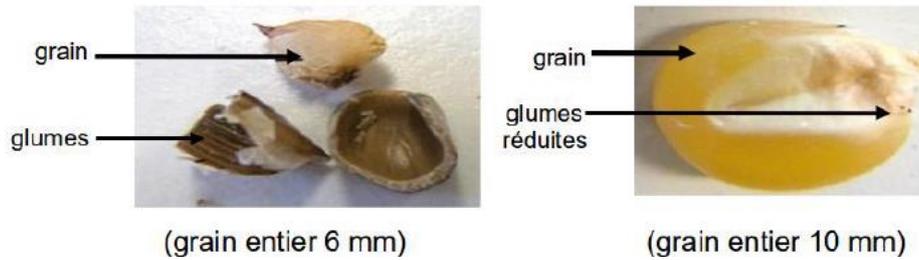


L'histoire du maïs commence il y a 9.000 ans, dans une haute vallée du Mexique, où s'écoule le fleuve Rio Balsas. Une plante locale, la téosinte, est cultivée sur les flancs de cette vallée par les premières civilisations amérindiennes, à 1.500 m d'altitude. La téosinte est une plante adaptée au climat tropical et aux étés humides de cette vallée. La plante porte de nombreux épis composés chacun de quelques grains seulement. Les grains récoltés étaient alors broyés pour obtenir une farine consommée par les populations locales.

2 – Les variations phénotypiques entre la téosinte et le maïs cultivé

L'évolution de la téosinte, l'ancêtre du maïs, s'est faite à la fois de manière naturelle par des mutations génétiques, mais surtout par l'Homme grâce à la sélection massale qui a sélectionné les mutations favorables. En effet, cette période historique s'inscrit dans la domestication des plantes : les agriculteurs amérindiens choisissent les graines des meilleures plantes pour les conserver et les semer l'année suivante. Ainsi, les

caractéristiques facilitant la culture et la récolte des grains, comme la taille des épis et le nombre de grains par épi, sont progressivement sélectionnées par les agriculteurs.

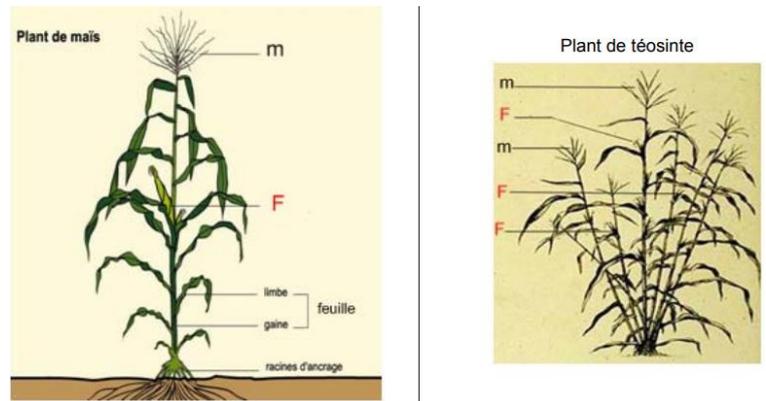


Photographies des grains de téosinte (à gauche) et de maïs domestiqué (à droite)



Représentations schématiques de plants entiers de maïs (à gauche) et de téosinte (à droite)

Architecture des inflorescences femelles. Photographies personnelles de Monsieur Julien Greffier



Source illustrations : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/SVT/03/9/Plante_domestiquee_228039.pdf

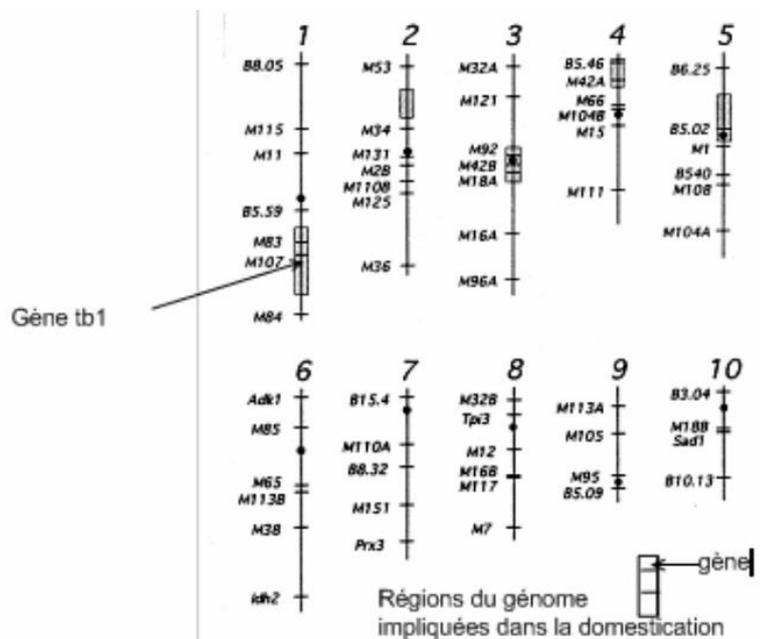
3 – Une approche génétique des mécanismes de domestication du maïs

Dans les années 1930, le généticien George Beadle en apporte les premiers indices : en croisant les deux plantes, il obtient des hybrides fertiles.

Dans les années 1970, il collecte plus de 70 kilogrammes de graines de Téosinte, Il utilise ces graines dans des cultures expérimentales, où il réalise des milliers de croisements, grâce auxquels il conclut le nombre de gènes impliqués dans les différences morphologiques entre la Téosinte et le Maïs.

A partir des années 1980, John Doebley, aujourd'hui à l'université du Minnesota, entreprend des études génétiques qui confirment et précisent les conclusions de Beadle.

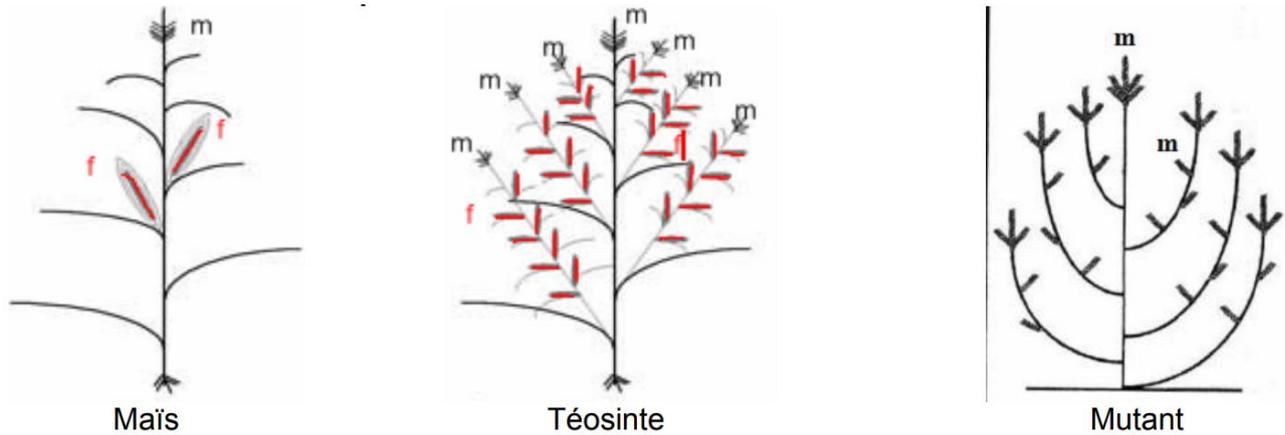
Doc : La carte génétique du Maïs avec les régions du génome impliquées dans la domestication établie grâce à des marqueurs moléculaires



JohnN DOEBLEY et al, Genetic and morphological analysis of a maize-teosinte F2 population: Implications for the origin of maize, Proc. Natl. Acad. Sci. USA Vol. 87, pp. 9888-9892, December 1990, Evolution

John Doebley a identifié un gène situé sur le chromosome 1 appelé *tb1* = téosinte branched1 qui intervient dans l'architecture des plants.

Doc : Différentes architecture des plants de maïs, téosinte et de maïs avec une mutation inactivant le gène *Tb1*

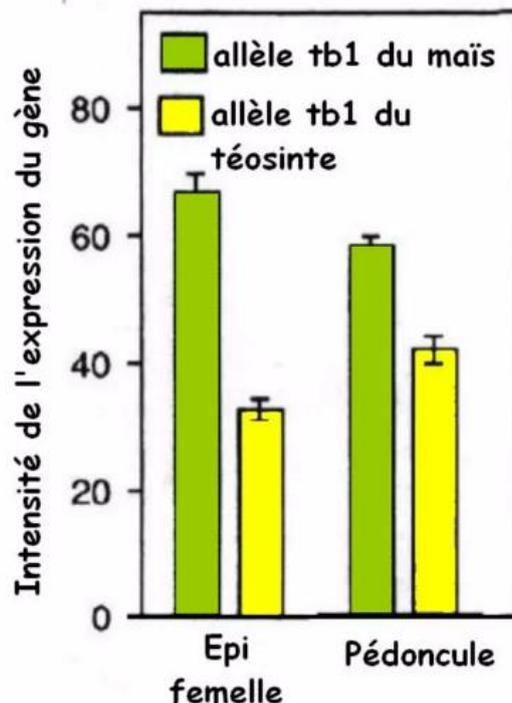


NB : m= inflorescence mâle, f= inflorescence femelle

Source: John Doebley www.agron.missouri.edu/mnl/68/138doebley.html Différentes architectures des plants : Maïs Téosinte Mutant NB : m= inflorescence mâle, f= inflorescence femelle

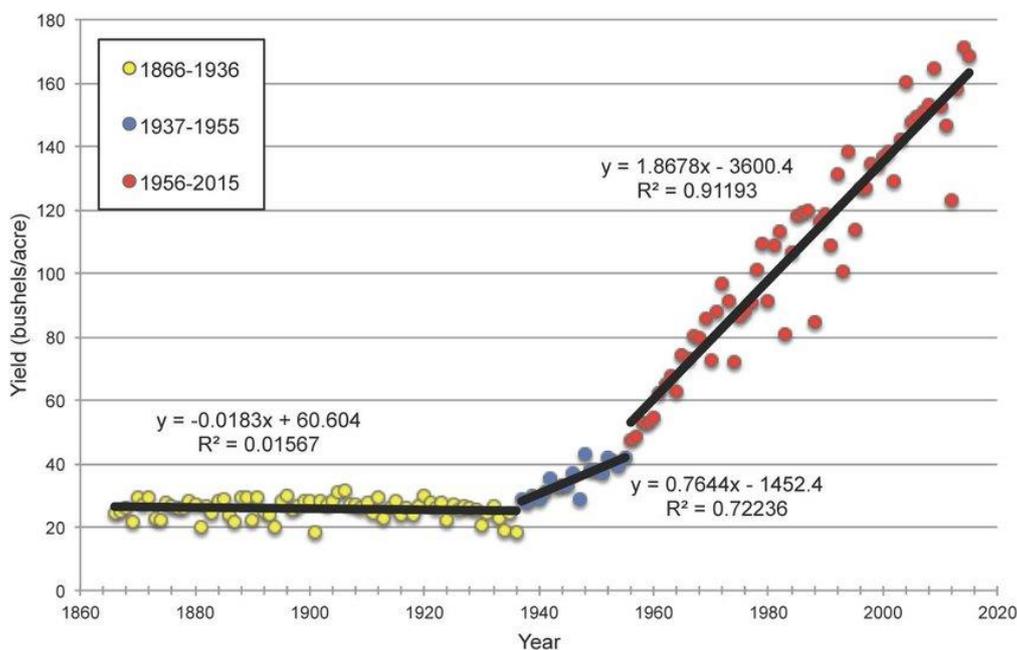
Les scientifiques ont mis en évidence des différences entre la séquence du gène *TB1* chez la Téosinte et le Maïs domestiqué. La comparaison des protéines ne montre cependant pas de différences. Les scientifiques ont donc fait l'hypothèse que les différences dans les séquences nucléotidiques entraînent une différence d'expression du gène *TB1* chez le Maïs et la téosinte. Cela se traduit par une différence de production d'ARNm du gène *TB1*. Chez le maïs il est fortement exprimé au niveau des bourgeons axillaires et inhibe donc la croissance des ramifications. Chez la téosinte il est très peu exprimé à ce niveau ce qui explique la production de ramifications. L'expression du gène au niveau des ébauches des inflorescences femelles explique que celles-ci se développent normalement puisque le gène *TB1* est indispensable à leur formation.

Doc : Expression du gène *TB1* chez le Maïs et la Téosinte



4 – Les méthodes de domestication au XX^{ème} siècle

Les premières variétés hybrides sont cultivées aux Etats-Unis à partir de 1933 dans l'Iowa. Dix ans plus tard, 100% du maïs cultivé aux Etats-Unis est hybride. Ces variétés hybrides américaines sont introduites en France en 1947. [...] Alors que le rendement moyen des cultures de maïs en France évolue peu jusqu'au milieu du XX^e siècle, les nouvelles variétés hybrides permettent de doubler le rendement en une dizaine d'années. Le rendement moyen de 14 quintaux par hectare en 1948, passe à 28 quintaux en 1960.



Evolution du rendement grain du maïs et du type de variétés aux Etats-Unis (Beckett et al. 2017). Les points jaunes correspondent aux variétés populations, les points bleus aux hybrides doubles (croisement de deux hybrides simples) et des hybrides trois voies (croisement d'un hybride simple avec une lignée à trois voies) et les points rouges aux hybrides simples.

5 – Les méthodes de domestication au XXI^{ème} siècle

Ces dernières années, les méthodes de travail des sélectionneurs ont évolué : la précision des essais est devenue meilleure, l'informatique permet de traiter rapidement des quantités considérables d'informations, les budgets consacrés à la recherche sont très importants (plus de 100 millions d'euros par an).

La première étape consiste à créer des lignées pures et stables, qui seront les futurs parents de l'hybride. Les semences obtenues à partir des lignées parentales sont appelées **semences de base**. La création de lignées pures est un passage obligé pour la création de variétés hybrides exprimant l'effet d'hétérosis. **Lors de la deuxième étape, le sélectionneur croise les lignées parentales sélectionnées pour obtenir des hybrides**

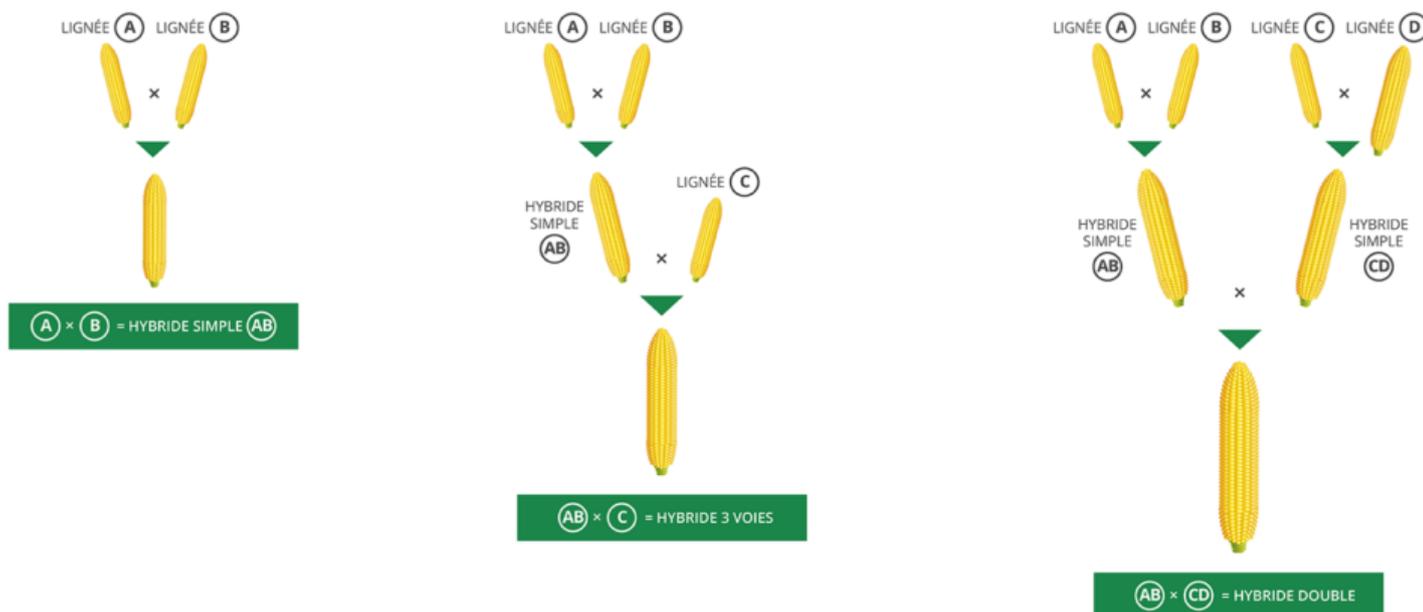
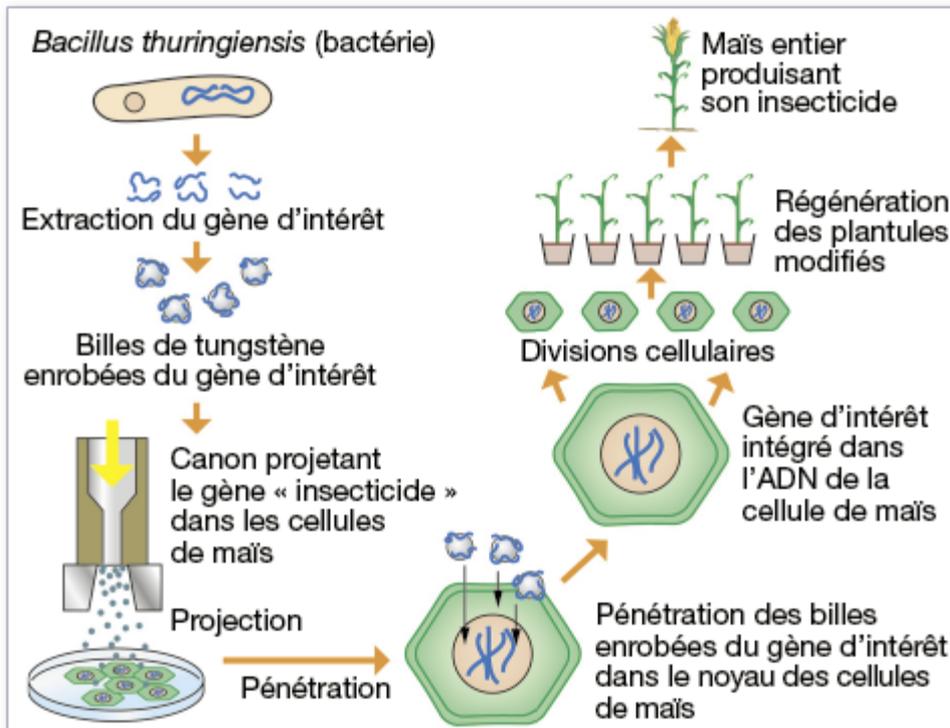


Schéma de différentes techniques de productions de variétés hybrides chez le maïs

Les programmes de sélection cherchent à intégrer des caractères de résistance des variétés aux incidents extérieurs et climatiques : la **tolérance à la sécheresse**, la **résistance aux vers racinaires**... Aujourd'hui, la grande majorité des variétés est tolérante à la verse. Cette amélioration a permis la culture à des densités de semis supérieures valorisant mieux les potentiels de rendement des parcelles.



Les **biotechnologies** peuvent apporter des solutions pour lutter contre les parasites du maïs avec, par exemple, l'introduction d'un gène « résistant » à la pyrale grâce aux techniques de transgénèse. Le gène permet la synthèse d'une protéine pour le contrôle biologique des insectes parasites : lorsque la larve de pyrale attaque les tissus de la plante, elle est aussitôt intoxiquée et meurt, diminuant ainsi les dégâts de pyrale. Cette technologie permettrait de réduire les quantités de substances chimiques utilisées par rapport à un épandage au champ. La culture de maïs transgénique n'est pas

autorisée sur le territoire français.

Source principale : <https://www.semae-pedagogie.org/>