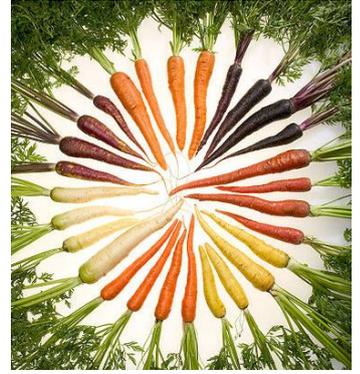


## La domestication de la carotte

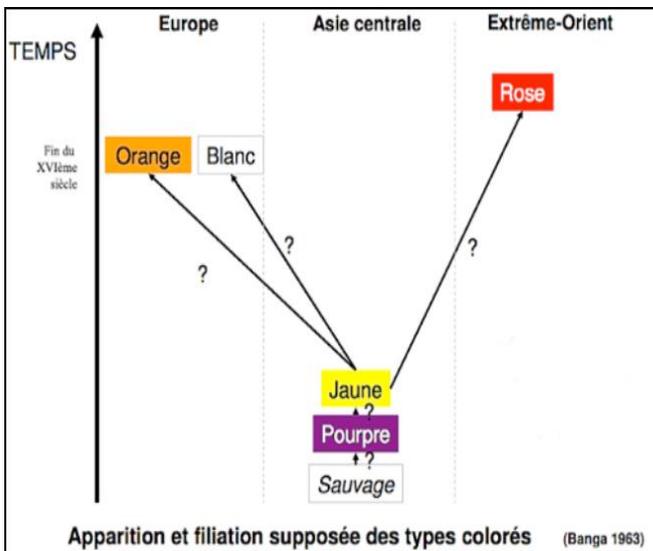
La carotte est une plante de la famille des Apiacées dont la forme sauvage (*Daucus carota*) est de petite taille avec une racine blanche, ligneuse et filandreuse, désagréable au goût. De manière empirique ou volontaire, l'Homme a conservé au fil du temps les carottes de couleur orange. L'Homme a ainsi domestiqué la carotte.

**On cherche à comprendre comment l'Homme a domestiqué cette plante sauvage : quelles ont été les caractéristiques sélectionnées ? Quelles sont les conséquences pour la plante ?**



**Formez des groupes de 4 et complétez le tableau proposé afin de comparer la carotte cultivée à la carotte sauvage et mettre ainsi en évidence les caractéristiques sélectionnées par l'Homme.**

**Document 1 : Carotte sauvage (haut) et cultivée (bas)**



**Document 2 : Histoire de la carotte**

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la carotte n'a pas toujours été orange : à l'époque des romains la carotte était déjà consommée et cultivée mais essentiellement sous une forme blanche, et au Moyen-âge, les variétés de carottes étaient blanches ou pourpres. C'est seulement à la fin du XVIème siècle, que la carotte orange fait son apparition. Elle aurait été créée par croisement (**hybridation**) par des horticulteurs hollandais en l'honneur de la famille de Guillaume d'Orange qui gouvernait le pays à l'époque.

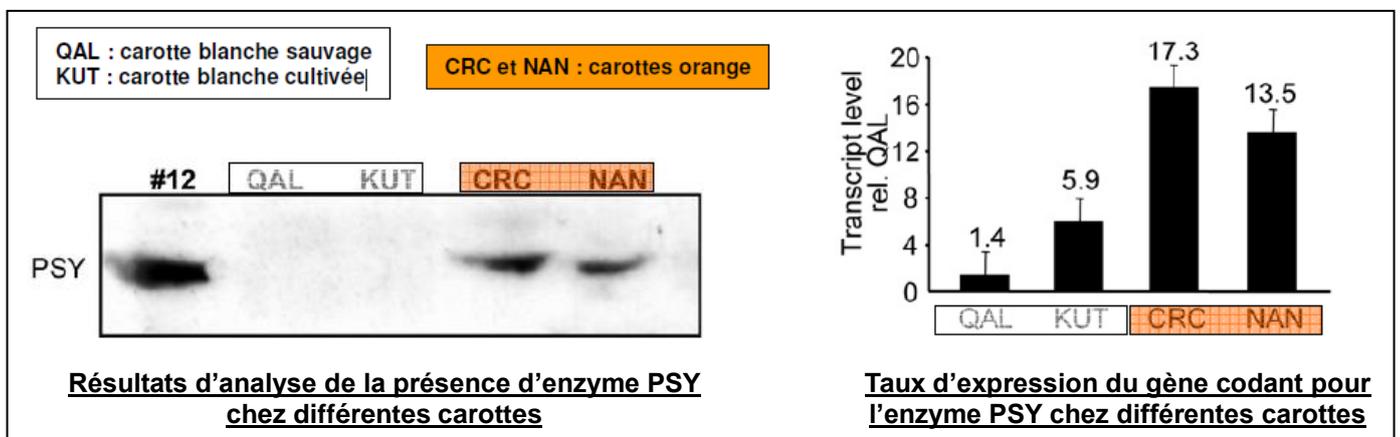
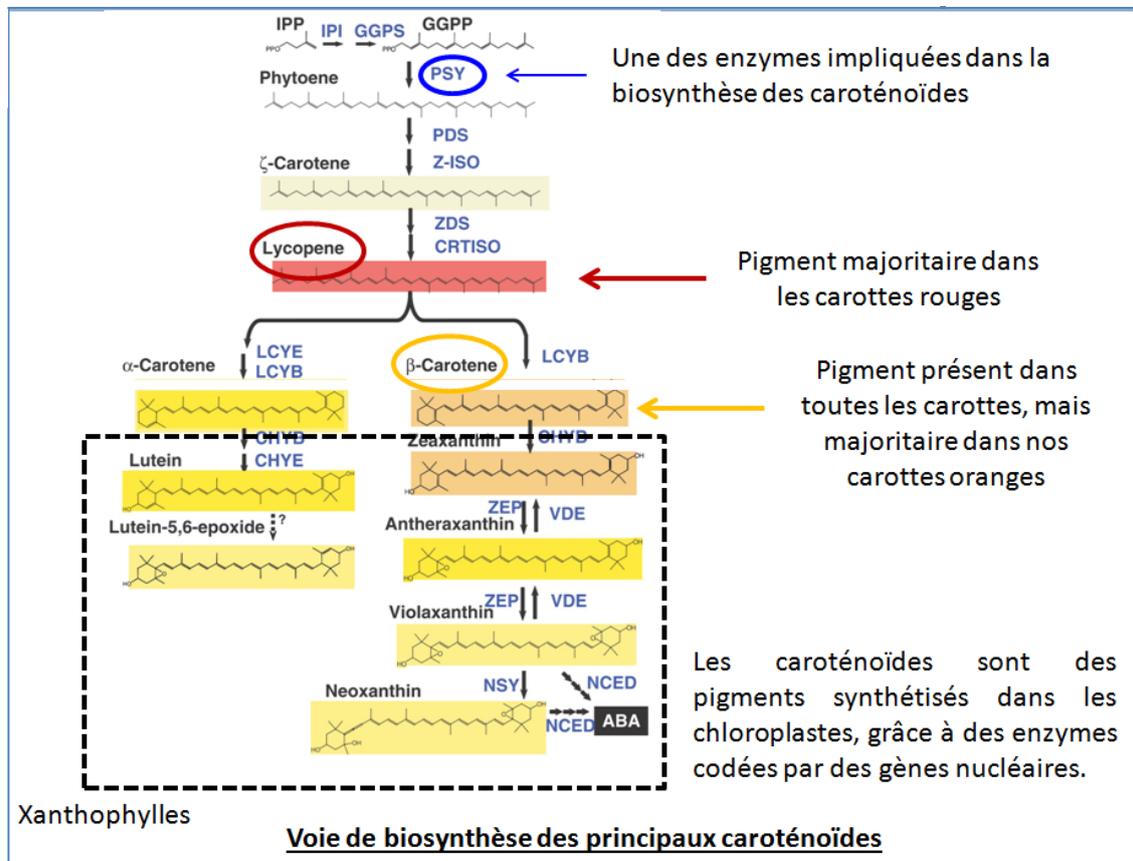
La réalisation d'hybridations se fait grâce à des pollinisations croisées entre le pollen d'une variété intéressante de carotte et le pistil (contenant l'ovule) d'une autre variété présentant d'autres caractéristiques intéressantes. Le but étant d'obtenir un hybride possédant les caractéristiques intéressantes des deux parents. De nombreux essais de croisement (et sur plusieurs générations) sont nécessaires pour obtenir la variété désirée.

**Document 3 : Protocole de réalisation d'une chromatographie**

Matériel	Dispositif	Protocole de la chromatographie
<p><b>Matériel biologique :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- carotte orange cultivée</li> <li>- carotte sauvage</li> </ul> <p><b>Matériel pour chromatographie :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- agitateur,</li> <li>- 1 bande de papier Wattman,</li> <li>- règle, crayon à papier,</li> <li>- crayon à verre ou feutre effaçable,</li> <li>- chronomètre,</li> <li>- 1 éprouvette (ou équivalent),</li> <li>- 1 bouchon avec crochet de suspension,</li> <li>- 1 cache noir pour éprouvette,</li> <li>- solvant à chromatographie</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tracer au crayon une ligne de dépôt à environ 35 mm du fond.</li> <li>- Noter 2 points pour les dépôts</li> <li>- La tache de pigments doit être aussi petite et foncée que possible. Pour cela <b>écraser</b>, à l'aide d'un agitateur, un fragment de carotte à l'emplacement prévu. <b>Répéter l'opération 5 fois</b>, sur le même emplacement, en renouvelant le morceau de carotte.</li> <li>- <b>Suspendre</b> dans la cuve et mettre à l'obscurité.</li> </ul> <p><b>Durée de la migration : 20 à 30 minutes.</b></p>

**Migration des différents pigments végétaux :** les différents pigments végétaux n'ont pas la même solubilité dans le solvant de chromatographie. Le pigment le moins soluble est la **chlorophylle B** (couleur vert-jaune). Vient ensuite la **chlorophylle A** (vert bleu), puis les **Xanthophylles** (jaune). Enfin, les **caroténoïdes** (orange) sont les plus solubles.

**Document 4 :  
Voie de biosynthèse des caroténoïdes et expression des enzymes associées chez les différentes carottes.**



**Document 5 : Caractéristiques de la lignine et protocole de coloration**

La lignine est une macromolécule présente chez les végétaux à fleurs dont la principale fonction est d'apporter de la **rigidité**, mais aussi une **impermeabilité à l'eau** et une **grande résistance à la décomposition**. Un organe riche en lignine est ainsi très résistant. Une présence importante de lignine dans les parois du xylème **facilite de plus le transport de l'eau** (caractéristique primordiale pour une racine). Mais la lignine sert également de **protection contre les attaques microbiennes** des végétaux.

**Protocole de coloration de la lignine :**

- **Réaliser** des coupes fines de carotte d'épaisseur d'environ 2 mm.
- **Immerger** ces coupes de racines de carotte **15 à 20 minutes** dans la solution de **phloroglucine**
- Les **immerger 5 minutes** dans l'**acide chlorhydrique** qui révèle la coloration rouge des tissus lignifiés.

**Document 6 : Importance des carotènes dans l'alimentation humaine**

L'organisme peut transformer en vitamine A certains caroténoïdes provenant des végétaux en particulier le β-carotène. La vitamine A est un nutriment essentiel au maintien de la santé oculaire : une carence en vitamine A entraîne une maladie oculaire qui peut conduire à la cécité (perte de la vue). Actuellement, 350 000 enfants perdent la vue et 2 millions d'enfants meurent chaque année en raison d'une carence en vitamines A. 30% des cas de cécité dans le monde sont causés par une carence en vitamines A, ce qui en fait la plus importante cause évitable de cécité infantile.

## Tableau de comparaison de la carotte sauvage et de la carotte cultivée

Caractéristiques		Carotte sauvage	Carotte cultivée orange
Echelle macroscopique	Appareil caulinaire (tige et feuille)		
	Appareil racinaire		
Moléculaire	Teneur en lignine		
	Teneur en pigments		
	Enzymes de biosynthèse des caroténoïdes		
Génétique	Expression des gènes impliqués dans la synthèse des caroténoïdes		
Caractéristiques intéressantes pour la survie dans le milieu naturel			
Caractéristiques intéressantes pour l'Homme (= caractéristiques ayant été sélectionnées)			



> Questions 1 à 5 p 251.

> A l'aide des informations ci-dessous et du livre p 250, réalisez un schéma expliquant la mise au point du riz doré.

**Précisez les limites de cette nouvelle espèce.**

Comme la carotte pousse difficilement dans les zones équatoriales et tropicales, on a cherché à développer un riz enrichi en carotène, le riz étant l'aliment de base de nombreuses populations. On a donc utilisé les techniques de la transgénèse, créant un riz PGM, le **riz doré**.

Pour faire fabriquer au riz le carotène à partir d'un précurseur, on a greffé sur le génome du riz trois gènes, deux d'une autre plante et un de bactéries. Le problème, c'est qu'une partie de la chaîne biochimique est détournée au profit de la synthèse du carotène. De ce fait, un facteur de croissance comme la gibberelline est en plus faible quantité, limitant la croissance de la plante. Actuellement, le riz doré n'est toujours pas commercialisé.

Le bêta-carotène qui, une fois assimilé dans le corps humain se transforme en vitamine A, existe naturellement dans l'enveloppe du riz mais pas dans sa partie comestible c'est-à-dire l'albumen. L'enveloppe du riz étant éliminée de manière à améliorer sa conservation, les grains consommés ne contiennent plus de bêta-carotène.

Par l'introduction de trois gènes dans du riz, des chercheurs allemands ont réussi à restaurer dans l'albumen une voie de biosynthèse du bêta-carotène à partir de son précurseur : le GPP. Le bêta carotène alors synthétisé colore les grains en jaune, d'où le surnom de "riz doré". Cependant les teneurs obtenues jusqu'à présent ne fourniraient pas aux populations démunies en vitamine A, les quantités de bêta carotène qui leur seraient nécessaires. Mais, les effets de carences plus ou moins prononcés pourraient être sensiblement allégés.

Le génome du riz doré contient trois gènes codant la synthèse d'enzymes impliquées dans la chaîne de biosynthèse du bêta carotène à partir du GPP à savoir :

- deux gènes de jonquille qui permettent la fabrication des enzymes 1 et 2 ;
- un gène de bactérie qui permet la fabrication de l'enzyme 3.

La chaîne de biosynthèse du bêta carotène :

GPP  $\xrightarrow{\text{Enzyme 1}}$  Produit intermédiaire A  $\xrightarrow{\text{Enzyme 2}}$  Produit intermédiaire B  $\xrightarrow{\text{Enzyme 3}}$  Bêta - carotène

Le GPP, naturellement présent dans le riz, permet à la cellule de fabriquer un certain nombre de molécules dont la vitamine E, des chlorophylles, et de l'acide gibbérellique (substance favorisant la croissance végétale). La fraction du GPP, qui dans le riz doré sera utilisée pour fabriquer du bêta carotène, ne sera plus disponible pour la synthèse des autres molécules dont il est également le précurseur. Autrement dit, il est probable que le riz doré, qui fabrique du bêta-carotène, fabrique moins de vitamine E, et que les rendements obtenus avec ce riz transgénétique soient nettement diminués en raison d'une synthèse amoindrie de chlorophylles et d'acide gibbérellique.