

TP1 : un « légume-racine
domestiqué :
l'exemple de la Carotte





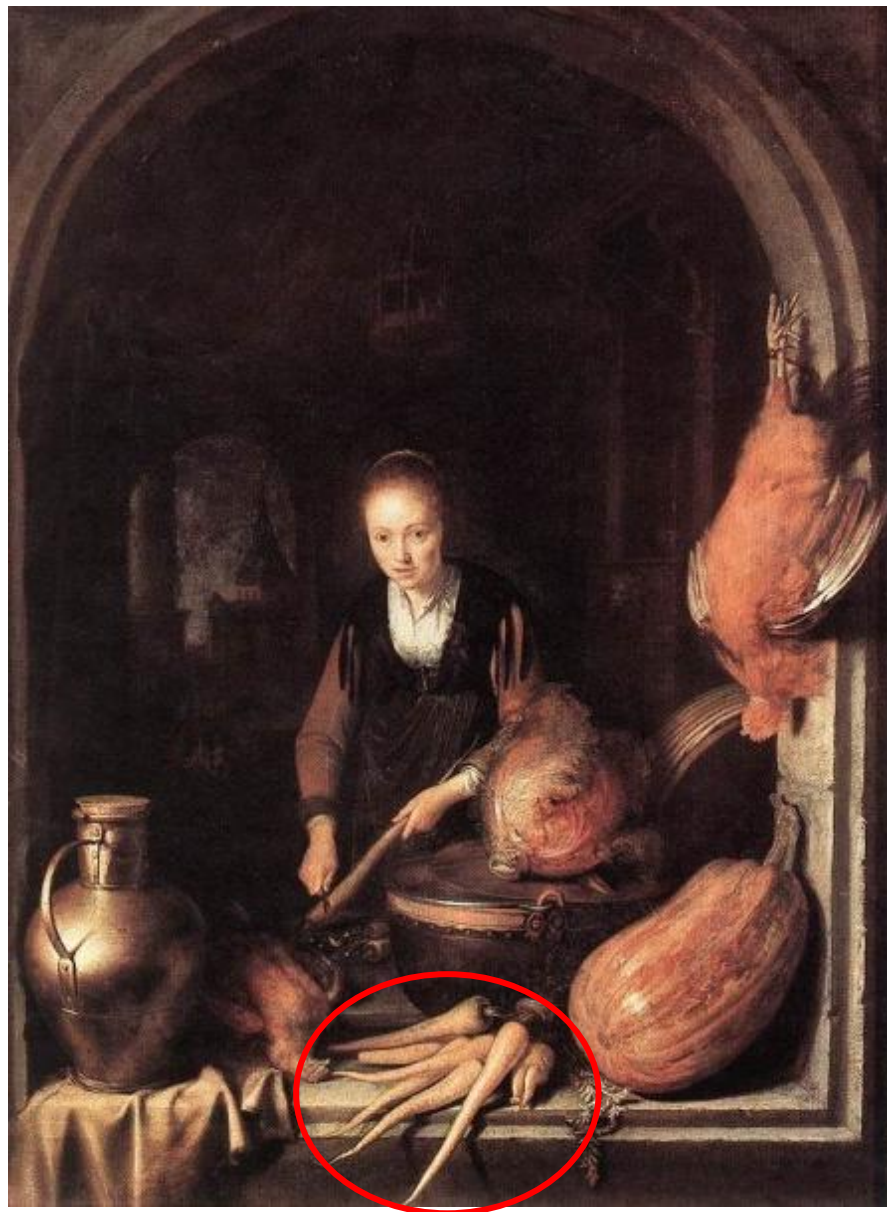
Carottes
blanches

Pieter Aertsen: *La Greengrocer*, 1567



Carottes
blanches

Van Kessel : *Légumes* (XVIIe siècle) – Musée d'Anvers



Carottes orange

Gerrit Dou (1613 – 1675) : *Femme pelant des carottes*
À partir du XVIIe s., les carottes orange sont prédominantes.

La Carotte : un légume-racine



Quel a été le « syndrome de domestication » ?

La couleur : la plus répandue est orange

La carotte sauvage



Une carotte cultivée : la carotte nantaise

MOROT, DAUCUS CAROTA L.

Ces carottes ont-elles les mêmes qualités ?



Panais



TP 1 : Une plante « légume-racine » domestiquée : la carotte

Des caractères sélectionnés et conservés :

Étape 1 : Concevoir une stratégie pour résoudre un problème scientifique (10 mn)

Proposez une démarche d'investigation permettant de déterminer si la carotte ou la panais cultivés par le maraîcher possèdent les mêmes particularités que celles observées chez la carotte « nantaise ».

- la **couleur** (la plus répandue est orange)
- la **tendreté** : pas filandreuse, pas ligneuse
- la **saveur** : goût « sucré » (intérêt énergétique)
- la richesse en **caroténoïdes** (précurseur de la vitamine A)

ÉTAPE A1

Ce que je cherche: Nous voulons savoir si la carotte sélectionnée par ce maraîcher a **les mêmes qualités** que la carotte « nantaise », à savoir :

- est-elle aussi **tendre** ?
- est-elle riche en « **sucres** » ? (énergie et goût)
- est-elle riche en **carotène** (précurseur de la vitamine A).

Comment je fais : Nous procédons à des **tests comparatifs** sur la variété sélectionnée et la carotte nantaise :

- **Test de la tendreté** pour mettre en évidence la densité des vaisseaux conducteurs et donc la présence de **lignine**.
- **Test à la liqueur de Fehling** pour mettre en évidence la présence de sucres
- Réalisation d'une **chromatographie** pour mettre en évidence la présence de **caroténoïdes**.

Je m'attends à : Si la variété sélectionnée est apte à la consommation alors :

- Ses **vaisseaux conducteurs** doivent contenir **très peu de lignine** ; si tel est le cas, la carotte ne sera pas filandreuse.
- elle doit être **riche en sucres** comme le saccharose, **glucose** et **fructose**.
- elle doit contenir des **caroténoïdes**, molécules précurseurs de la vitamine A.

Étape 1 : Concevoir une stratégie pour résoudre un problème scientifique (10 mn)

- la **tendreté** : pas filandreuse, pas ligneuse



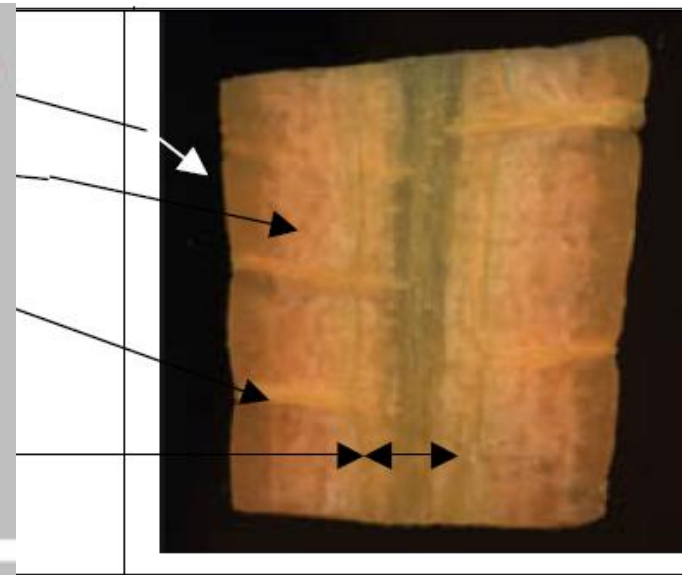
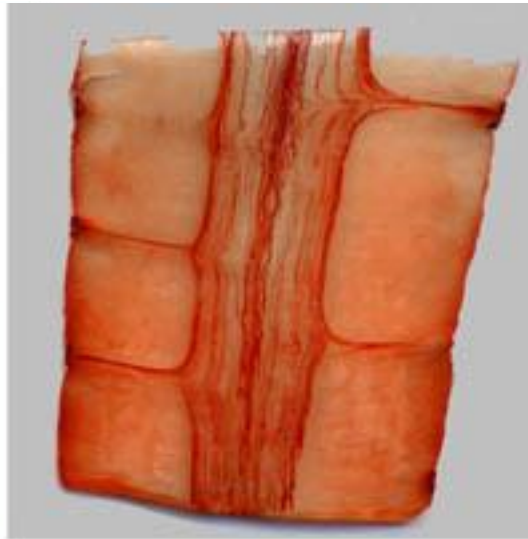
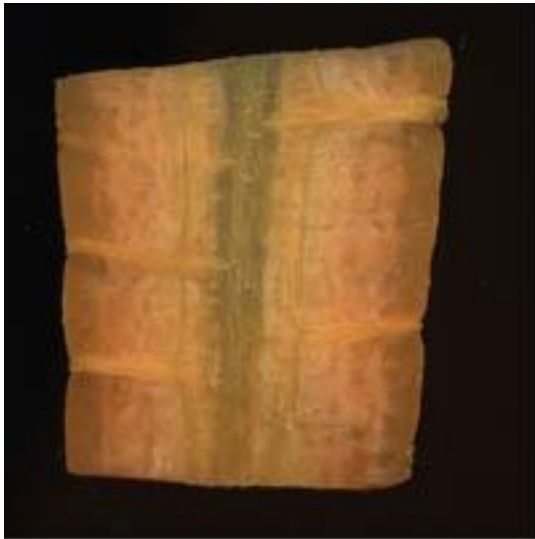
Protocole de **coloration de la lignine** pour vérifier son emplacement et son importance.

Je compare la carotte nantaise à la variété ancienne.

Je m'attends à trouver de la lignine dans le cylindre central c'est-à-dire là où sont concentrés les vaisseaux conducteurs de sève.

Si il y a beaucoup de lignine j'en déduirais que la variété ancienne est moins tendre que la carotte nantaise.

- la **tendreté** : pas filandreuse, pas ligneuse



Dans les racines, les **vaisseaux conducteurs** se trouvent dans le **cylindre central**

Étape 1 : Concevoir une stratégie pour résoudre un problème scientifique (10 mn)

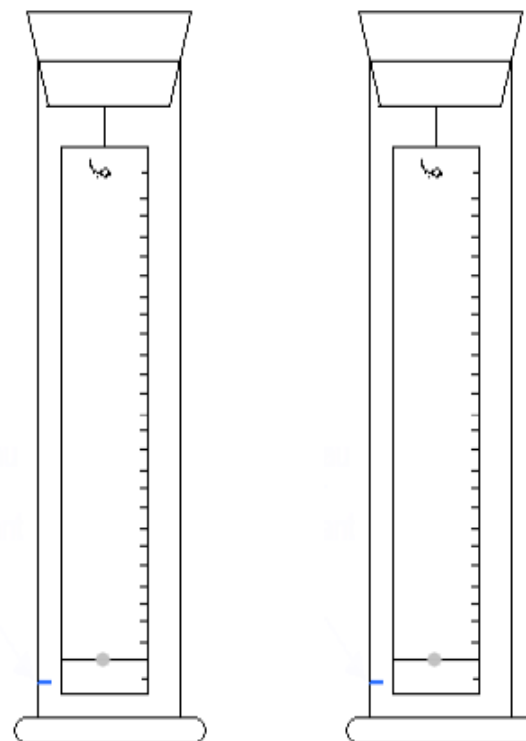
- la richesse en **caroténoïdes** (précurseur de la vitamine A)

Protocole de **chromatographie** pour séparer les **pigments**.

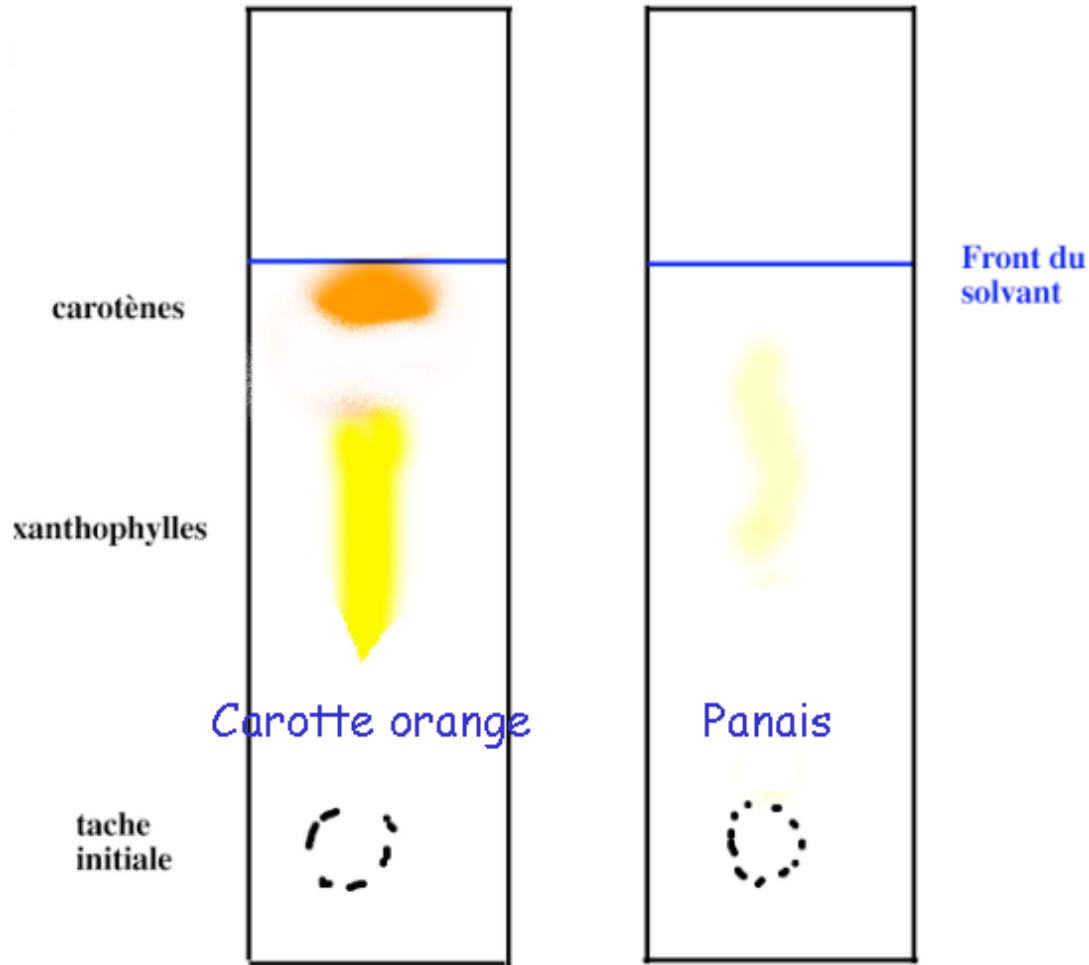
Je compare la carotte nantaise (*témoin*) à la variété ancienne : qualité / quantité des pigments.

Si le « profil chromatographique » est identique alors je pourrai affirmer que la variété cultivée a les mêmes propriétés que la carotte nantaise.

Carotte nantaise Autre variété



Résultats des tests de chromatographie



Comparaison entre la carotte cultivée et le Panais, un autre légume-racine

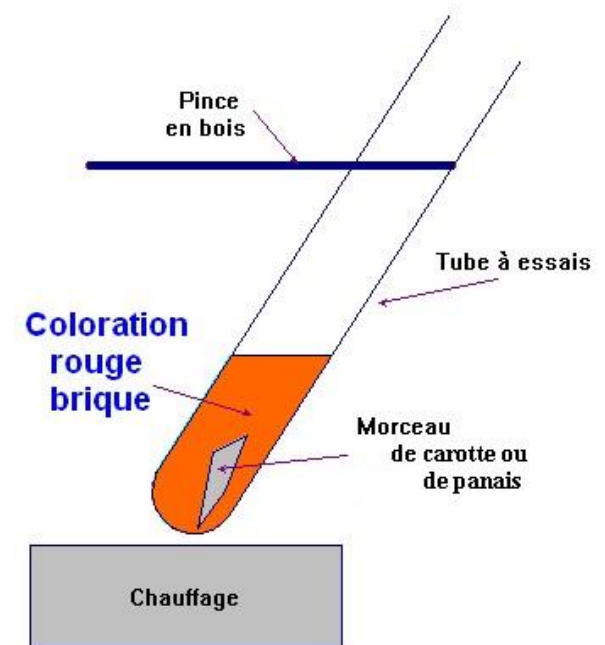
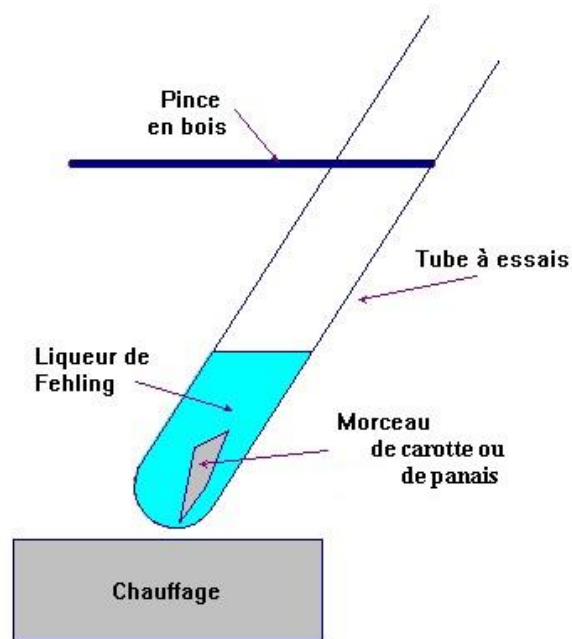


Résultats d'élèves

Étape 1 : Concevoir une stratégie pour résoudre un problème scientifique (10 mn)

- la saveur : goût « sucré » (intérêt énergétique)

Si précipité « rouge-brique » → Présence de **sucres réducteurs**



La présence de pigments conditionne la couleur de la racine



Surles *et al.* 2004
Sun *et al.* 2009

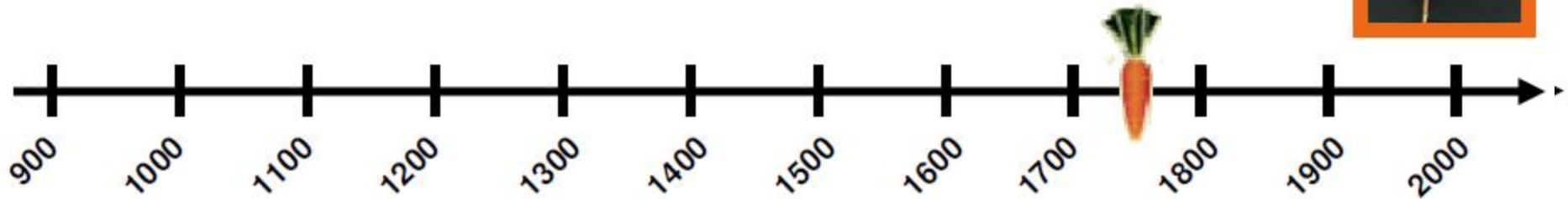
Caroténoïdes	lycopène			++++	
	β -carotène	+	+++++	++	+
	α -carotène		++++		
	lutéine	+	+	+	+
Anthocyanes					++++

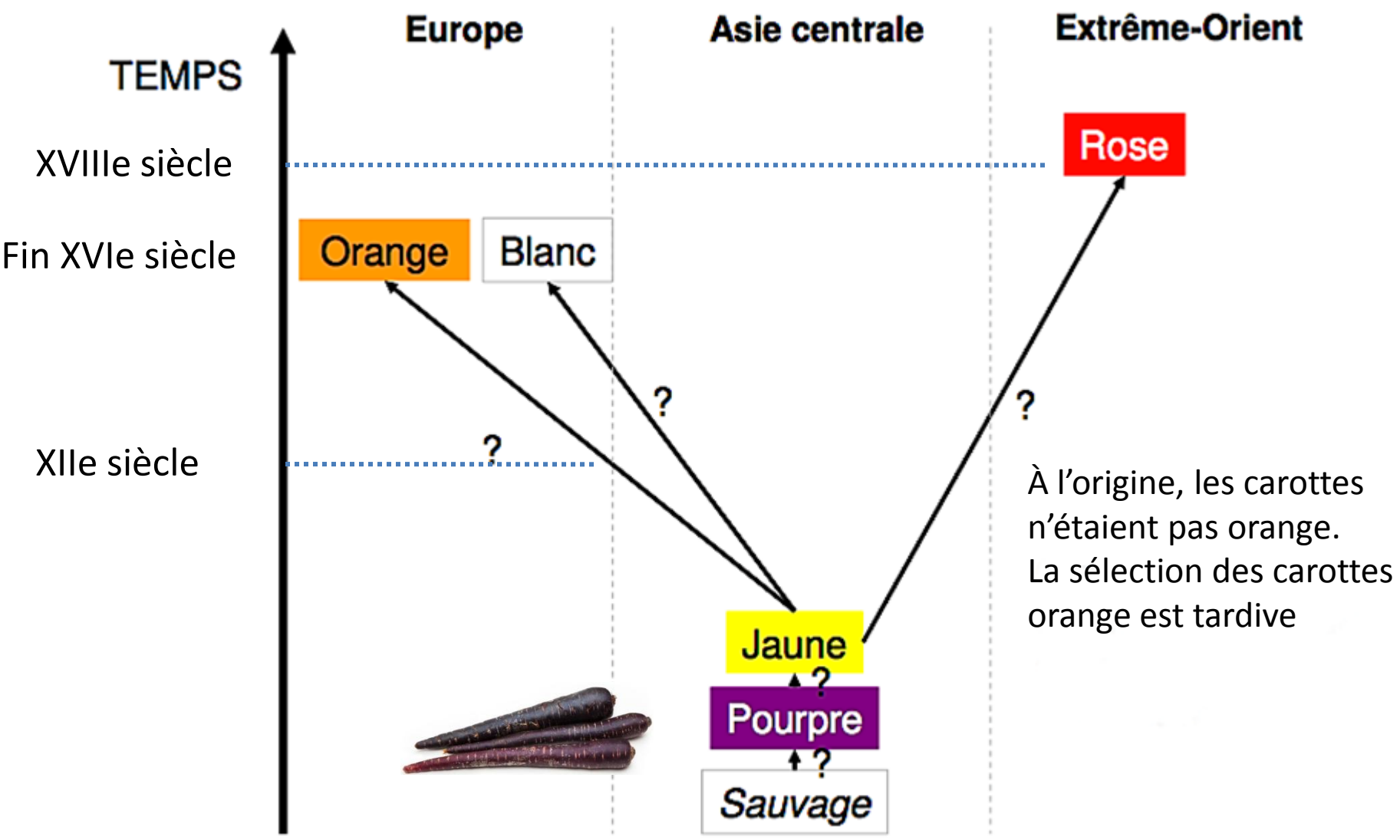
Comment cette diversité est-elle apparue ?

Cette variabilité de couleur est le fruit d'une
histoire de sélection pour ce caractère



Foyer de domestication (Cf. définition
dans le cours): Afghanistan



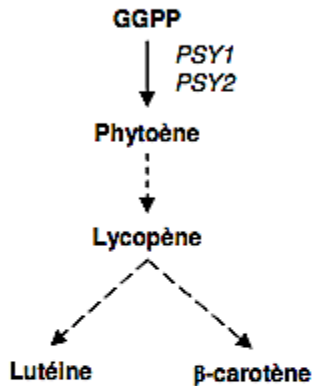


Apparition et filiation supposée des types colorés (Banga 1963)

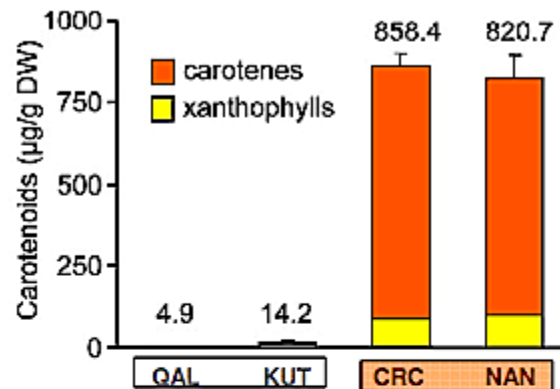
Sujet 2 (BAC) – L'origine de la couleur orange des carottes cultivées

QAL : carotte blanche sauvage
KUT : carotte blanche cultivée

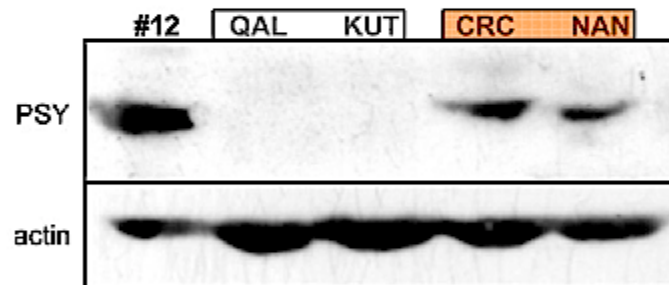
CRC et NAN : carottes orange



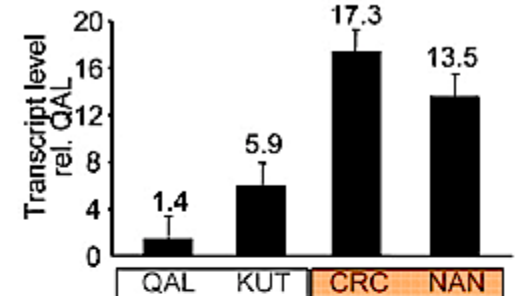
B. Carotenoid content



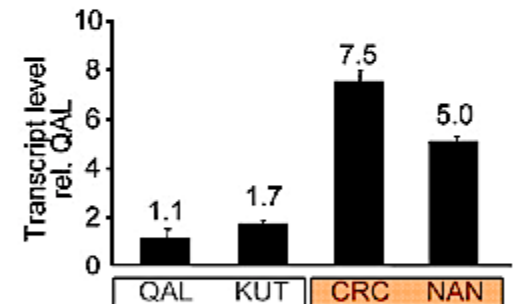
C. Western blot analysis



D. *DcPSY1* transcript levels



E. *DcPSY2* transcript levels



Maass et al. 2009

Carotte blanche : faibles niveaux d'ARNm pour les gènes *PSY1* et *PSY2* – absence de l'enzyme PSY
Carotte orange : niveaux élevés d'ARNm pour les gènes *PSY1* et *PSY2* – présence de l'enzyme PSY

La sélection s'est-elle exercée sur *PSY1* et *PSY2* ? Ou sur un facteur de transcription de ces gènes ?
Pas encore de réponse.

Échelle	Caractéristiques	Carotte blanche sauvage	Carotte orange cultivée
Générale	Appareil caulinaire	Feuilles finement divisées	Feuilles finement divisées
	Appareil racinaire	<ul style="list-style-type: none"> • Racine pivot • Grêle • Blanc-beige • Ligneuse 	<ul style="list-style-type: none"> • Racine pivot • Très développé • Orange • Souple et « juteuse »
Moléculaire	Teneur en carotène	Réduite	Importante (Béta carotène essentiellement)
	Synthèse des caroténoïdes : enzyme PSY	Absente	Présente
Données génétiques	Synthèse des caroténoïdes		<ul style="list-style-type: none"> • De nombreux gènes participent à la synthèse des caroténoïdes chez la carotte. Ils sont disposés sur différents chromosomes. • 2 gènes codent pour l'enzyme PSY : le gène PSY1 sur les chromosomes 3 et le gène PSY2 sur les chromosomes 8. • Les séquences peptidiques de ces 2 gènes présentes 47,8% d'identité : ces gènes sont apparentés.
		<ul style="list-style-type: none"> • Les gènes PSY1 et PSY2 sont présents mais s'expriment très peu. 	<ul style="list-style-type: none"> • les gènes PSY 1 et 2 s'expriment beaucoup.

Les caroténoïdes : des pigments importants



Photosynthèse

Pigments accessoires

Photoprotecteurs de la chlorophylle



Santé de l'homme et des animaux

Précurseurs du rétinol (vitamine A)

☞ vision

Pigments maculaires

☞ Protection contre la dégénérescence maculaire

Molécules antioxydantes

☞ Prévention de certains cancers et maladies coronariennes



Economie

Colorants alimentaires (volailles, poissons) et industriel

Facteurs de segmentation du marché pour la couleur

Les caroténoïdes comme colorants alimentaires



Alimentation riche en caroténoïdes



Chair de volaille
Oeufs

+ lutéine
+ zéaxanthine



Saumon sauvage

Saumon d'élevage,
nourri avec une
alimentation pauvre
en caroténoïdes

+ canthaxanthine
+ astaxanthine