



LES CRITÈRES DE SÉLECTION DE VARIÉTÉS DE CAROTTE

Dossier technique



*Semences
d'ici*

ÉDITION : LES MAREQUIERS ASBL

VERSION : NOVEMBRE 2025

AUTEURE : FANNY LEBRUN

RELECTURE : LAURENT MINET

CRÉDIT PHOTO : FANNY LEBRUN (sauf indication différente)

Remerciements : Je souhaite exprimer ma reconnaissance à l'ensemble des personnes ayant contribué, par leur engagement, au bon fonctionnement de la coopérative Cycle en Terre. L'activité menée par celle-ci durant plus de dix années a joué un rôle déterminant dans la collecte et la mise à disposition des données utilisées dans le cadre de ce travail.

Financement : Ce document est financé par l'Union européenne dans le cadre du Plan national pour la reprise et la résilience, avec le soutien de la Wallonie.



Financé par
l'Union européenne
NextGenerationEU



Droits de licence : CC BY-ND 4.0.

Méthodologie et sources : ce document combine une approche empirique fondée sur 10 années d'expérience professionnelle dans la gestion d'entreprise et la filière semencière (production, triage et commercialisation) au sein de la coopérative Cycle en Terre, avec une synthèse de la littérature technique existante.

Les observations et analyses issues de cette expérience pratique constituent des données empiriques complémentaires aux références bibliographiques, lesquelles sont systématiquement citées. Cette approche mixte permet de croiser connaissances théoriques et retour d'expérience terrain.

Semences d'Ici : Semences d'ici est un projet qui a pour but de favoriser la production de semences et la sélection de variétés potagères en Wallonie et en Belgique, avec une affinité pour l'agriculture biologique. Le projet a été initié par l'ASBL Les Marequiers et regroupe aujourd'hui les partenaires suivants : Hortiforum asbl qui dépend du Centre Technique Horticole de Gembloux, le CRA-W, Sytra, une équipe de l'UCLouvain, Biowallonie et l'ASBL Les Marequiers.

Les termes marqués d'un **astérisque (*)** sont définis dans le glossaire en fin de document. L'astérisque n'est indiqué que lors de la première occurrence du mot.

Pour tout commentaire ou toute suggestion, veuillez contacter : Fanny Lebrun — www.lesmarequiers.be



Table des matières

Introduction	4
1 Typologie des variétés	5
1.1 Variétés pour l'alimentation humaine	5
1.2 Variétés fourragères*	7
1.3 Variétés non destinées à l'alimentation	7
2 Critères de sélection	8
2.1 Caractères morphologiques	8
2.1.1 Racine	8
2.1.2 Le feuillage	13
2.2 Caractères agronomiques	14
2.2.1 Rendement	14
2.2.2 Précocité	14
2.2.3 Résistance aux maladies	15
2.3 Caractères commerciaux	15
2.3.1 Résistance à l'éclatement	15
2.3.2 Aptitude à la conservation	16
2.3.3 Qualité gustative	16
2.3.4 Qualité nutritive	16
2.4 Multiplication*	17
Conclusion	18
Bibliographie	19
Glossaire	21

Introduction

Historiquement, la Belgique, les Pays-Bas et la région parisienne ont joué un rôle majeur dans la sélection variétale de la carotte. Ce sont les horticulteurs qui, en s'appuyant sur l'évolution des technologies de culture et sur l'apparition de nouveaux débouchés commerciaux, ont mis au point de nouvelles variétés* (Schilperoord, 2022).

Aujourd'hui, la sélection de variétés de carotte en Belgique reste tout à fait indiquée, dans l'objectif d'adapter la variété aux conditions de culture de notre territoire. Cela, malgré les conditions climatiques non optimales pour la production de semences commerciales. En effet, la plante peut être facilement multipliée sous tunnel et la création variétale n'a pas les mêmes objectifs de rentabilité que la production de semences (Schilperoord, 2022).

Or la création variétale commence par l'observation des caractères d'une variété. De premier abord, une carotte ressemble à une autre. Cependant, en accordant une attention particulière à chaque racine, il est possible de commencer à distinguer un grand nombre de différences entre les variétés, de même qu'entre les individus d'une même variété. L'évaluation d'une variété de carotte est une compétence qui s'acquiert par l'expérience. Elle peut être accélérée grâce à la connaissance des différents critères de sélection, qui sont documentés dans la littérature.

L'objectif de ce document est de rendre ces informations accessibles à l'ensemble des personnes qui ne sont pas actives professionnellement dans le secteur de la sélection mais qui sont intéressées par ce sujet. Cela peut être notamment pour mieux appréhender les enjeux liés à la sélection, pour maîtriser davantage le choix variétal en maraîchage, ou pour servir de base à des programmes participatifs ou informels de sélection variétale sur notre territoire.

Au-delà de ces motivations personnelles, l'appropriation des connaissances relatives à la sélection par les acteurs de la filière est une étape précieuse dans le développement de notre autonomie alimentaire.

Concrètement, ce dossier présente une typologie des variétés et détaille ensuite les caractères qui peuvent être choisis comme critères de sélection pour la carotte. On distingue les caractères morphologiques, agronomiques et commerciaux.

1. Typologie des variétés

Les variétés de carottes se distinguent au niveau de nombreux critères, et peuvent être classées en catégories selon leurs utilisations et leurs caractéristiques. La typologie présentée ci-dessous se base sur les utilisations pour lesquelles elles ont été sélectionnées.

Sur le site du « Community Plant Variety Office », 2658 variétés de carottes sont enregistrées en décembre 2024 (Community Plant Variety Office, 2024). Presque 90 % des variétés inscrites au catalogue européen en 2006 étaient hybrides (source ? Welbaum ?). En 2000, 60 % des carottes produites dans le monde étaient hybrides (Geoffriau & Simon, 2021).

Aux États-Unis, le type Imperator est très répandu : racine longue (20 à 30 cm) et dure, riche en terpénoïdes. C'est une variété qui est originaire d'une hybridation entre les variétés Nantaise et Chantenay. Elle a été mise sur le marché dans les années 1920. Ce sont des variétés qui ont d'excellentes capacités de stockage et qui sont résistantes aux chocs, donc conviennent pour être récoltées mécaniquement et transportées sur de longues distances. Il existe beaucoup de variétés F1 sur le marché américain (Welbaum, 2024).

En Asie (Japon, Chine, Corée, Inde), le type « Kuroda » est apprécié. Les carottes ont une forme cylindro-conique boutée, une couleur orange-rouge, elles sont plutôt courtes (20 cm) et à chair peu sucrée. Ce sont des carottes à peau fine. Elles sont consommées via le marché du frais, la transformation et la production de jus. Ce sont des variétés qui sont sensibles à la montaison* (Welbaum, 2024).

En Europe, il existe différents types de variétés cultivées. Les Italiens préfèrent les variétés de forme longue et cylindrique, contrairement aux Néerlandais qui ont l'habitude de carottes larges et coniques (Pitrat & Foury, 2015).

Voici une description des principaux types de variétés présents sur le marché européen.

1.1 Variétés pour l'alimentation humaine

On distingue plusieurs types de variétés dédiées à l'utilisation humaine, synthétisées au sein du Tableau 1 (Boué, 2021; Doré & Varoquaux, 2006; UPOV, 2023; Welbaum, 2024).

Tableau 1. Typologie des variétés de carottes, selon leurs utilisations et leurs caractéristiques.

Type de variété	Utilisation	Caractéristiques
Nantaise	Marché du frais : variétés primeurs* ou de garde*	Racine orange foncé sans collet* vert, de 18 à 23 cm de long et de 2,5 à 4 cm de diamètre (tailles moyennes). Ce dernier est uniforme tout du long de la longueur : ce sont des carottes cylindriques. Peau lisse, racine à extrémité boutée, à goût sucré et ayant un cœur* plus rougeâtre que la demi-longues nantaise « non améliorée ». Largeur de couronne* moyenne, port demi-dressé, feuilles moyennement divisées. Petit cœur. Tendance moyenne à la montaison. Variétés renommées pour leur saveur* et leur qualité gustative. Tendance à éclater en cas de chocs lors de leur manipulation. Regroupe des variétés précoces, mi-tardives et tardives. Les variétés « demi-longues nantaises améliorées » sont un peu plus courtes : de 15 à 20 cm de long.
Amsterdam	Primeur Carottes botte Mélanges « petits pois/carotte » appétisés ou surgelés Transformation	Carotte précoce de 12 à 16 cm de long. Couronne étroite, feuilles courtes finement divisées, racines étroites et longues, très grand rapport longueur sur largeur. Forme longitudinale rectangulaire étroite, très petit diamètre du cœur et faible partie de la racine dépassant du sol. Tendance à la montaison moyenne.
De Colmar ou De Flakkee (Figure 1)	Marché du frais Transformation (dont macédoines de légumes) Conservation	Carottes de 20 à 25 cm de long. Grosses racines à forme conique, sélectionnées pour les sols lourds. Collet droit, forte anneau de la surface, extension moyenne de la coloration verte de la peau du collet, grand cœur. Rustique, bon rendement. Voir Figure 1. Longues feuilles.

Type de variété	Utilisation	Caractéristiques
Berlicum	Variété de garde* Transformation Production de jus	Longueur des racines de 20 à 25 cm. Variété de saison* à bonne capacité de conservation.
Chantenay	Transformation	Racine à collet large (jusqu'à 8 cm de diamètre), conique, de 15 à 20 cm de longueur. Conviennent bien en sol lourd.
Danvers	Transformation	Carotte à forme conique de 15 à 20 cm de long et jusqu'à 5 cm de large au collet. Adaptée aux sols lourds.
Carottes de couleur	Diversification – marché du frais	Rouges, jaunes, blanches, violettes : ces carottes ont aujourd'hui du succès. Il existe des variétés hybrides du type Imperator et de type Nantaise.
Marché de Paris (Figure 2)	Elles ne sont plus très utilisées aujourd'hui en raison de leur faible rendement, mais ont été très utilisées dans les années 1970 sous châssis.	Très courtes et de 5 cm de diamètre, elles sont précoces. Carottes qui conviennent aux sols peu profonds mais sont sensibles à l'éclatement en cas d'humidité trop variable. Il existe quelques variétés plus modernes.



Figure 1. Carotte De Colmar ou De Flakkee.



Figure 2. Carotte Marché de Paris.

Il est également possible de classer les variétés selon leur époque de production : cela est présenté au sein du Tableau 2 (Rey et al., 2017).

Tableau 2. Typologie des variétés selon leur époque de production.

Type	Saison de semis	Saison de récolte	Nombre de jours (Le Guide Bio du MARAÎCHER, 2025)
Primeur* (sous abri)	D'octobre à novembre et de janvier à février	D'avril à fin juin	De 90 à 100 jours
Saison	De février à mars	De mi-juin à mi-septembre	n.d. ¹
Conservation/de garde	Entre avril et juillet	D'octobre à mai	De 115 à 150 jours

¹ n.d. : non déterminé.

Welbaum classe quant à lui les variétés de carottes en types principaux, décrites au sein du Tableau 3 (2024).

Tableau 3. Typologie des variétés selon leur période de récolte et leur longueur.

Type	Exemples de variétés
Carottes de début de saison à racines courtes : anciennes variétés à racines courtes, production en 50 à 60 jours.	Oxheart Marché de Paris Nantaise à forcer Amsterdam à forcer
Carottes de saison, de longueur moyenne pour le marché du frais et de la transformation. Production en 60 à 75 jours.	Berlicum Flakkee Autumn King (type de Flakkee) Danvers Royal Chantenay
Carottes à longues racines . Production en 60 à 75 jours. Un sol profond limono-sableux est préférable.	Imperator

1.2 Variétés fourragères*

Les carottes destinées à l'alimentation animale sont généralement blanches ou jaunes (Doré & Varoquaux, 2006).

1.3 Variétés non destinées à l'alimentation

Ces racines sont utilisées pour l'industrie pharmaceutique qui en extrait du carotène* ou des oléorésines. Citons par exemple les variétés Jaune obtuse du Doubs et Blanche à collet vert (dont le collet dépasse fortement du sol) (Doré & Varoquaux, 2006).

2. Critères de sélection

La sélection en agriculture biologique attache une grande importance aux caractères de rusticité, de qualité gustative et d'adaptation à des terroirs particuliers (Rey et al., 2017). De nombreux autres caractères peuvent se révéler importants. Cette section tente de les inventorier de manière exhaustive.

Notons, à ce stade, la **différence essentielle entre un caractère et un critère de sélection**. Un **caractère** désigne une propriété observable ou mesurable d'un organisme, comme la couleur, la forme, la taille, la texture, la résistance à une maladie, etc. Par exemple, la couleur de la racine ou la forme de la feuille sont des caractères morphologiques. Un **critère de sélection** est un caractère (ou un ensemble de caractères) que le sélectionneur décide de prendre en compte dans son programme, car il est jugé pertinent pour un objectif déterminé (productivité, qualité, adaptation...). Les critères de sélection sont en général choisis parmi les caractères qui présentent une variabilité et un intérêt économique, agronomique ou qualitatif pour la filière.

Seul un nombre restreint de caractères peut être travaillé en même temps pour obtenir un résultat en création variétale. Or ce document présente un large ensemble de caractères : il sera donc nécessaire, lors du lancement d'un programme de sélection, de ne choisir que quelques caractères à améliorer. contexte pédoclimatique (comme la sclérotiniose*, les rongeurs ou la mouche de la carotte) (voir Figure 4).

2.1 Caractères morphologiques

Les critères morphologiques de la carotte se distinguent à deux niveaux de la plante : la racine, et le feuillage. Ces deux niveaux sont abordés ci-dessous grâce à la compilation de nombreuses ressources².

Pour aller plus loin, nous vous conseillons de consulter deux documents³ qui comportent de nombreuses illustrations autour des différents caractéristiques morphologiques de l'espèce.

2.1.1 Racine

La racine est la partie consommée. Les caractères morphologiques de celle-ci sont donc essentiels à de nombreux points de vue, qui sont abordés ci-dessous. Pour faciliter la compréhension des caractères, les Figure 3 et Figure 4 présentent les différents termes utilisés.

² (UPOV, 2023), (Rey et al., 2017), (Welbaum, 2024), (Breeding Carrots for Production, Resilience, Flavor and Fun in Organic Systems, 2022), (Doré & Varoquaux, 2006), (Navazio & McKenzie, 2014)

³ (UPOV, 2023), (Rey et al., 2017)

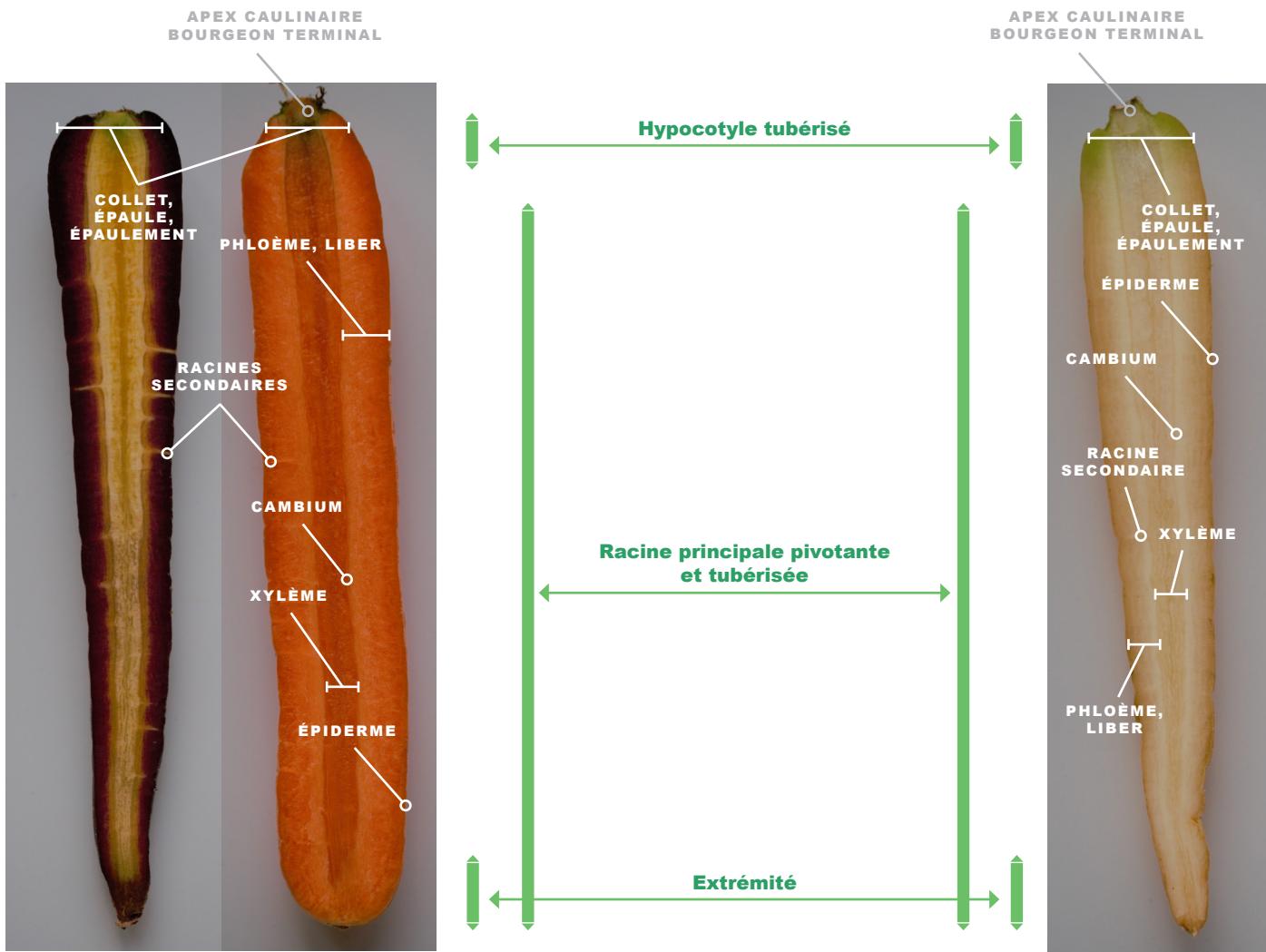


Figure 3. Morphologie de la carotte : coupes longitudinales.

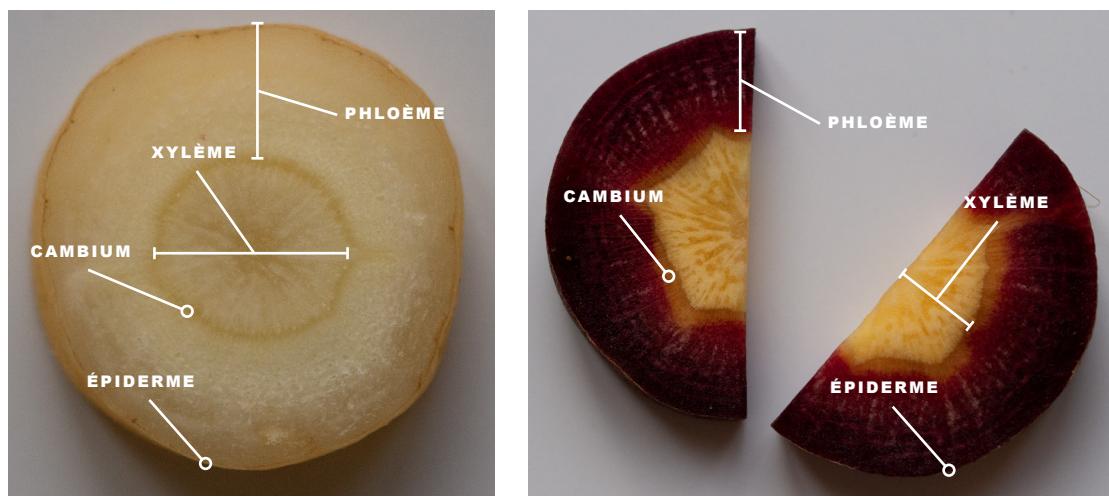


Figure 4. Morphologie de la carotte : coupes transversales.

COULEUR

LA COULEUR EXTERNE

La **couleur externe** de la racine est celle du cortex* (qui contient le phloème*). Elle peut être blanche, jaune, orange, rouge rosâtre, rouge ou pourpre. Les couleurs jaune, orange et rouge sont liées à des **caroténoïdes***, souvent classés en 2 catégories :

- **Carotènes***, comprenant notamment les : alpha-carotènes*, bêta-carotènes*, lycopènes* et bêta-zéacarotènes. Les carottes jaunes et orange contiennent principalement des alpha et bêta-**carotènes**. Les lycopènes se retrouvent principalement dans les carottes rouges ;
- **xanthophylles*** (ce sont des dérivés oxygénés de carotène), comprenant notamment la lutéine*, que l'on trouve dans les carottes jaunes.

La couleur pourpre est liée à des anthocyanines qui sont des **flavonoïdes***.

La couleur des carottes est liée à la qualité nutritive. Il est donc intéressant de sélectionner vers une intensité colorimétrique maximale (*Principles and Practices of Organic Carrot Seed Production in the Pacific Northwest*, 2010).

Les carottes blanches ne contiennent aucun des composants mentionnés ci-dessus et sont donc moins intéressantes nutritivement (L. Minet, communication personnelle, 2025).

LA COULEUR DU CŒUR

La **couleur du cœur**, c'est-à-dire de la stèle* (comprenant le xylème*), est généralement moins intense que la couleur du cortex (Rubatsky et al., 1999). En effet, le phloème est généralement plus riche en caroténoïdes que le xylème (Kjellenberg, 2007).

Une carotte idéale selon les standards variétaux a une couleur uniforme au sein de chaque organe (Rubatsky et al., 1999). Pour les carottes à cœur très réduit, on cherche généralement à avoir une couleur identique pour le xylème et le phloème (Schilperoord, 2022). Cependant certaines variétés ont un cœur de couleur différente et cela donne des résultats intéressants. Un exemple est illustré à la Figure 5. D'ailleurs certaines carottes Chantenay ont un cœur très jaune et elles sont malgré tout appréciées, probablement plutôt par une clientèle de circuit court (L. Minet, communication personnelle, 2025).



Figure 5. Carotte pourpre au cœur jaune.

LA PRÉSENCE D'ANTHOCYANES

La présence (ou l'absence) de **pigmentation anthocyanique*** sur la peau du collet est un caractère à observer.

Les anthocyanes* sont des **colorants** responsables de la **coloration pourpre ou noire** des carottes (Iorizzo et al., 2020; Kalia et al., 2023). Les carottes de ces teintes ont d'ailleurs un très haut taux **d'antioxydants**, ce qui en fait des légumes très intéressants nutritivement (Kalia et al., 2023). Fonctionnellement, les anthocyanes protègent les racines des ultraviolets et ne sont présents que sur quelques millimètres à la **surface** de celle-ci (L. Minet, communication personnelle, 2025). Notons que la présence d'anthocyanes dans la racine n'est pas liée à la couleur du feuillage (L. Minet, communication personnelle, 2025).

LA COLORATION VERTE

L'extension sur l'hypocotyle* et la racine tubérisée de **la coloration verte** de la peau du collet est un caractère important à considérer (illustration à la Figure 6). La couleur verte ne se limite pas à la surface de la carotte, contrairement

aux anthocyanes, et pénètre en profondeur à l'intérieur de la carotte. Cela est visible lorsque l'on coupe la racine en section longitudinale (illustration à la Figure 7).

La couleur verte des épaules de la carotte est un **caractère** phénotypique **polygénique** et partiellement **transmissible** d'une génération à l'autre. **L'exposition à la lumière** a une influence sur le verdissement des épaules des carottes (McCollum, 1971), dû à la présence de chlorophylle (L. Minet, communication personnelle, 2025). Or celle-ci se dégrade en de multiples composés aromatiques qui donnent **un goût trop prononcé** aux carottes par rapport aux attentes des consommateurs. Ce caractère est donc **non désirable** (McCollum, 1971; L. Minet, communication personnelle, 2025).

Les anciennes variétés « Géante jaune-orangé à collet vert » et « Blanche à collet vert » sont des exemples de carottes dont la couleur verte du collet est très développée. Pour ces variétés, la carotte croît en profondeur mais également en hauteur et c'est l'exposition de la partie supérieure à la lumière qui induit la couleur verte (Schilperoord, 2022). Une variété plus récente présentant cette caractéristique est la Jaune du Doubs (*Offre professionnelle Semences biologiques 2025*, 2025). Au sein de la plupart des variétés actuelles, la couleur verte du collet a été éliminée (L. Minet, communication personnelle, 2025).



Figure 6. Carottes jaunes. La carotte de droite comporte une extension de couleur verte sur la partie tubérisée, contrairement à la racine de gauche.

FORME

La forme de la racine peut être observée sous différents angles, à commencer par **la longueur**. Plus les racines sont longues, plus le **rendement** est élevé. Cependant, les racines d'une longueur supérieure à 30 cm ont tendance à **casser** lors de la récolte, c'est donc la longueur maximale visée en sélection (Welbaum, 2024). Par ailleurs, pour une même longueur, il y a des racines de **largeurs variables**. Une variété fixée se distingue par un **rapport défini** entre les 2 mesures.

La forme de l'épaulement (ou du collet) est caractéristique également. Il peut être **étroit, aigu, large, arrondi (concave) ou plat** (Arnaud, s. d.) (Boué, 2021) (Pitrat & Foury, 2015). Un collet convexe n'est pas idéal, car l'eau s'y accumule. Cela favorise notamment le Sclerotinia. La Figure 8 illustre deux formes d'épaulement différentes.



Figure 7. Carotte blanche à collet vert. La coloration verte pénètre à l'intérieur de la racine.

Pratiques culturelles

Au niveau des cultures, un léger buttage est conseillé pour éviter le verdissement (Conseil & Souillot, 2020). Un bon développement des fanes* permet également d'empêcher le verdissement (Palanisamy et al., 2009).



Figure 8. Différents épaulements.

Ensuite, la **forme en section longitudinale** peut être observée. Il semble que les variétés les plus **robustes** aient une forme **conique**, avec un fort épaulement. Les **carottes cylindriques** auraient besoin de conditions de culture plus spécifiques (Schilperoord, 2022). Sur la Figure 4, la carotte pourpre a une forme plutôt conique, contrairement à la carotte orange qui est cylindrique.

Les variétés coniques sont souvent assimilées à des carottes fourragères, plus vigoureuses, contrairement aux racines cylindriques comme les nantaises. Ces dernières sont sélectionnées dans des terrains parfaitement adaptés pour la carotte cultivée et ne subissent donc pas de pression de sélection pour résister à un terrain plus difficile (L. Minet, communication personnelle, 2025).

Le degré de conicité et l'ampleur de l'émoussement de l'extrémité de la racine sont deux facteurs essentiels pour caractériser une variété de carotte (*Principles and Practices of Organic Carrot Seed Production in the Pacific Northwest*, 2010). On parle d'extrémité **boutée** lorsqu'elle est bien arrondie (voir Figure 12).

Par ailleurs, il est nécessaire d'écarter les individus qui ont tendance à faire des **fourches** ou à **racine tordue**. Ces caractéristiques phénotypiques sont cependant fortement liées à l'influence de l'environnement.

La taille des annelures à la surface de la racine et l'absence de radicelles* sont des caractéristiques importantes également. Les sélectionneurs favorisent une surface lisse. Les annelures sont dues aux cicatrices des radicelles (racines secondaires) (*Principles and Practices of Organic Carrot Seed Production in the Pacific Northwest*, 2010)). La Figure 9 illustre des cicatrices et des radicelles.



Figure 9. Carotte Jaune de Belgique - Hors type.

Un autre paramètre qui peut être sélectionné est le **rapport entre le diamètre du cœur et le diamètre total**. Un cœur de **faible diamètre** est préférable car cette partie de la racine est moins aromatique (Visite de Bingenheimer Saatgut en compagnie d'autres sociétés semencières, communication personnelle, août 2018).

Enfin, **la disposition de la racine dans le sol** constitue également une particularité variétale. Cela fait référence à la partie de la racine qui croît hors de terre. Celle-ci peut être variable : entre nulle à très grande. Si la partie qui sort de terre n'a pas de tendance au verdissement, elle constitue peut-être un avantage (L. Minet, communication personnelle, 2025).

2.1.2 Le feuillage

Les variétés se distinguent au niveau de leur feuillage par les caractéristiques suivantes (UPOV, 2023) :

- largeur de la couronne ;
- type de port (entre dressé et étalé) ;
- longueur, intensité de la couleur, division des feuilles ;
- pigmentation anthocyanique du pétiole.



Figure 10. Feuillage de carottes cultivées.

Voici quelques caractéristiques recherchées :

- Les porte-graines avec un feuillage atypique doivent être écartés (Welbaum, 2024) ;
- Les variétés pour la carotte botte sont sélectionnées pour avoir un feuillage dressé, vert foncé, à couronne moyenne (Rey et al., 2017) afin de pouvoir mettre suffisamment de bottes dans un cagot ;
- Une couronne trop petite n'est pas désirable car elle va réaliser peu de photosynthèse, au détriment d'une bonne croissance de la racine (L. Minet, communication personnelle, 2025) ;
- Une couronne vigoureuse dès le début de la croissance de la racine permet de diminuer le désherbage (*Breeding Carrots for Production, Resilience, Flavor and Fun in Organic Systems*, 2022) ;
- Un feuillage érigé est recherché pour faciliter la mécanisation du désherbage (Doré & Varoquaux, 2006) et pour éviter un maximum le contact entre les feuilles et le sol. En effet, celui-ci augmente le risque de maladies bactériennes et de maladies cryptogamiques (*Principles and Practices of Organic Carrot Seed Production in the Pacific Northwest*, 2010) ;
- Le feuillage doit être fermement attaché à la racine. Cela permet d'arracher facilement la carotte en tirant dessus ;
- Le collet ne doit avoir qu'un seul bourgeon terminal – voir Figure 11 (*Breeding Carrots for Production, Resilience, Flavor and Fun in Organic Systems*, 2022).

Notons que le feuillage a une influence capitale sur le développement de la carotte. Un feuillage trop important par rapport au développement de la racine peut donner lieu à de l'éclatement (Rey et al., 2017). En effet, la largeur de la couronne de feuilles est positivement liée au diamètre du cœur (Schilperoord, 2022). Or, en cas d'éclatement, c'est la stèle qui absorbe l'eau, se gonfle, et éclate le cortex (la stèle résiste mieux à l'éclatement que le cortex) (L. Minet, communication personnelle, 2025). De plus, un feuillage très large va plutôt donner des carottes à grandes racines, qui se développent lentement, contrairement à un feuillage réduit qui va induire des carottes précoces, plus petites (Welbaum, 2024).

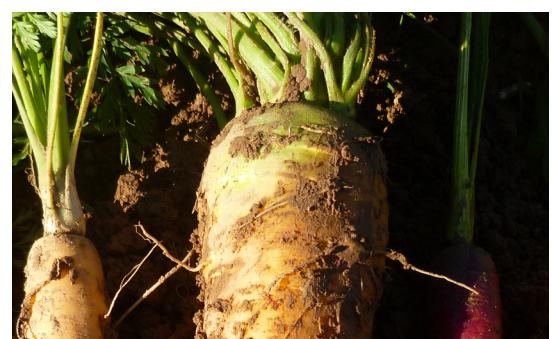


Figure 11. La carotte située à droite est hors type car elle porte plusieurs bourgeons terminaux.

2.2 Caractères agronomiques

Le comportement d'une variété en culture constitue un ensemble de qualités essentielles relatives à une variété de carotte. Nous abordons ici le rendement*, la précocité* et la résistance aux maladies*.

2.2.1 Rendement

Plus la variété est longue, plus le rendement est élevé. Les variétés de type long donnent donc de meilleurs rendements, mais ne se développent bien (c'est-à-dire, de manière lisse et droite (L. Minet, communication personnelle, 2025)) que dans les sols meubles et profonds (Schilperoord, 2022) (Welbaum, 2024).

Une extrémité bien boutée (voir les carottes de la Figure 12, en opposition aux carottes de la Figure 13) donnera un meilleur rendement (Journées techniques semences organisées par l'ITAB en 2024 - compte rendu de présentations et divers échanges, 2025).



Figure 12. Carotte Rodelika.



Figure 13. Carotte Jaune de Belgique.

2.2.2 Précocité

La précocité est observée et caractérisée selon les variétés à différents niveaux de croissance :

- la **rapidité d'émergence**, caractérisée par la vigueur* et l'homogénéité de germination*, sont des critères importants (*Offre professionnelle Semences biologiques 2025*, 2025). Ce caractère est également lié à la qualité de la graine. C'est la raison pour laquelle des semences prégermées sont commercialisées. Cependant, pour être efficace et maîtrisée correctement, la prégermination implique des techniques peu maîtrisables en bio (L. Minet, communication personnelle, 2025).
- le **développement post-germinatif** : les variétés qui se développent rapidement après la germination sont plus compétitives par rapport aux adventices que les variétés à développement plus lent (Colquhoun et al., 2017) ;
- l'époque de l'apparition de la couleur de la racine ;
- la précocité de production (précoce, semi-précoce, mi-tardive, tardive).

Les variétés **primeurs sont produites en 2,5 à 3,5 mois**. Les variétés de **garde*** ont quant à elles une durée de végétation de **4 mois environ** (Rey et al., 2017). Certaines variétés très tardives mûrissent en 170 à 180 jours (soit environ 6 mois), comme la carotte Festiva (*Offre professionnelle Semences biologiques 2025*, 2025).

2.2.3 Résistance aux maladies

Différents gènes de résistance ont été trouvés pour les maladies suivantes (*Breeding Carrots for Production, Resilience, Flavor and Fun in Organic Systems*, 2022; *Breeding Carrots for Production, Resilience, Flavor and Fun in Organic Systems*, 2022; *Principles and Practices of Organic Carrot Seed Production in the Pacific Northwest*, 2010; *Production de Graines de Carotte : Aide-Mémoire*, 2018; *Produire des semences de carotte dans un itinéraire agrobiologique*, 2005; Doré & Varoquaux, 2006; Navazio & McKenzie, 2014, 2014; Welbaum, 2024) :

- résistance aux nématodes - *Meloidogyne spp.* (Root-knot nematodes⁴) ;
- alternariose de la carotte - *Alternaria dauci* (Alternaria leaf blight) ;
- pourriture noire ou couronne noire - *Alternaria radicina* (Alternaria crown rot) ;
- tache bactérienne des feuilles - *Xanthomonas capestis* pv. *Carotae* (Bacterial leaf blight) ;
- « tache » de la carotte - *Pythium* sp. (Cavity spot) ;
- jaunisse de l'aster (Aster Yellows) ;
- cercosporiose de la carotte - *Cercospora carotae* (Cercospora leaf blight ou Cercospora leaf spot) ;
- oïdium – *Erysiphe heraclei* ;
- *Stemphylium radicum*.

La **tolérance ou la résistance aux maladies** sont des critères essentiels en agriculture biologique, étant donné qu'aucun traitement chimique ne peut être appliqué contre ces pathogènes. Les sélectionneurs accordent donc une **importance prioritaire** à ce critère (EU LiveSeeding Webinar for Boosting Organic Seeds and Breeding Entrepreneurship., 2025).

2.3 Caractère commerciaux

Les caractères commerciaux sont liés à la conservation des racines ainsi qu'à la consommation des carottes. Nous abordons dans cette section la résistance à l'éclatement, l'aptitude à la conservation, la qualité gustative et la qualité nutritive.

2.3.1 Résistance à l'éclatement

Les carottes sensibles à l'éclatement ne sont pas intéressantes à commercialiser (illustration à la Figure 14). Deux causes existent à ce problème : des facteurs liés à la croissance de la plante ou bien à la manipulation post-récolte (Rey et al., 2017). Il semble que ces fissures soient notamment liées à une absorption d'eau trop importante par la racine (*Principles and Practices of Organic Carrot Seed Production in the Pacific Northwest*, 2010).présentent les différents termes utilisés.



Figure 14. Carotte nantaise éclatée.

⁴ Les noms entre parenthèses sont les noms en anglais dans cette énumération.

2.3.2 Aptitude à la conservation

L'aptitude à la conservation est déterminante pour caractériser une variété. Par exemple, les variétés de conservation peuvent, dans les bonnes conditions, être stockées pendant 6 mois (Rey et al., 2017). Cela contrairement aux carottes primeurs qui se conservent moins longtemps. Afin d'évaluer leur faculté de stockage, les racines sont sorties à intervalles réguliers pour en évaluer la fermeté, la résistance à la pourriture, la résistance à la reprise précoce du feuillage ou à la reprise des racines secondaires (Navazio & McKenzie, 2014).

2.3.3 Qualité gustative

Il est intéressant d'encourager les consommateurs à manger des carottes, étant donné que les provitamines A* qu'elles contiennent sont bénéfiques pour leur santé (University of Wisconsin, 2017). Comme la qualité gustative est essentielle pour favoriser la consommation d'un légume, les caractères liés au goût sont donc intéressants à favoriser. Citons notamment (Geoffriau & Simon, 2021; Navazio & McKenzie, 2014; University of Wisconsin, 2017) :

- le goût (le taux de sucre (mesuré notamment via le taux de Brix) (*Offre professionnelle Semences biologiques 2025, 2025*), l'amertume*) et l'arrière-goût ;
- l'arôme (intensité de l'odeur, l'absence d'odeur de térébenthine qui est dégagée par la plante, l'arôme lié à la couleur verte des racines) ;
- la texture (la dureté de la racine, le caractère croquant et le caractère succulent (juteux)).

La flaveur* est le résultat de la perception de plusieurs sens combinés : le goût, l'odorat, et les perceptions physiques. La flaveur d'une variété est intéressante à considérer. Citons par exemple la flaveur générale, la rudesse, la flaveur de carotte, la présence de piquant, la flaveur de savon, de noisette, etc.). La perception de la flaveur est influencée par les facteurs de l'environnement, comme la chaleur ou le toucher (Geoffriau & Simon, 2021). C'est donc une caractéristique complexe à évaluer.

Les consommateurs cherchent plutôt des carottes tendres et juteuses. Cependant, les carottes juteuses ont tendance à être plus cassantes ou à éclater.

Sélectionner en faveur de la qualité gustative est un défi, car celle de la carotte est complexe et l'appréciation des consommateurs diffère selon leurs propres préférences. Certaines personnes préfèrent les carottes douces et/ou sucrées alors que d'autres apprécient plutôt des arômes spécifiques. La capacité sensorielle des humains est également très variable et cela ajoute un degré de complexité au niveau de la sélection (*Principles and Practices of Organic Carrot Seed Production in the Pacific Northwest, 2010*).

Pour aller plus loin au sujet de la qualité gustative, nous vous conseillons de vous référer au document « Sweet and bitter taste in organic Carrot » (Kjellenberg, 2007).

Notons que pour sélectionner les futurs porte-graines selon un critère de goût, une population de départ de 300 à 400 carottes semble être un maximum. En effet, goûter chaque racine est une travail considérable (*Principles and Practices of Organic Carrot Seed Production in the Pacific Northwest, 2010*).

2.3.4 Qualité nutritive

La couleur des racines de carotte est liée à une classe de pigments appelés « caroténoïdes ». Six cents d'entre eux ont été identifiés. Une partie seulement de ces caroténoïdes sont des précurseurs de la vitamine A (appelés alors « provitamine A »).

La couleur orange des carottes cultivées est liée à la présence spécifique de bêta-carotène qui est une provitamine A et permet donc la synthèse de vitamine A lors de l'ingestion. La sélection des carottes orange ces 300 dernières années a favorisé une augmentation du taux en bêta-carotène dans les carottes. Cela est intéressant au vu de la fréquence de carences en vitamine A chez les humains. Deux gènes principaux déterminent la couleur de la carotte (jaune, blanche ou orange) et 20 gènes environ régulent l'intensité de la couleur orange.

Le lycopène est quant à lui un élément lié à la couleur rouge des carottes. Ce n'est pas une provitamine A (University of Wisconsin, 2017).

La teneur en matières sèches* est également étudiée dans le cadre de programmes de sélection (*Offre professionnelle Semences biologiques 2025*, 2025).

2.4 Multiplication*

Il existe des différences entre les variétés au niveau de la phase reproductive :

- La **tendance à la montaison** peut être faible ou forte. Les variétés européennes sont sélectionnées pour avoir une période de vernalisation* de 6 à 8 semaines. Cela permet des semis d'automne et une récolte précoce au printemps. Les variétés des pays du Sud dont la production de semences peut être réalisée sur une année ne sont pas sélectionnées dans cet objectif ;
- La **hauteur de l'ombelle primaire** (cette caractéristique a peu d'intérêt dans le cas d'un programme de sélection en Wallonie (L. Minet, communication personnelle, 2025)) ;
- La **proportion de plants mâles stériles et le type de stérilité mâle***. Cela a un intérêt dans le cadre de programmes de sélection d'hybrides F1.

Conclusion

En facilitant l'accès aux connaissances en termes de critères de sélection de variétés de carotte, ce document constitue une première étape vers la relocalisation de la sélection créative de variétés, avec un ancrage territorial fort qui intègre les acteurs de terrain.

Pour favoriser le développement local de la sélection variétale de carotte (en Belgique, ou ailleurs), il est important que les acteurs de terrain soient formés. À cette fin, certains sujets supplémentaires pourraient être vulgarisés et enseignés. Citons notamment la compréhension des avantages et des inconvénients des types de variétés résultant de différents modes de sélection (hybride F1*, variété population*, variété synthétique*, etc.). Par ailleurs, le choix variétal disponible actuellement sur le marché pourrait également être décrit, afin d'identifier les types de carottes qui pourraient potentiellement être développés davantage. Enfin, le potentiel de commercialisation de variétés locales pourrait être étudié.

Sur cette base, des programmes de sélection pourraient être construits de manière éclairée, et portés par des acteurs ayant un ancrage territorial. Différents acteurs pourraient ensuite s'approprier ces programmes : centre de recherche et/ou acteurs privés, avec un mode d'organisation participatif éventuel. L'ensemble de ces connaissances favoriserait les chances que le travail de longue haleine qu'est la sélection créative porte ses fruits.

Bibliographie

- Arnaud, J.-D. (s. d.).** Société Nationale d'Horticulture de France. <https://www.snhf.org/fiche-plante/carotte/>
- Boué, C. (2021).** Produire ses graines bio (Terre Vivante).
- Breeding Carrots for Production, Resilience, Flavor and Fun in Organic Systems. (2022).** [Enregistrement vidéo]. <https://www.youtube.com/watch?v=xdsg2NSPZ0w>
- Colquhoun, J. B., Rittmeyer, R. A., & Heider, D. J. (2017).** Tolerance and Suppression of Weeds Varies among Carrot Varieties. *Weed Technology*, 31(6), 897-902.
- Community Plant Variety Office. (2024, juin 26).** Community Plant Variety Office. <https://online.plantvarieties.eu/varieties>
- Conseil, M., & Souillot, C. (2020).** Guide technique Produire des légumes Tome 3 : Composer avec les adventices. ITAB.
- Doré, C., & Varoquaux, F. (2006).** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées (Inra).
- EU LiveSeeding webinar for boosting organic seeds and breeding entrepreneurship. (2025).** LiveSeeding.
- Geoffriau, E., & Simon, P. W. (2021).** Carrots and related apiaceae crops (2nd edition). CABI.
- Glossaire de la biotechnologie pour l'alimentation et l'agriculture. (s. d.).** Consulté 28 octobre 2025, à l'adresse <https://www.fao.org/4/y2775f/y2775f07.htm>
- Iorizzo, M., Curaba, J., Pottorff, M., Ferruzzi, M. G., Simon, P., & Cavagnaro, P. F. (2020).** Carrot Anthocyanins Genetics and Genomics : Status and Perspectives to Improve Its Application for the Food Colorant Industry. *Genes*, 11(8), 906. <https://doi.org/10.3390/genes11080906>
- Journées techniques semences organisées par l'ITAB en 2024—Compte rendu de présentations et divers échanges. (2025).**
- Kalia, P., Singh, B., S, B., Patel, V., & Selvakumar, R. (2023).** Carrot : Breeding and Genomics. *Vegetable Science*, 50(Special), 221-230. <https://doi.org/10.61180/vegsci.2023.v50.spl.08>
- Kjellenberg, L. (2007).** Sweet and Bitter Taste in Organic Carrot.
- Le Guide Bio du MARAÎCHER. (2025).** Voltz Maraîchage. https://fr.voltz-maraichage.com/sites/default/files/2024-09/LGDM_BIO_2025_ipad_compressed.pdf
- McCullum, G. D. (1971).** Greening of carrot roots (*Daucus carota L.*) : Estimates of heritability and correlation. *Euphytica*, 20(4), 549-560. <https://doi.org/10.1007/BF00034211>
- Minet, L. (2025).** Communication personnelle [Communication personnelle].
- Navazio, J., & McKenzie, L. (2014).** How to Breed Carrots for Organic Agriculture. Organic Seed Alliance. www.seedalliance.org
- Offre professionnelle Semences biologiques 2025. (2025).** Sativa Biosaatgut GmbH.

Palanisamy, R., Rajasekaran, S., Asiedu, S., Caldwell, C., & Adams, A. (2009). Canopy Volume and Root Length Influence Greenshoulder and Internal Greening in Carrot. *International Journal of Vegetable Science*, 15, 116-132. <https://doi.org/10.1080/19315260802560532>

Pitrat, M., & Foury, C. (2015). *Histoires de légumes – Des origines à l'orée du XXIe siècle*. Quae.

Principles and Practices of Organic Carrot Seed Production in the Pacific Northwest. (2010). Organic Seed Alliance.

<https://seedalliance.org/publications/principles-practices-organic-carrot-seed-production-pacific-northwest/>

Production de graines de carotte : Aide-mémoire. (2018). Organic Seed Alliance.

<https://seedalliance.org/publications/carrot-seed-production-quick-reference/>

Produire des semences de carotte dans un itinéraire agrobiologique. (2005). ITAB.

<https://orgprints.org/id/eprint/38103/1/38103%20fiche-carotte.pdf>

Rey, F., Coulombel, A., Jobbé-Duval, M., Melland, M. L., Jonis, M., & Conseil, M. (2017). Guide technique « Produire des légumes biologiques », Tome 2 : Fiches techniques par légume. ITAB.

Rubatsky, V. E., Quiros, C. F., & Simon, P. W. (1999). *Carrots and related umbelliferae*. CAB International.

Saisons et variétés de la carotte. (s. d.). Carottes de France. Consulté 28 octobre 2025, à l'adresse

<https://carottes-de-france.fr/variety-carrot/>

Schilperoord, P. (2022). *Plantes cultivées en Suisse La carotte et le panais (Daucus carota, Pastinaca sativa)*. Verein für alpine Kulturpflanzen, Alvaneu. https://www.researchgate.net/publication/363700433_Plantes_cultivees_en_Suisse_-_La_carotte_et_le_pastinais_Daucus_carota_Pastinaca_sativa

University of Wisconsin (Producteur). (2017). *Building a Better Carrot – for Growers and Consumers* [Enregistrement vidéo]. National Association of Plant Breeders. <https://www.youtube.com/watch?v=5mOjhIKvf88>

UPOV. (2023). Carotte- *Daucus carota L.* - Principes directeurs pour la conduite de l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité. UPOV. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/fr/tg049.doc>

Visite de Bingenheimer Saatgut en compagnie d'autres sociétés semencières. (2018, août). [Communication personnelle].

Welbaum, G. E. (2024). *Vegetable seed production and technology* (CABI).

Glossaire

Alpha-carotène : voir « carotène ».

Amertume : une des cinq saveurs fondamentales, perçue par les récepteurs gustatifs de la langue lorsqu'elle est provoquée par certains composés, comme la quinine, les alcaloïdes ou d'autres substances naturelles présentes dans des aliments.

Anthocyane : groupe de pigments flavonoïdes hydrosolubles (solubles dans l'eau), responsables des couleurs bleues, violettes ou rouges des plantes quand ils sont présents dans les vacuoles (organites cellulaires) de leurs cellules (*Glossaire de la biotechnologie pour l'alimentation et l'agriculture*, s. d.).

Arôme : sensation olfactive perçue par voie rétronasale* lors de la consommation, résultant de la volatilisation de molécules odorantes qui stimulent les récepteurs sensoriels.

Bêta-carotène : voir « carotène ».

Carotène : ensemble de pigments précurseurs de la vitamine A, contenus dans les plastes, qui sont responsables de la couleur orange ou rouge. Les carotènes font partie des caroténoïdes (*Glossaire de la biotechnologie pour l'alimentation et l'agriculture*, s. d.). Les alpha-carotènes et les bêta-carotènes font partie des carotènes.

Caroténoïde : ensemble de pigments similaires chimiquement, responsables de couleurs variant du jaune au rouge dans certains légumes et fruits comme les carottes et les tomates par exemple (*Glossaire de la biotechnologie pour l'alimentation et l'agriculture*, s. d.).

Cœur (d'une carotte) : partie centrale de la racine de carotte, contenant principalement du xylème.

Collet : zone de transition entre la racine et la tige.

Cortex : couche de cellules parenchymateuses qui est située juste sous l'épiderme.

Couronne : zone d'attache des feuilles sur la racine. La largeur de la couronne correspond souvent à l'étendue de la zone où émergent les feuilles.

Fane : feuillage aérien composé des tiges et des feuilles.

Flaveur : résultat de la perception de plusieurs sens combinés : le goût, l'odorat, et les perceptions physiques lors de la mastication.

Flavonoïde : composé polyphénolique naturellement présent dans les végétaux, appartenant à une grande famille de pigments responsables d'une large gamme de couleurs (jaune, rouge, bleu, violet, crème) dans les fleurs, les fruits, les feuilles et d'autres parties des plantes.

Homogénéité de germination : propriété d'un lot de semences à germer de manière synchronisée : les graines lèvent et se développent au même moment ou sur une période très courte, aboutissant à des plantules d'âge et de taille similaires.

Hybride F1 : première génération résultant du croisement de deux lignées pures (hautement homozygotes) d'une même espèce. Cette génération bénéficie de la vigueur hybride (effet hétérosis) recherchée en production agricole : productivité, homogénéité, résistance ou précocité supérieures à celles des parents.

Hypocotyle : partie de la tige située entre les cotylédons et la racine.

Lutéine : pigment naturel de la famille des caroténoïdes, du sous-groupe des xanthophylles, qui confère une couleur jaune à orange à de nombreux végétaux.

Lycopène : pigment naturel rouge appartenant à la famille des caroténoïdes, plus précisément aux carotènes. Il est liposoluble et se trouve en grande quantité dans des fruits et légumes rouges. Il a des propriétés antioxydantes et joue un rôle protecteur contre les radicaux libres. Ce n'est pas une provitamine A.

Matière sèche : matière résiduelle après avoir extrait toute l'eau d'un élément par séchage, qui est une racine de carotte dans le cadre de ce dossier. Le taux de matière sèche est généralement exprimé en pourcentage de la masse initiale du produit frais. Il permet d'évaluer la concentration des nutriments, la valeur alimentaire, ou encore la texture d'un légume.

Montaison : passage de la phase végétative à la phase reproductive. Dans le cadre de ce document, une sensibilité ou une tendance à la montaison se réfère à une transition non désirée entre les deux stades : il n'est pas souhaitable qu'une variété monte trop rapidement en graines si elle est cultivée pour produire un légume.

Multiplication (de semences) : production d'un lot de semences à partir de porte-graines.

Phloème : tissu conducteur constituant la voie de transport de la sève organique, ou sève élaborée (sève qui descend dans la plante).

Pigmentation anthocyanique : pigmentation due aux anthocyanes.

Précocité : caractéristique d'une variété à atteindre rapidement un stade de développement qui permet sa commercialisation.

Primeur : voir « variété primeur ».

Provitamine A : précurseur de la vitamine A. Il permet la synthèse de vitamine A après avoir été ingéré.

Radicelle : racine secondaire, fine, qui est issue de la racine principale.

Rendement : quantité récoltée par unité de surface.

Résistance aux maladies : capacité d'un organisme à limiter ou empêcher le développement d'un pathogène, lui permettant ainsi de rester en bonne santé. Les mécanismes de résistance sont génétiques et peuvent inclure l'exclusion du pathogène, la restriction de sa propagation ou la tolérance aux substances toxiques qu'il produit (*Glossaire de la biotechnologie pour l'alimentation et l'agriculture*, s. d.).

Rétronasale : perception olfactive des arômes via la cavité buccale et la connexion arrière avec les fosses nasales.

Stèle : partie centrale de la racine contenant l'ensemble des tissus situés sous l'endoderme.

Stérilité mâle (cytoplasmique) : anomalie génétique empêchant la production de grains de pollen viables. Ce phénomène, caractérisé par un dysfonctionnement des mitochondries lors du développement du pollen, peut survenir spontanément ou être induit par l'humain chez de nombreuses espèces végétales. Il est utilisé dans les programmes de production de graines hybrides F1 pour faciliter le contrôle de la pollinisation entre les lignées parentales.

Variété : ensemble homogène de plantes qui se ressemblent et sont différentes génétiquement et phénotypiquement des autres plantes de la même espèce (sauvages ou cultivées). Une variété peut être reproduite.

Variété de garde (de carotte) : variété récoltée en fin de saison de culture, destinée à être conservée en chambre froide en hiver et à être commercialisée au fur et à mesure de la saison froide. Dans certaines régions suffisamment douces en hiver, en France, ces variétés peuvent être conservées au champ. Le terme « variété de conservation » est parfois utilisé pour désigner les variétés de garde (« Saisons et variétés de la carotte », s. d.).

Variété de saison (de carotte) : variété récoltée au cours de la saison favorable de culture, entre les carottes primeurs et les carottes de garde. Ces variétés sont récoltées alors que les carottes ont atteint leur maturité au niveau du développement végétatif, et sont commercialisées dès leur récolte (« Saisons et variétés de la carotte », s. d.).

Variété fourragère : variété qui est destinée à l'alimentation animale.

Variété primeur (de carotte) : variété sélectionnée pour produire des carottes rapidement, prêtes à être récoltées le plus tôt possible en début de saison. Les carottes sont récoltées très jeunes et ont donc une peau encore fine. Elles sont commercialisées avec ou sans leurs fanes (« Saisons et variétés de la carotte », s. d.).

Variété population : dans le cadre de ce document, une variété population est une variété qui peut être reproduite de génération en génération et qui est relativement stable. C'est-à-dire que les caractéristiques telles que la forme, la couleur, la taille, la résistance aux maladies, etc., se maintiennent au fil des générations lorsque la multiplication est effectuée selon une méthode adaptée (isolement, population suffisante, procédés de sélection conservatrice pour éviter la dérive génétique).

Variété synthétique : population artificielle créée à partir d'un nombre limité de parents choisis pour leurs caractères complémentaires, multipliés ensemble selon des cycles contrôlés. Les semences commerciales sont obtenues à partir des mêmes parents et montrent une meilleure stabilité que les variétés populations, tout en conservant une diversité génétique appréciable.

Vernalisation : exposition au froid nécessaire à certaines plantes pour déclencher la floraison.

Vigueur : mesure de la performance germinative de la semence. Elle prend en compte différents aspects de la germination : taux, rapidité, uniformité, capacité à germer dans des conditions qui ne sont pas idéales, rythme de croissance des plantules et présence de plantules déformées.

Xanthophylle : type de caroténoïdes jaunes qui contiennent de l'oxygène (*Glossaire de la biotechnologie pour l'alimentation et l'agriculture*, s. d.). Ils sont contenus notamment dans les chloroplastes.

Xylème : tissu conducteur de la sève brute chez les végétaux.

