GUIDE PRATIQUE

FNAMS
Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences

Carotte
porte-graine

- *Connaissance de la culture*
- *Techniques culturales*
- *Réglementation et production*

Novembre 2021 - 15 € TTC

Table des matières

Connaissance de la culture

Caractéristiques de la plante 3
Cycle de la carotte porte-graine 4
Caractéristiques de la culture 6

Techniques culturales

Implantation 8
Fertilisation 9
Désherbage 10
Régulateurs de croissance 10
Maladies 11
Ravageurs 15
Pollinisation 19
Irrigation 20
Récolte 21
Pré-nettoyage 24

Réglementation et production

Agréage 25
Economie 25

FNAMS

FNAMS
74 rue Jean-Jacques Rousseau
75001 PARIS
Tél : 01 44 82 73 33 - www.fnams.fr

Centre Technique
Impasse du Verger - Brain-sur-l'Authion
49800 LOIRE-AUTHION
Tél : 02 41 80 91 00

Document réalisé dans le cadre des actions techniques
de la section Potagères de SEMAE.

semae
Toutes les semences pour demain

Conception et rédaction de ce guide pratique :
Elise Morel, Marine Augagneur avec la participation des ingénieurs et techniciens de la FNAMS et de LABOSEM
Réalisation : Marie Bomard - Photos FNAMS (sauf mention spécifique) - Dessins : M. Krause

Imprimé par Setig Abélia - 6 rue de la Claie - BP 20053 - 49071 Beaucouzé cedex
Dépôt légal : Novembre 2021 - Achevé d'imprimer : Novembre 2021 - ISBN : 978-2-9572801-9-3 - Prix : 15 € TTC

Connaissance de la culture

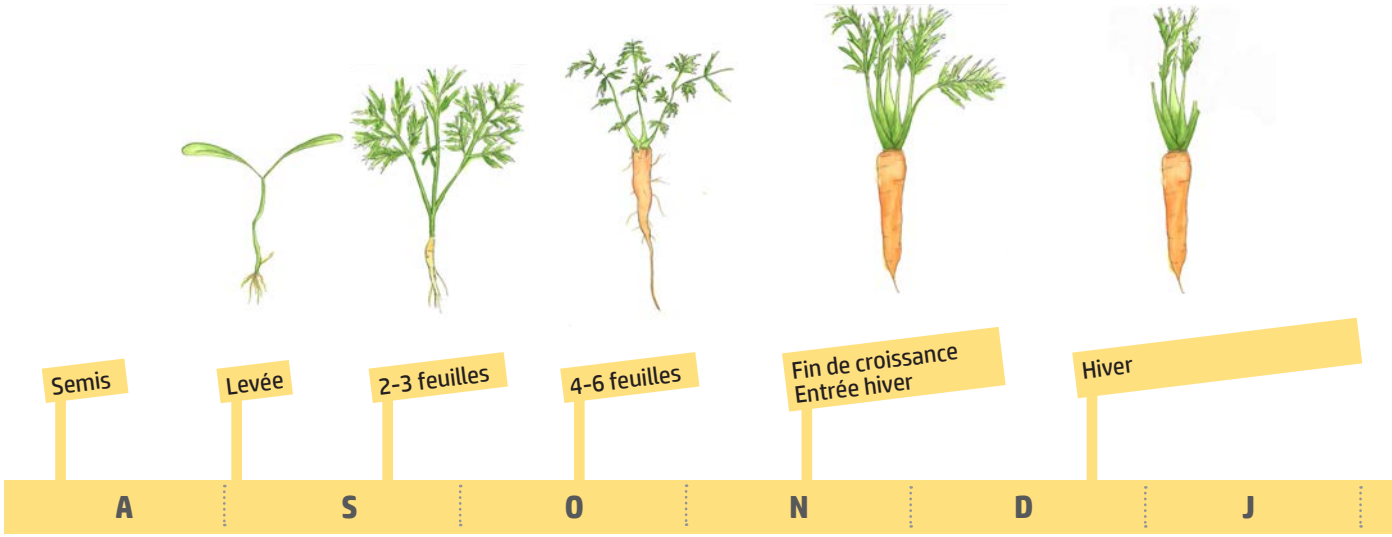
Caractéristiques de la plante

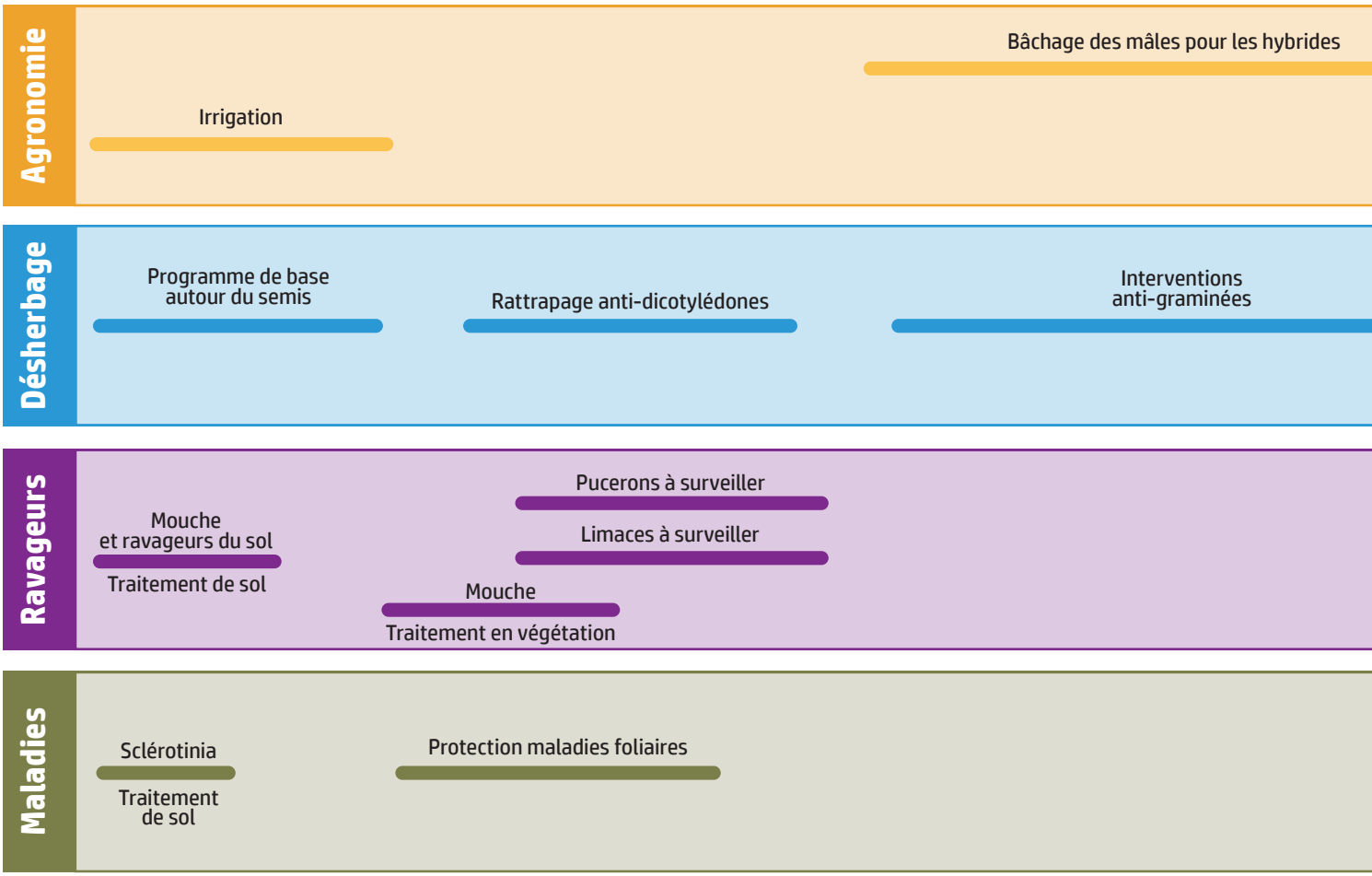
- Nom botanique : *Daucus carota* L. existe à l'état sauvage
- Famille botanique : Apiacées
- Caractéristiques de la famille : racine pivotante et tubérisée qui sert d'organe de réserve, inflorescence de type ombelle
- Culture bisannuelle qui a besoin d'une période de froid pour assurer sa montaison (plus de 40 jours avec une température inférieure à 10°C)
- Deux dispositifs de multiplication des semences de carottes :
  - une seule lignée implantée pour les variétés dites de population ;
  - plusieurs rangs de lignées mâle fertile et mâle stérile pour les variétés hybrides avec un dispositif adapté à la génétique à multiplier.
- La carotte présente une grande diversité de types variétaux adaptés au marché final.

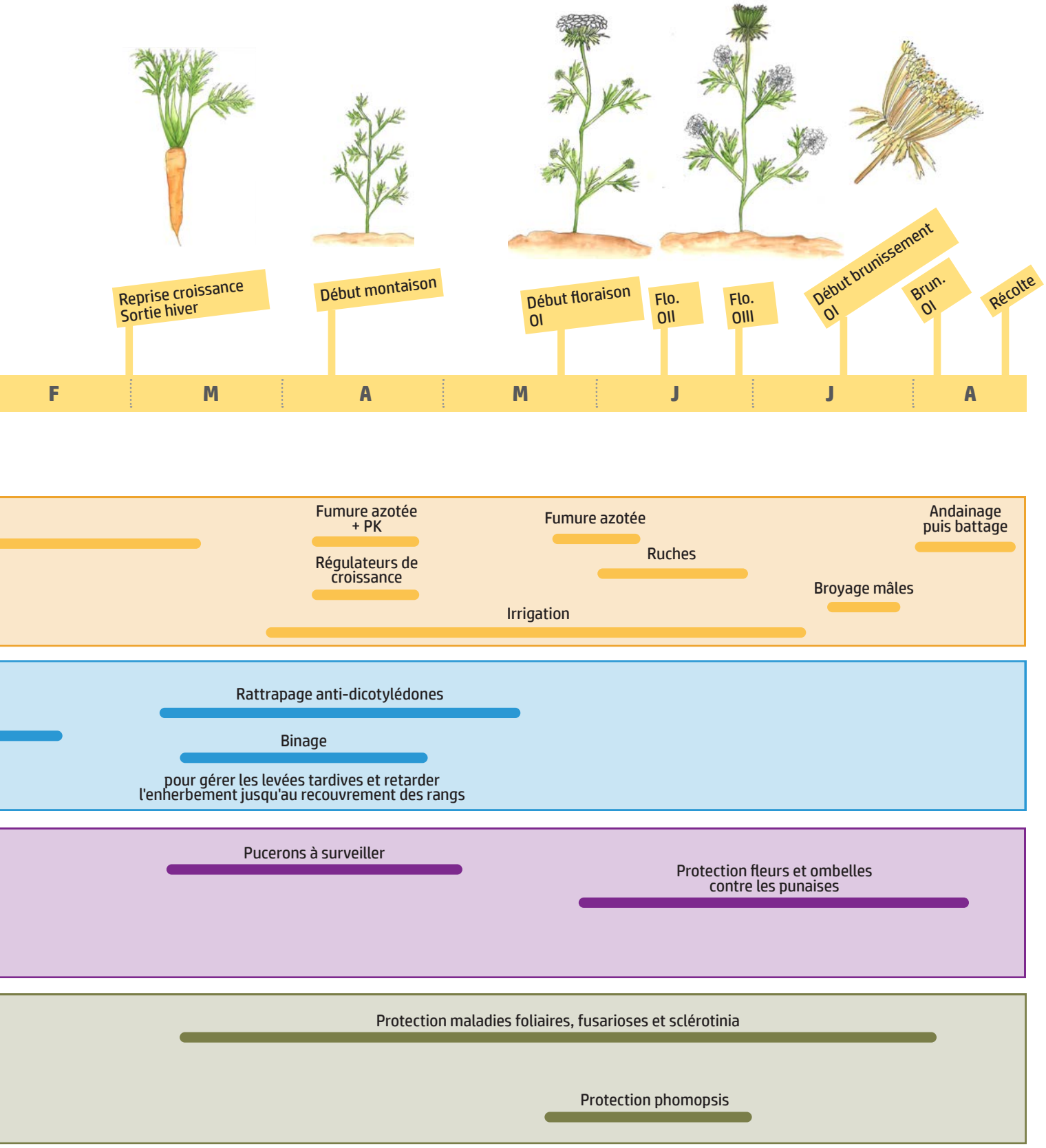
Type	Caractéristiques	Débouchés
Nantaise, Touchon	Racine demi-longue et droite	Marché de frais
Amsterdam	Petite carotte	Appertisation
Chantenay	Grosse racine courte	Transformation
Colmar ou Flakkee	Grosse racine longue	Marché de frais / Transformation
Parisienne	Racine courte et ronde	Transformation
Kuroda	Racine conique et courte	Carotte de conservation

- La montaison correspond à l'allongement de l'axe principal et à la formation de l'appareil reproducteur, elle est induite par l'allongement de la durée du jour. Elle a lieu d'avril à mai.
- La floraison échelonnée dure de 1 mois à 1 mois et demi.
  - Inflorescences en ombelles avec différents ordres ; les fleurs sont regroupées en ombellules ;
  - Fleurs allogames (pollen auto-incompatible du fait de la libération du pollen des étamines d'une fleur avant la réceptivité des stigmates ; pollinisation croisée obligatoire) ;
  - Fleurs composées de 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines et un ovaire constitué de 2 carpelles ;
  - La floraison des ordres est décalée dans le temps : elle débute avec l'ordre I (OI) porté par l'axe principal pour se terminer par l'ordre III (OIII). Des ombelles d'ordres supérieurs se forment mais elles ne participent pas à l'élaboration du rendement. La floraison est également échelonnée au sein de l'ombellule : elle est dite centripète. Ce sont les fleurs de la périphérie de l'ombellule qui s'ouvrent en premier.
- Pollinisation entomophile : les fleurs sont visitées par un grand nombre d'insectes pollinisateurs : abeilles domestiques, abeilles sauvages, bourdons, syrphes, autres diptères, autres hyménoptères, papillons… Les pollinisateurs sauvages, et en particulier les diptères, jouent un grand rôle dans la pollinisation de la carotte mais leur présence n'est pas régulière et suffisante. Ainsi pour compléter leur action, des colonies d'abeilles domestiques sont apportées dans les cultures avec une charge variant de 2 colonies / ha pour les carottes de population à 5 en moyenne pour les cultures hybrides.
- Zone de production des semences de carottes (données SEMAE récolte 2020) : deux zones principales de multiplication de semences de carotte, Nouvelle Aquitaine et Occitanie avec 34 % de la production nationale, et le Centre-Val de Loire avec 58 %.
- Rendement moyen : le potentiel grainier est variable entre les carottes populations et les carottes hybrides, et est lié à la génétique de chaque variété à multiplier, ainsi qu'aux conditions météorologiques de l'année. Dans le cas de variété hybride, seules les lignées mâle stérile sont récoltées. En carotte hybride, le rendement moyen annuel varie de 200 à 600 kg /ha et en carotte population, de 350 à 1200 kg /ha.

Cycle de la carotte porte-graine






Reprise croissance
Sortie hiver
Début montaison
Début floraison
OI
Flo.
OII
Flo.
OIII
Début brunissement
OI
Brun.
OI
Récolte
F
M
A
M
J
J
A
Fumure azotée
+ PK
Régulateurs de
croissance
Fumure azotée
Ruches
Irrigation
Broyage mâles
Andainage
puis battage
Rattrapage anti-dicotylédones
Binage
pour gérer les levées tardives et retarder
l'enherbement jusqu'au recouvrement des rangs
Pucerons à surveiller
Protection fleurs et ombelles
contre les punaises
Protection maladies foliaires, fusarioses et sclérotinia
Protection phomopsis

Caractéristiques de la culture

La culture de carotte porte-graine est une culture à cycle long qui se sème autour du 15 août et se récolte fin août l'année suivante. Les interventions sont nombreuses pour maintenir la parcelle en bon état et obtenir un rendement optimal : plusieurs passages de désherbage - qu'ils soient chimiques ou mécaniques - sont réalisés, des interventions phytosanitaires pour lutter contre plusieurs maladies et ravageurs sont effectuées tout au long du cycle et pour finir, avant récolte, un andainage est nécessaire. Comme de nombreuses cultures porte-graine, la production de semences de carotte nécessite du matériel spécifique comme un semoir de précision ou une andaineuse.

Climat

La carotte supporte le gel jusqu'à des températures en-dessous de - 8°C. Un gel important et une alternance de températures positives et négatives fragilisent les plantes. Le froid induit divers symptômes : éclatements de l'épiderme de la racine, altération du cortex racinaire qui devient vitreux, collet décoloré et fissuré. Le gel entraîne aussi des déchaussements, surtout observés sur les petites carottes et il provoque même des pertes de pieds qui sont, certaines années, conséquentes et obligent le multiplicateur à retourner tout ou partie de la parcelle. Ces dégâts dus au gel sont des portes d'entrée pour les maladies racinaires.

Durant l'hiver et en sortie d'hiver, les excès d'eau favorisent l'éclatement des racines et le développement des pathogènes du sol qui trouvent facilement une porte d'entrée dans les racines blessées. Au printemps, les pertes de peuplement peuvent alors être importantes.

Pour assurer sa montaison, la carotte a aussi besoin de froid et notamment d'une période de 40 à 60 jours avec des températures inférieures à 10°C. La croissance végétative est arrêtée à des températures inférieures à 5°C.

Durant la floraison et pour favoriser la pollinisation et l'activité des pollinisateurs, la carotte a besoin de périodes ensoleillées et de conditions chaudes. Toutefois, des températures supérieures à 30°C ont un impact négatif sur la floraison et des coulures de fleurs sont alors observées. Des températures qui avoisinent les 30°C ont aussi un impact négatif sur le PMG et donc le calibre des graines. Cependant, ces températures sont favorables à la faculté germinative des graines.

A partir du stade montaison, la carotte porte-graine est sensible à la sécheresse. Un manque d'eau jusqu'au stade maturation des graines impactera le rendement.

Sol

La carotte a besoin d'un sol ameubli et sans semelle de labour pour favoriser un enracinement profond. Un sol compacté ou caillouteux favorise des racines courtes, fourchues, qui entraînent une mauvaise alimentation hydrique et minérale et dont le faible développement se répercute sur l'appareil végétatif et reproducteur.

L'état hydrique du sol est aussi important que la structure du sol. Lors du semis et de la croissance des jeunes carottes, un déficit hydrique du sol a des répercussions sur la levée de la culture et la densité de peuplement (impact négatif sur la germination des semences et la pénétration de la jeune racine dans le sol). A l'inverse, une saturation en eau du sol et notamment dans les sols limono-argileux favorise, au moment de la levée de la culture, des racines fourchues et fragilisées (écorce fine et/ou fendillée). Ces conditions de sol sont aussi propices aux maladies racinaires comme la fusariose.

La carotte est peu sensible au pH du sol (pH optimum : 6,5 / 7,5 et pH minimum : 5,5). Cependant, les sols acides ont une incidence sur l'alimentation de la carotte et donc sur sa croissance qui en est perturbée. Elle est sensible à la salinité et au déséquilibre calcium-magnésium.

Environnement

La présence de carottes sauvages dans l'environnement présente un risque pour la multiplication de semences de carotte. En effet, ces carottes sauvages produisent un pollen abondant et vigoureux. La norme de pureté variétale précisée dans le contrat de multiplication fixe en règle générale le pourcentage de carottes blanches dans un lot de semences à 1‰. Ces carottes blanches font suite à une pollinisation accidentelle de la lignée multipliée avec du pollen de carottes sauvages. Ainsi, une vigilance sur la présence de carottes sauvages dans un environnement d'un rayon de 1 à 2 km autour de la parcelle est indispensable (bordure de chemin, bande fleurie, jachère mellifère, friche...). Le multiplicateur et le technicien d'établissement doivent veiller à ce que les carottes sauvages soient broyées ou à défaut, ne fleurissent pas en même temps que la culture porte-graine. Ce risque de pollution est d'autant plus élevé sur carotte hybride. La lignée mâle fertile est souvent peu vigoureuse et il est fréquent que sa floraison ne soit pas totalement synchrone avec celle de la lignée mâle stérile.

La carotte est une culture faiblement attractive pour les pollinisateurs, en particulier ceux de la famille des Apoïdes. La quantité de nectar disponible dans les fleurs est parfois insuffisante du fait notamment des conditions climatiques ou génétiques peu favorables. Cela détourne les pollinisateurs de la carotte porte-graine vers des espèces beaucoup plus attractives c'est-à-dire plus riches en ressources (pollen ou nectar). Des compétitions avec des jachères mélifères à base de phacélie et de mélilot officinal ont été constatées par le passé. Pour limiter le risque de détournement des pollinisateurs, un mélange adapté pour des jachères dans l'environnement des productions de semences, appelé "Pollifauniflor" a été conçu (voir composition ci-dessous). Pour éviter des échecs de pollinisation, la culture de porte-graine doit se situer dans un environnement où la biodiversité est importante et où la ressource florale est diversifiée.

La convention type de multiplication fixe des distances d'isolement

Distances minimales à respecter	
entre populations de même type	1 000 m
entre populations de types différents ou entre population et F1 de même type ou entre F1 de même type	1 500 m
entre populations et F1 de types différents ou entre F1 de types différents	2 000 m
entre potagères et fourragères	5 000 m

Composition du mélange Pollifauniflor

Grande marguerite : 2%
Vivace
Mai-juillet

Achillée millefeuille : 1 %
Vivace
Juin-septembre

Mauve sylvestre : 1%
Bisannuelle
Juin-juillet

Luzerne cultivée : 10 %
Vivace
Juin-septembre

Bourrache officinale : 2%
Annuelle
Mai-septembre

Sarrasin cultivé : 29 %
Annuelle
Mai-septembre

Sainfoin cultivé : 20%
Bisannuelle
Mai-août

Souci cultivé : 5%
Annuelle
Juin-septembre

Trèfle incarnat : 20%
Annuelle
Mai-juin

Trèfle blanc : 10%
Vivace
Juin-jullet

Pour en savoir plus sur les jachères mellifères : www.fnams.fr/produire/jachere-mellifere/

Techniques culturales

Implantation

Préparation du sol

L'objectif est d'obtenir **un sol décompacté en profondeur** pour favoriser un enracinement profond et un lit de semences fin en surface pour permettre une levée homogène.

Le précédent est souvent une paille, ce qui entraîne un délai relativement court entre la récolte de la céréale et le semis de la carotte. Or, l'élimination des pailles et un déchaumage sont obligatoires et doivent être réalisés aussitôt la récolte de la céréale terminée. Au moins deux passages d'outils à dents seront ensuite réalisés pour décompacter le sol et préparer le lit de semences.

Choix de la parcelle

La culture de la carotte porte-graine est impossible sur une parcelle non irrigable ; cette exigence est bien souvent précisée dans le contrat de multiplication. Les distances d'isolement précisées page 7 doivent être respectées.

Choisir une parcelle bien drainée où les excès d'eau seront limités, avec un précédent qui permettra de préparer le sol dans de bonnes conditions. Attention notamment au risque de rémanence d'herbicides appliqués sur le précédent (compatibilité des produits utilisés avec la carotte porte-graine). Il faut éviter les antécédents d'ombellifères qui peuvent encore engendrer des repousses 8 ans après leur récolte. Les graines d'ombellifères comme le persil sont difficiles à éliminer dans un lot de semences de carotte. La présence de certaines adventices va aussi déterminer le choix de la parcelle : les sites où des *Ammi majus*, des anthémis, du torilis ou des sétaires sont régulièrement observés sont à proscrire (voir § "graines d'autres plantes et triage").

Ce guide pratique est consacré principalement aux cultures conventionnelles de carotte porte-graine. Pour les cultures biologiques, se référer à la fiche "Produire des semences en agriculture biologique - Carotte"

Semis

Le semis a lieu **entre mi-août et mi-septembre**. Les dates de semis seront adaptées aux différents bassins de production. Le semis est réalisé au semoir pneumatique de précision, en surface. La profondeur de semis ne doit pas excéder 2 cm et elle doit être régulière afin de favoriser une levée homogène. Une levée rapide et homogène et une culture bien implantée conditionnent la réussite de la culture jusqu'à la récolte.

La densité de semis varie en fonction de la lignée à multiplier (population, hybride, type variétaux et génétique) et des semences mères (PMG, FG). L'inter-rangs varie en règle générale de 0,5 m à 0,6 m. La densité de peuplement attendue en sortie hiver oscille entre 10 et 20 plantes au mètre linéaire. Des densités linéaires plus élevées entraînent une sensibilité de la culture à la verse et au développement des maladies ; des interventions culturales seront également plus difficiles à réaliser.

Concernant les semis d'hybrides, l'établissement précise au multiplicateur le dispositif ainsi que le décalage éventuel de dates de semis entre les lignées mâles et femelles. Enfin, le bâchage (en règle générale des lignées mâles) est souvent nécessaire pour assurer la synchronisation des lignées.

Fertilisation

Fertilisation azotée

Selon les références expérimentales de la FNAMS, le besoin total en azote de la carotte porte-graine est de 140 kg d'N/ha (130 kg pour la partie aérienne comme indiqué sur la figure 1 + 10 kg pour la partie racinaire). Cette référence correspond à la quantité d'azote absorbé par la plante permettant d'atteindre le rendement optimal. Le raisonnement de la fertilisation azotée s'appuie sur la méthode du bilan développée par le COMIFER. Le principe est d'ajuster les apports d'engrais aux besoins de la culture en prenant en compte les autres fournitures d'azote par le sol (reliquat sortie hiver, minéralisation de la culture précédente, ...). L'arrêté GREN* de chaque région détaille la méthode de calcul.

Du semis jusqu'à sortie de l'hiver, le besoin en azote de la culture est peu important (figure 2). L'absorption en azote de la plante augmente progressivement et devient intense entre début montaison et pleine floraison. Au-delà, en post-floraison, l'absorption en azote redevient faible.

Pour couvrir le besoin en azote de la culture tout au long du cycle cultural, le fractionnement de la dose d'azote minéral est recommandé :

- 1er apport : sortie hiver, quantité forfaitaire 30 - 50 U ;
- 2ème apport : début montaison (X - (quantité apportée sortie hiver + prévue pour le 3ème apport) U, X étant la quantité d'azote calculée par la méthode du bilan) ;
- 3ème apport : au stade « dégagement des ombelles primaires » (quantité forfaitaire 30 U).

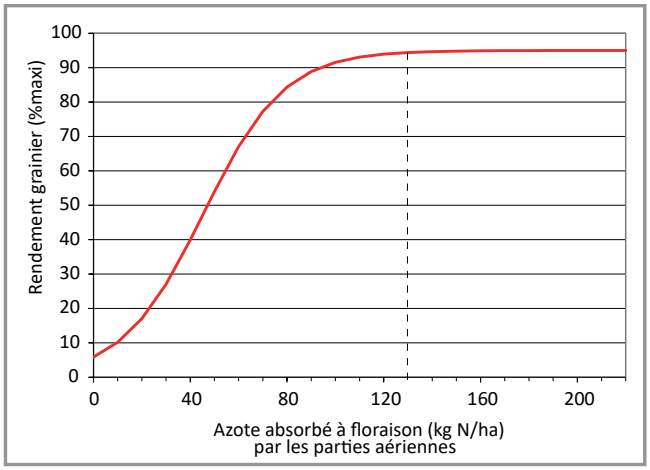


Figure 1 - Courbe de réponse à l'azote : Relation entre la quantité d'azote absorbé à floraison et le rendement grainier de la carotte porte-graine - Essais FNAMS 1991 à 2011.

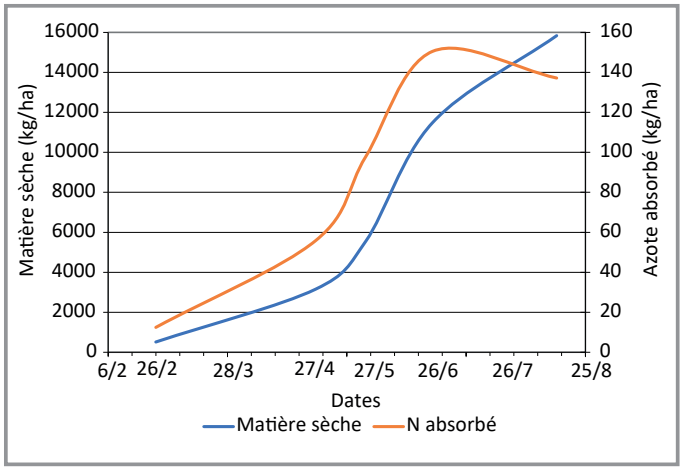


Figure 2 - Dynamique de croissance et d'absorption en azote de la carotte porte-graine (FNAMS, 2009)

Fertilisation phospho-potassique

Le raisonnement des apports phospho-potassiques repose sur les teneurs du sol en P_2O_5 et K_2O, l'exigence de la culture vis-à-vis de ces éléments et l'historique de la parcelle.

La carotte a un besoin modéré en phosphore. Dans un sol faiblement pourvu, un apport d'environ 100 kg/ha est à envisager. La mobilisation en potasse est en revanche importante. Une fertilisation d'entretien de 100-150 kg/ha est recommandée sauf dans les sols très bien pourvus.

Oligoéléments

Des apports de bore, de manganèse et de cuivre doivent s'envisager si les teneurs du sol sont faibles. La carotte apparait peu sensible à une déficience du sol en zinc ou molybdène.

Fertilisation organique

La fertilisation organique améliore la structure et le fonctionnement du sol. Le fumier ou compost apporté doit être bien décomposé et être équilibré. Des apports massifs de fumier ou compost favorisent les attaques de mouches des semis et des ravageurs du sol.

* GREN : Groupe Régional d'Expertise Nitrates

Désherbage

L'installation et la croissance de la carotte sont lentes contrairement aux adventices qui concurrencent la culture. Les mauvaises herbes entrent en compétition avec la carotte au moment de la levée et au cours de l'automne puis en sortie hiver. Outre cette concurrence, la présence d'adventices dans une culture peut compromettre la pureté spécifique d'un lot de semences de carotte et entraîner des difficultés de triage (voir § "graines d'autres plantes et triage").

Plusieurs interventions seront nécessaires pour maîtriser l'enherbement d'une culture de carotte porte-graine : autour du semis et avant la levée de la carotte, puis en post-levée de la carotte à partir du stade 2 feuilles. Le désherbage à cette période doit être parfaitement maîtrisé car il influe sur la propreté de la culture jusqu'à la récolte. En sortie hiver, de nouveaux passages seront réalisés pour contrôler les levées printanières et échelonnées d'adventices. Les herbicides utilisables sur carotte porte-graine sont essentiellement à action racinaire ; ils doivent donc être positionnés sur sol humide et avant la levée des adventices.

En complément des interventions chimiques, des interventions mécaniques et notamment au printemps jusqu'au stade montaison vont permettre de contrôler l'enherbement des entre-rangs.

Pour plus d'informations et pour connaître les herbicides autorisés sur carotte porte-graine, consulter :

- la note technique sur le désherbage de la carotte porte-graine disponible sur le site de la FNAMS ;
- le hors-série Bulletin Semences « Le désherbage mécanique en production de semences » ;
- Désherbage – Les différents matériels utilisables en désherbage mécanique et thermique - Bulletin Semences n°261 - Mai-juin 2018 ;
- les sites www.phytofnams.fr et www.ephy.anses.fr

Régulateurs de croissance

En fonction des génétiques, de l'implantation et de l'enracinement de la culture ainsi que des conditions climatiques, la végétation de la carotte porte-graine peut être trop importante et trop haute, sensibilisant alors la culture à la verse. L'application d'un régulateur de croissance va limiter cette verse qui perturbe le chantier de récolte et qui impacte le rendement grainier et la qualité des semences produites.

Si la culture doit être régulée, une application est déclenchée lorsque 80 % des carottes ont atteint une hauteur moyenne de 15-20 cm. Des conditions poussantes et un volume de bouillie important favorisent l'action des régulateurs. L'application fractionnée de la dose autorisée n'apporte pas de gain en efficacité par rapport à une seule application. Dans les essais menés par la FNAMS, les régulateurs autorisés sur carotte porte-graine n'ont pas eu d'incidence sur le rendement ou la faculté germinative dans les conditions d'utilisation fixées par l'homologation.

Pour connaître les régulateurs autorisés sur carotte porte-graine, consulter le site www.phytofnams.fr.

Maladies

Pour connaître les fongicides autorisés sur carotte porte-graine, consulter **www.phytofnams.fr** et **www.ephy.anses.fr**

Alternariose (*Alternaria dauci*)

Transmission et symptômes

Ce champignon est transmissible par les semences ; il se conserve aussi sur les résidus de culture durant plusieurs mois. L'alternariose est la maladie la plus fréquente sur carotte et elle est responsable de brûlures foliaires. Les taches foliaires sont brunâtres, plus ou moins allongées et sont surtout localisées en bordure de folioles. Le champignon contamine aussi les ombelles qui développent des taches nécrotiques brunes. Le cycle de développement d'*Alternaria dauci* est très rapide et cela peut se traduire sur le terrain par une explosion généralisée des symptômes sur la parcelle.

Conditions favorables

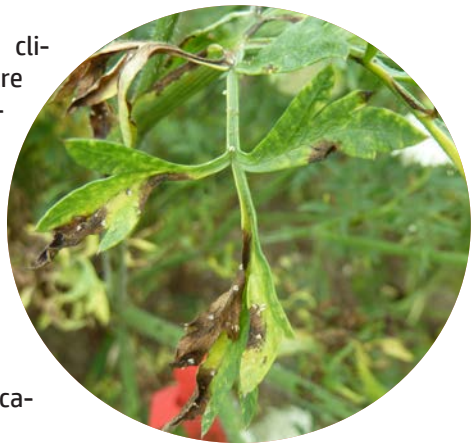
Climat doux et humide. Une température de 25°C et deux heures d'humidité sur feuilles sont les conditions optimales pour que les spores d'Alternaria germent et contaminent la plante via les stomates.

Mesures préventives

- Utiliser des semences saines ;
- Eliminer les résidus de culture de carotte ;
- Eloigner les cultures de carotte porte-graine d'une année sur l'autre.

Moyens de lutte

Lorsque les conditions climatiques citées ci-contre sont rencontrées ou prévues, une intervention fongicide est fortement conseillée. Les fongicides efficaces sont ceux autorisés sur l'usage porte-graine PPAMC, florales et potagères*TPA*maladies foliaires, ou sur l'usage carotte.

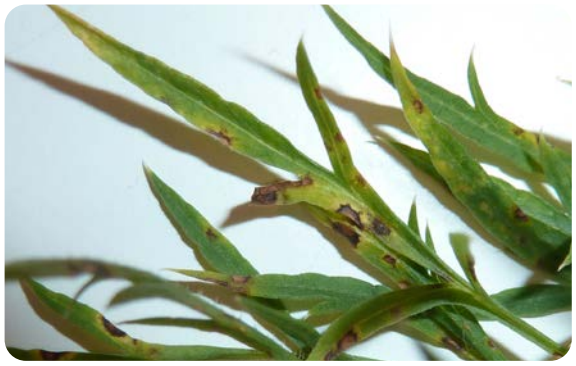


A. dauci se caractérise par des taches nécrotiques plus ou moins rondes entourées d'un halo clair diffus en bordure de foliole

Cercosporiose (*Cercospora carotae*)

Transmission et symptômes

Ce champignon, spécifique de la carotte, se conserve sur les résidus de culture et les plantes sauvages. Il contamine également les semences qui peuvent être la source primaire de l'inoculum dans le cas où des symptômes apparaissent dans une jeune culture. Ce champignon est responsable de petites taches nécrotiques arrondies bien délimitées présentes aussi bien sur feuilles que sur tiges. Ces lésions brunes ont leur centre de couleur plus claire. Des spores sont produites au niveau de ces taches ; elles se dispersent par le vent et la pluie pour atteindre une nouvelle culture de carotte à proximité. La contamination se fait via les stomates.



Les taches nécrotiques de *Cercospora,* arrondies, sont en général plus petites que celles de l'*Alternaria* et plus nombreuses, mais la distinction n'est pas toujours facile

Conditions favorables

Climat doux et humide. Une humidité des feuilles de plus de 12 heures avec une température comprise entre 20 et 30°C favorise la germination des spores et la contamination de la culture. Dans ces conditions, les symptômes apparaissent en moins d'une semaine.

Mesures préventives

- Utiliser des semences saines ;
- Eliminer les résidus de culture de carotte.

Moyens de lutte

Lorsque les conditions climatiques citées ci-dessus sont ou seront rencontrées, une intervention fongicide est fortement conseillée. Les fongicides efficaces sont ceux autorisés sur l'usage porte-graine PPAMC, florales et potagères*TPA*maladies foliaires ou sur l'usage carotte.

Phomopsis dauci / Diaporthe angelicae

Transmission et symptômes

Le champignon se conserve sur les résidus de culture. Il contamine toutes les Apiacées qu'elles soient cultivées ou sauvages. Au printemps, les périthèces présents sur les vieilles tiges libèrent des ascospores qui vont contaminer la nouvelle culture au moment de la floraison. Des études ont montré que la porte d'entrée du champignon est la fleur via les stomates et le style. *Phomopsis dauci* est un champignon vasculaire qui s'installe dans les vaisseaux conducteurs de la plante. Les symptômes sont des brunissements des ombelles, soit complets, soit par quartier. En cas d'infestation importante, *Phomospis dauci* impacte fortement le rendement grainier. En 2007, date de réapparition de la maladie en France, les cultures contaminées n'ont pas pu être récoltées.

Conditions favorables

Le risque d'apparition du *Phomopsis* sur culture d'Apiacées est élevé en cas de forte humidité en période de floraison.

Consulter la note technique disponible sur le site de la FNAMS.

Mesures préventives

- Eliminer les résidus de culture dans la culture suivante si possible par un labour. Ils sont la source primaire de l'inoculum ;
- Eloigner les cultures de carotte porte-graine d'une année sur l'autre.

Moyens de lutte

Dès le début floraison de la culture et si les conditions climatiques sont ou seront humides et douces, une intervention fongicide est fortement conseillée. Appliqué au stade fin montaison, le traitement est inutile pour lutter contre le phomopsis. Seuls quelques fongicides sont efficaces sur cette maladie.

Symptôme de grillure d'ombelle sur carotte porte-graine. La grillure, d'abord triangulaire, s'étend ensuite à l'ensemble de l'ombelle et descend sur la tige

Erysiphe heraclei (oïdium)

Transmission et symptômes

Ce champignon est fréquent sous abri mais il est plus rare en plein champ. Il infecte les feuilles en provoquant un feutrage blanc poudreux qui gagne au fur et à mesure la totalité du limbe. Il peut également se développer sur ombelles en contaminant les graines en cours de grossissement.

Des températures élevées dans la journée suivies de nuits plus fraîches et humides (rosée) sont les conditions idéales pour le développement de l'oïdium. La présence d'eau libre sur la végétation (à la suite de pluies ou d'irrigations) est en revanche défavorable au développement du champignon. Les symptômes apparaissent très rapidement après la contamination : 7 jours en conditions favorables. Cette maladie s'installe préférentiellement en fin de cycle et sur une culture stressée et notamment par la sécheresse.

Le champignon se conserve sur les apiacées sauvages.

Mesures préventives

Conduire la culture à son optimum afin d'éviter toute situation de stress hydrique ou alimentaire.

Moyens de lutte

Des fongicides biologiques ou de synthèse sont efficaces contre cette maladie avec un mode d'action curatif. Ils doivent être appliqués dès l'apparition du premier feutrage.

Les maladies racinaires

Les moyens de lutte sont limités du fait du mode de conservation des pathogènes dans le sol et de leur longue persistance.

Seules des mesures préventives sont possibles :

- Utiliser des semences saines et traitées ;
- Eliminer les résidus de culture ;
- Pratiquer la rotation des cultures ;
- Eviter les sols battants où l'humidité stagne ;
- Eviter de positionner les cultures d'une année sur l'autre sur la parcelle d'à côté.

Plusieurs champignons ou bactéries du sol sont responsables de pourritures racinaires. Une analyse est nécessaire pour identifier l'agent responsable.

Alternaria radicina est un champignon du sol qui se conserve pendant plus de 8 ans avec ou sans débris de culture. Il est aussi transmis par les semences et provoque dans ce cas des fontes de semis. *Alternaria radicina* est surtout repéré lorsqu'il provoque des nécroses au collet qui peuvent évoluer sur toute la racine. Elles sont de couleur noir foncé avec un aspect velouté – cendré. *Alternaria radicina* est également responsable de taches nécrotiques sur feuilles, tiges et ombelles qui ressemblent à celles causées par *Alternaria dauci*. Il contamine de nombreuses Apiacées sauvages et cultivées. La contamination des plantes a lieu à tous les stades de la carotte sous des températures proches de 28°C et des périodes d'humidité prolongées. Ce sont les vieilles feuilles qui sont souvent la porte d'entrée de l'infection.

Pectobacterium carotovorum est une bactérie du sol, présente aussi dans l'air, l'eau et sur les insectes. C'est une bactérie pectinolytique qui détruit, via des enzymes, la paroi des cellules végétales de la racine. Les zones d'infection deviennent molles, visqueuses avec une odeur nauséabonde. Cette bactérie contamine de nombreux hôtes ; la rotation des cultures comme mesure préventive a une action limitée.

Sclerotinia sclerotiorum peut se manifester en culture de carotte porte-graine. Il est responsable de dépérissement de pieds en s'attaquant à la racine ou au collet des plantes. La présence de feutrage cotonneux et de sclérotes noires sur les organes attaqués facilite le diagnostic. Ce champignon du sol a été également observé sur ombelles proches du sol dans des cultures de carotte porte-graine versées. *Sclerotinia sclerotiorum* contamine de nombreux hôtes, rendant difficile la rotation des cultures comme mesure préventive. La succession dans la rotation de cultures sensibles comme les légumineuses ou le colza doit inciter le multiplicateur à appliquer au moment de la préparation du sol le champignon parasite : *Coniothyrium minitans.*

Fusarium sp (*F. tricinctum, F. avenaceum, F. graminearum...*) est une maladie identifiée en 2016 en Beauce. Elle a été détectée dans une grande majorité des bassins de production (Beauce, Berry, Sud-ouest). Elle est responsable de nécroses noires apparaissant sur la racine, et en majorité sur le collet. Le champignon pénètre à l'intérieur de la racine et gagne les troncs vasculaires. Ces symptômes sont pour l'instant repérés en sortie hiver. Cette maladie touche les carottes hybrides en majorité, mais des symptômes en carotte population ont aussi été détectés. Les sols battants et tassés, où l'humidité stagne, favorisent les attaques. Les symptômes sont fréquemment observés en bordures de parcelles de part et d'autre des passages de pulvérisateur. Les résidus de paille enfouis en surface du sol semblent être la source de contaminations. Le développement en foyers de la maladie rend la lutte difficile. Des essais semblent identifier quelques fongicides efficaces.

Rhizoctone violet et ***Pythium sp.*** peuvent être rencontrés en culture de carotte porte-graine et entraîner des nécroses racinaires.

Symptôme de fusariose sur racine.
L'alimentation des feuilles est perturbée suite à la nécrose racinaire

Sclérotes et feutrage cotonneux permettent d'identifier le sclérotinia

Les bactérioses de la carotte
Xanthomonas hortorum pv. carotae (ou Xhc)

Transmission et symptômes

La source primaire de l'inoculum est la semence contaminée (contamination interne). Cette bactérie peut aussi être présente dans l'environnement (des adventices comme la véronique ou les graminées sont porteuses saines de la bactérie). La bactérie se propage de plantes à plantes par l'intermédiaire de la pluie et des irrigations. Elle est responsable de taches foliaires angulaires souvent confondues avec l'alternariose en bordure de limbe. Dans des cultures où la contamination par la bactérie est élevée, des symptômes sur ombelles peuvent être observés.

Symptômes de Xanthomonas sur tiges et feuilles.
On peut remarquer l'aspect "huileux" caractéristique.

Conditions favorables

Températures douces et conditions humides.

Mesures préventives

- Utiliser des semences saines ;
- Eliminer les résidus de culture de carotte ;
- Les adventices étant aussi source de l'inoculum et la bactérie se propageant par les gouttes d'eau, contrôler l'enherbement des cultures et éviter de circuler lorsque les plantes sont humides.

Moyens de lutte

Les moyens de lutte en culture sont inexistants, l'utilisation de semences saines et contrôlées est impératif.

Cette maladie n'a été qu'exceptionnellement observée en France.

Candidatus Liberibacter solanacearum

Transmission et symptômes

C'est une bactérie du phloème responsable de désordres végétatifs aussi bien sur solanacées que sur Apiacées. En France, compte tenu des haplotypes présents, la bactérie n'est signalée que sur Apiacées (carotte, céleri, persil) et en particulier sur carotte ; elle a été détectée dans tous les bassins de production. Les symptômes observés sont soit des blocages de croissance, soit (et c'est le cas le plus fréquent) un développement anarchique de tiges grêles. Certaines plantes peuvent ne pas présenter de symptômes et croître normalement. Cette bactérie est souvent confondue avec des symptômes d'Aster Yellow, seule une analyse peut les différencier. Elle est transmise par des insectes vecteurs : les psylles. Cette bactérie a également été détectée sur de nombreuses adventices. Il est possible de la détecter sur les semences mais elle n'est pas transmissible par celles-ci.

Moyens de lutte

Seule la lutte contre le vecteur peut réduire la propagation de la bactérie, mais les attaques généralisées graves sont exceptionnelles en culture.

Radicelles fortement développées et départs anarchiques de nouvelles pousses au niveau du collet. Ces symptômes accompagnés d'un jaunissement du feuillage font craindre une contamination de la plante par *Candidatus* Liberibacter solanacearum.

Ravageurs

Pour connaître les insecticides autorisés sur carotte porte-graine, consulter **www.phytofnams.fr** et **www.ephy.anses.fr**

La mouche de la carotte - *Psila rosae* F.

Symptômes

Ce sont les larves se développant dans le sol qui sont responsables de dégâts sur le système racinaire. Toutes les Apiacées sont touchées par ce ravageur, qu'elles soient sauvages ou cultivées. Selon le stade de la culture, la mouche de la carotte provoque des pertes de plantules ou des affaiblissements de plantes suite aux galeries qu'elle creuse dans la racine. Par ailleurs, ces galeries sont des portes d'entrée pour des pathogènes secondaires.

Galerie due à la larve de la mouche de la carotte

Conditions favorables

Sol riche en matière organique, environnement boisé avec une succession fréquente de cultures favorables. 3 vols / an : septembre, avril et juin.

Mesures préventives

Eloigner les cultures de carotte porte-graine d'une année sur l'autre.

Moyens de lutte

Traitement de sol obligatoire dans les zones à risque (parcelle entourée d'arbres, succession de cultures d'Apiacées dans un environnement proche, dégâts régulièrement observés). En fin de persistance du traitement de sol (1 mois après le semis) et en période de vol de la mouche (consulter le BSV de votre région), intervenir avec un insecticide foliaire.

Les limaces - *Arion* spp. et *Derocera* spp.

Symptômes

Destruction de plantules avec un niveau de gravité important sur de jeunes cultures.

Conditions favorables

Sol humide, température douce. La limace se réfugie dans le sol en attendant le retour des pluies. Lorsque l'humidité apparaît, la limace part à la recherche de nourriture. Les sols argileux, creux et motteux sont favorables aux limaces. Par ailleurs, un couvert végétal dense constitue un milieu très favorable à l'activité et à la multiplication des limaces. Elles y retrouvent un abri permanent, des conditions climatiques favorables (faible luminosité, humidité élevée) et une nourriture abondante. Les parcelles où le travail est souvent superficiel, où des pailles ou des résidus de cultures restent en surface, sont aussi des sites à risque élevé d'attaques de limaces.

Mesures préventives

Réaliser un travail du sol pour éliminer les zones refuges des limaces.

Moyens de lutte

Il existe des pièges qui permettent de repérer les limaces et des outils qui aident l'agriculteur à décider de la nécessité ou non d'un traitement molluscicide. Dans les parcelles à risque (voir critères ci-dessus), le traitement est fortement conseillé.

Derocera reticulatum - Photo ACTA

Les taupins - Agriotes spp. et Athous spp.

Symptômes

Les adultes n'occasionnent pas de dégâts en culture, ce sont les larves qui se développent dans le sol qui les provoquent. Comme la mouche de la carotte, les taupins sont responsables de disparition de plantules en cas d'attaque sur une jeune culture ou d'affaiblissements de plantes et de croissances bloquées lorsque l'attaque se fait sur des carottes développées (photo ci-dessus).

Dégât de taupins

Conditions favorables

Les pontes des taupins sont annuelles et échelonnées même si un pic de ponte a souvent lieu en fin de printemps. Les larves ont une préférence pour les sols humides et lorsque les températures sont comprises entre 10 et 26°C, les larves sont actives et se déplacent dans les 60 premiers cm du sol.

Mesures préventives

Le piégeage de masse ne permet pas de réguler les populations de taupins (étude ACTA). Le travail du sol préconisé pour détruire les œufs est impossible sur carotte du fait de la période d'implantation de la carotte porte-graine.

Moyens de lutte

Un traitement de sol va permettre de gérer les attaques à la levée. Par contre, aucune solution n'est possible pour les attaques tardives (printemps).

Les pucerons

Les pucerons fréquemment rencontrés sur carotte sont :

- *Cavariella aegopodii ;*
- *Semiaphis dauci ;*
- *Myzus persicae ;*
- *Macrosiphum euphorbiae ;*
- *Aulacorthum solani.*

A cela s'ajoute le puceron des racines, *Dysaphis crataegi.*

Symptômes

Les piqûres provoquent des affaiblissements de plantes et des retards de croissance pour les dégâts directs. Les pucerons sont aussi responsables de dégâts indirects en transmettant des virus.

Population importante de pucerons verts sur les ombelles

Conditions favorables

La pression pucerons est d'autant plus élevée que l'automne et l'hiver sont doux. Sur culture d'hybride, ces ravageurs sont à surveiller particulièrement avant le bâchage des mâles.

Mesures préventives

Limiter les interventions insecticides afin de préserver les auxiliaires (coccinelles, hyménoptères parasitoïdes, syrphes) qui régulent naturellement les faibles infestations.

Moyens de lutte

N'intervenir qu'en présence avérée de pucerons et à un niveau d'infestation élevé. Préférer des insecticides compatibles avec la faune auxiliaire.

Dysaphis crateagi peut être observé en plein champ mais c'est sous abri qu'il est le plus souvent détecté

Les punaises
Orthops kalmii L., *Lygus rugulipennis* Poppius et *Lygus pratensis* L.

Symptômes

Le rôle des punaises dans les défauts de germination des semences de carotte a été démontré. Leurs piqûres sur fleurs ou sur jeunes graines détériorent les semences qui se retrouvent alors soit sans embryon, soit avec un embryon nécrosé. La faculté germinative de ces graines est altérée.

Conditions favorables

Surveiller l'arrivée des punaises à l'approche de la floraison. La pression est d'autant plus élevée que des Apiacées sont régulièrement présentes dans l'environnement. Bien que présentes dans les carottes dès la floraison des ombelles d'ordre I, les populations de punaises sont à surveiller particulièrement à l'approche de la floraison des ombelles d'ordre III. Un frappage des ombelles doit être effectué impérativement à cette période, pour évaluer les niveaux de population.

Mesures préventives

Aucune.

Moyens de lutte

Une pression supérieure à 10 punaises sur 50 ombelles à partir du stade début floraison peut engendrer des problèmes de production. Néanmoins, une intervention insecticide après la floraison des ombelles tertiaires (si la pression en punaises le justifie) suffit généralement à conserver une bonne germination des semences. Il faut éviter de traiter en floraison pour préserver les insectes pollinisateurs, et raisonner le nombre d'interventions car des cas de résistances aux pyréthrinoïdes existent déjà aux USA.

Consulter la note technique
disponible sur le site de la FNAMS.

A ce stade de l'ombelle, les piqûres de punaises sont à l'origine de défauts de germination des graines.

Les larves d'Orthops et Lygus causent également des dégâts. Elles sont plus sensibles aux interventions insecticides.

Graphosoma lineatum

Graphosoma lineatum est une grosse punaise, moins fréquente qu'Orthops et Lygus, rayée rouge et noir. Ces punaises peuvent être observées en parcelles mais leur population est souvent modérée et n'impacte pas ou très peu les cultures.

Graphosoma lineatum

Les psylles - *Bactericera trigonica* Hodkinson, *Bactericera nigricornis* Foerster

La femelle pond des oeufs orangés et pédonculés en marge des feuilles de carotte. La larve s'installe préférentiellement sur la face inférieure des feuilles. Elle est de couleur beige clair en été et marron au cours de l'hiver. Différents stades de développement peuvent être visibles sur les plantes. La larve est peu mobile.

Symptômes

Le psylle est un insecte piqueur suceur des parties aériennes. Les dégâts directs sur carotte porte-graine sont faibles, hormis dans des très rares cas où les populations sont exceptionnellement importantes et peuvent provoquer des retards de croissance. Aujourd'hui, ce sont les dégâts indirects qu'il provoque qui peuvent être problématiques car ces psylles sont vecteurs de phytoplasmes et bactéries du phloème dont *Candidatus* Liberibacter solanacearum (voir la partie sur les maladies).

Conditions favorables

Tous les bassins de production (maraîchage et semences) sont concernés par ce ravageur.

Régulation naturelle

Des hyménoptères parasitoïdes ont été repérés en Beauce et en particulier en été lorsque la population de psylles dans les carottes porte-graine est élevée. La femelle de cet auxiliaire pond dans les larves de psylle qui ne vont plus s'alimenter ni se déplacer.

Moyens de lutte

Le psylle est présent sur quasiment toutes les parcelles et presque toute l'année, ce qui rend la lutte infaisable et inutile.

Le comportement et la taille du psylle adulte font qu'il est difficilement visible sur les plantes de plein champ.

Les carabes - *Ophonus* sp.

Ponctuellement, ces ravageurs sont observés dans les cultures. Les adultes se cachent dans les ombelles et grignotent les graines en cours de grossissement.

Leur consommation provoque l'apparition de trous dans l'ombelle.
Les traitements ciblant les punaises ont une efficacité sur ce ravageur.

Les carabes sont moins courants depuis que le traitement visant les punaises est réalisé en fin de floraison de la carotte.

Mouche

Syrphe

Pollinisation

La pollinisation est l'ensemble des processus comprenant le transport du pollen depuis les organes mâles (étamines) jusqu'aux organes femelles (pistil), puis la germination du pollen sur les stigmates et l'acheminement des gamètes mâles (les noyaux spermatiques) via les tubes polliniques jusqu'à l'ovule.

Les fleurs de carotte étant allogames, le pollen doit provenir d'une autre fleur de carotte. La pollinisation de la carotte est entomophile : elle est effectuée quasi-exclusivement par les insectes. Les pollinisateurs essentiels de la carotte sont les diptères (syrphes, mouches), les abeilles sauvages (abeilles solitaires), les bourdons et les abeilles domestiques souvent apportées dans les parcelles. Des études ont montré qu'il existe une compétition entre tous les pollinisateurs qui contribue au succès de la pollinisation. L'efficacité de la pollinisation dépend de nombreux facteurs : la densité des pollinisateurs dans la culture, l'attractivité des fleurs pour les insectes pollinisateurs (quantité de ressources en nectar et en pollen qu'elles produisent) qui peut dépendre des lignées, les conditions météorologiques, les pratiques culturales (irrigation, fertilisation...).

Sur carottes hybrides, le succès de la pollinisation repose aussi sur la synchronisation entre la lignée mâle fertile et la lignée mâle stérile. La lignée mâle fertile doit émettre du pollen lorsque les stigmates de la lignée mâle stérile sont réceptifs. En cas de manque de synchronisation, un défaut de pollinisation des ombelles d'ordre I peut être observé, alors que cet ordre assure généralement entre 10 et 30 % du rendement grainier (cf. "la récolte").

La fécondation d'une fleur de carotte, au moment où les stigmates sont réceptifs, a lieu lorsque l'on observe la séparation des styles, la turgescence des stigmates et la chute des pétales. Si la fleur a été bien pollinisée, la fécondation entraîne un grossissement des ovaires, les stigmates brunissent et les barbes de l'ovaire s'allongent ; c'est le début de la nouaison.

La durée de floraison d'une carotte porte-graine est en moyenne d'un mois et demi. Cependant, selon les conditions météorologiques, en particulier en fonction de la température, la durée de floraison de la plante peut être raccourcie (températures > 30°C) ou rallongée. Par ailleurs, des températures élevées de plus de 30°C peuvent perturber le fonctionnement des fleurs et conduire à des avortements.

En carotte population, il existe un lien fort entre la densité d'insectes pollinisateurs pendant la floraison et le rendement. C'est également le cas en production de carotte hybride, mais la pollinisation des carottes est dans ce cas plus complexe car les insectes pollinisateurs doivent passer de la lignée mâle fertile à la lignée mâle stérile pour effectuer le transfert du pollen et donc pour assurer la pollinisation. Pour les abeilles domestiques, sur ces types hybrides, ce sont essentiellement les butineuses de nectar qui vont assurer le transfert de pollen d'une lignée à l'autre.

Abeille domestique butineuse de nectar. Le pollen libre accroché sur son corps féconde les fleurs.

Butineuse de pollen

Dans la pratique

Pour compléter l'action des insectes pollinisateurs sauvages présents naturellement, des colonies d'abeilles domestiques sont apportées dans les carottes porte-graine. La charge en colonies varie en moyenne de 2 colonies / ha pour les carottes populations à 5 colonies / ha pour les carottes hybrides. Les ruches sont apportées en une ou deux fois après le début de la floraison des ombelles primaires (pétales bien étalés). L'idéal est de les positionner au plus près de la culture à polliniser ou de les répartir, notamment lorsque la parcelle est très longue (plus de 300 m de long). Il a en effet été montré la faible dispersion des butineuses à l'intérieur de la parcelle.

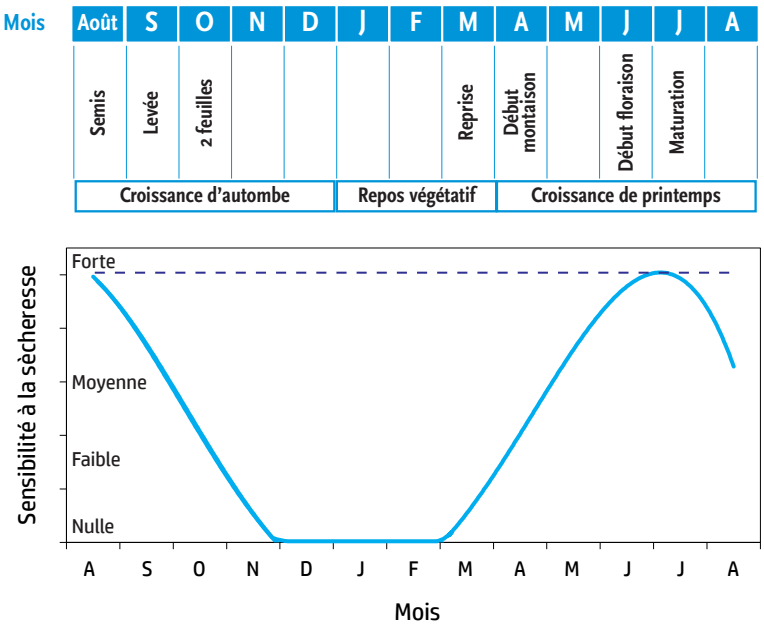
Irrigation

Les besoins en eau

Semis-levée : Des apports d'eau en août-septembre, au moment de la période semis-levée, sont très souvent indispensables pour humecter les premiers centimètres du sol et assurer une bonne implantation.

Montaison-début floraison : Après la phase hivernale, qui a permis en principe de reconstituer la réserve en eau du sol, les besoins en eau de la plante augmentent progressivement entre le début de montaison et la floraison. Un stress hydrique modéré pendant la montaison ne nuit pas, au contraire, au rendement final. Sauf en conditions de sécheresse durant lesquelles la réserve du sol se vide très tôt, l'irrigation en montaison ne se justifie pas.

Floraison-maturation : Durant cette phase clé, qui dure environ un mois et demi, un déficit hydrique peut impacter fortement le rendement, le PMG et le calibre de semences. L'irrigation est alors souvent indispensable pour satisfaire les besoins de la plante.



Cycle de développement de la carotte porte-graine et sensibilité au stress hydrique

Pilotage de l'irrigation

Le besoin en irrigation va dépendre des conditions climatiques de l'année et de l'état de réserve hydrique du sol. Le pilotage de l'irrigation peut s'appuyer sur le bilan hydrique et / ou un suivi tensiométrique.

Durant la montaison, n'intervenir que si la réserve en eau du sol descend à 30 % de la réserve utile.

Pendant la phase sensible (floraison-maturation), la consommation de la plante est proche de l'évapotranspiration potentielle, ETP, (coefficient cultural k=1). Par conséquent, les apports d'eau doivent compenser la demande climatique, tout en maintenant la réserve en eau du sol à un bon niveau. Ces apports peuvent être calculés de façon hebdomadaire :

Irrigation (mm) =

somme des ETP quotidiennes

–

somme des pluies quotidiennes

Pilotage aux sondes tensiométriques

Les sondes sont positionnées au printemps (mars – avril), dans une zone représentative de la parcelle (au moins 50 mètres des bordures, à une dizaine de mètres du passage de l'enrouleur). Il est conseillé d'installer 6 sondes par parcelle (3 à 30 cm et 3 à 60 cm de profondeur), sur le rang (rangs femelles en hybride). Les sondes sont espacées d'environ 1 m. entre elles. Le pilotage s'appuie sur les tensions lues à 60 cm (cf tableau). Les sondes à 30 cm servent à anticiper les dessèchements de sol.

Seuils tensiométriques pour le déclenchement des apports (sondes 60 cm)

	Phase	
	Montaison	De début floraison à fin floraison
Seuil de déclenchement	100 cb	60 cb

Attention, ces irrigations doivent être pilotées de manière à limiter la verse et le développement de maladies comme l'alternaria. De plus, les aspersions perturbent la pollinisation. Ainsi elles doivent être réalisées en début de nuit, de manière à ne pas perturber l'action des pollinisateurs et la production de pollen par les fleurs.

Récolte

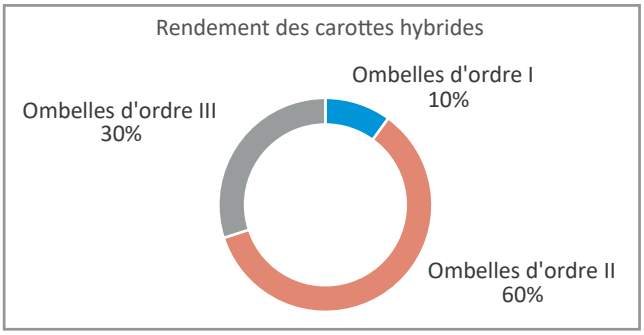
Le rendement varie en fonction du type de production de semences à produire (populations ou hybrides) et de la génétique à multiplier. L'objectif de rendement est précisé dans le contrat de multiplication. Il est en moyenne de 350 kg/ha pour les hybrides et 550 kg/ha pour les populations. Ce rendement est variable d'une année à l'autre et d'une variété à l'autre. La carotte porte-graine est une culture à risque qui ne permet pas d'apporter une régularité de revenu.

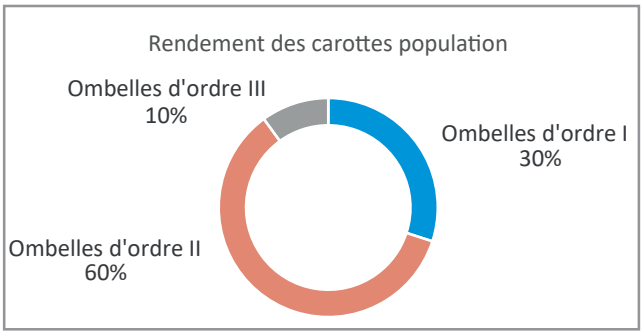
Le rendement d'une carotte hybride est assuré en moyenne pour 10 % par les ombelles d'ordre I, 60 % pour les ombelles d'ordre II et 30 % pour les ombelles d'ordre III. Pour les carottes populations, les ombelles d'ordre I assurent en moyenne 30 % du rendement, les ombelles d'ordre II, 60 % et les ombelles d'ordre III 10 % (figures ci-dessous). Cette différence de contribution des ordres d'ombelles entre hybrides et populations s'explique en partie par les défauts de synchronisation de la lignée mâle fertile avec la lignée mâle stérile. Ainsi, le multiplicateur de semences hybrides doit prendre en compte la maturité des ombelles d'ordre III dans sa décision de récolte.

C'est au cours de la maturation des graines et notamment lorsque la teneur en eau de l'ombelle est inférieure à 50 % que la faculté germinative et le PMG sont atteints. Au cours du brunissement des ombelles, la graine ne va plus évoluer en taille mais l'embryon va poursuivre sa croissance en acquérant une vigueur germinative.

L'aspect de la culture (forte végétation, verse importante), les conditions climatiques et le risque d'égrenage sont à prendre en compte pour fixer la date de récolte.

A ce jour, aucun produit dessiccant efficace n'existe. L'andainage est désormais la seule solution pour obtenir une végétation apte à être battue.





Contribution des ombelles selon leur ordre au rendement grainier des carottes hybrides (à gauche) et populations (à droite).

Andainage des carottes porte-graine

L'andainage

L'andainage va permettre aux ombelles les plus tardives de poursuivre leur maturation durant la phase de dessiccation.

	Andainage
Stade de la culture	Entre début brunissement et 50 % des ombelles d'ordre II brunissantes Couleur brun-beige des ombelles II visuellement sur la parcelle Risque d'égrenage des ombelles d'ordre I si le brunissement des ombelles d'ordre II est déjà bien avancé (couleur brun-marron)
Conditions climatiques	Si pluies et vent sont annoncés dans les jours à venir, laisser la culture en place et décaler l'andainage
Avantages	Humidité homogène du lot récolte Facilité de battage Poursuite de la maturation des semences avec gain en FG
Inconvénients	Fragilité des graines trop desséchées Déchets accrus si pailles trop disséquées Matériel spécifique nécessaire Risque d'égrenage sur les ombelles d'ordre I (si non respect du stade) Risque de perte en qualité du lot récolte (si pluies permanentes sur andains) En cas de végétation importante et verse de la culture : difficulté pour andainer, perte en eau plus longue et risque de pourriture des andains avec altération de la qualité des semences
Matériels et conseils pratiques	Andaineuse automotrice (plusieurs constructeurs) Andaineuse portée : à l'avant du tracteur ou en poste inversé Intervention tôt le matin ou dans la journée si l'hygrométrie est élevée

Stade de déclenchement de l'andainage de la carotte porte-graine : 100 % des ombelles primaires brunes et début brunissement des ombelles secondaires.

Le battage

Le battage est réalisé à l'aide d'une moissonneuse-batteuse conventionnelle ou axiale. Il est déclenché en fonction de l'humidité de l'andain et des conditions climatiques qui suivent la dessiccation. Il sera réalisé en moyenne 2 à 8 jours après l'andainage.

Caractéristiques du produit à battre

- Humidité de la végétation à battre : 10 à 12 % ;
- Aspect des ombelles : ombelles II brisantes dans la main.

Afin de limiter le taux de déchets, éviter que les pailles soient totalement brisantes. La reprise des andains sera réalisée côté ombelles avec la moissonneuse-batteuse équipée de la barre de coupe traditionnelle ou équipée d'un pick-up spécifique à tapis « toile » (plusieurs constructeurs) qui facilite la reprise des andains et limite les pertes au sol.

Attention, il ne faut pas chercher à faire une récolte propre sous peine d'altérer rendement et qualité des semences récoltées. 30 à 50 % de déchets en trémie sont acceptables.

La vitesse de rotation du batteur ou du rotor est adaptée à l'humidité de la culture : plus elle est faible, plus le battage peut être doux.

	Préconisations de réglages de la moissonneuse-batteuse
Vitesse de rotation du batteur	9 à 18 m/s (voire jusque 23 m/s sur les axiales) soit 600 à 800 tours/min pour un batteur de 45 cm ou jusqu'à 450 à 570 tr/mn pour un batteur de 60 cm
Ecartement batteur / contre-batteur	**Moissonneuse-batteuse conventionnelle ou hybride :** Equipement céréales Ecartement : 30 à 50 mm (avant) 10 à 15 mm (arrière) **Moissonneuse batteuse axiale :** Contre-rotor céréales partie battage – corbeilles lisses partie séparation, la dernière peut être obstruée afin de limiter les déchets sur les grilles Ecartement : 15 - 35 mm suivant l'état de dessiccation Si mal dessiqué ou variété difficile à battre : resserrer mais attention à l'ébarbage excessif des semences (cela les rendrait intriables avec les graines d'helminthie)
Ventilation	Faible : 450 tr/mn à adapter suivant le volume, l'état d'humidité de la végétation et le taux d'hygrométrie de l'air (heure de récolte) Obstruer en partie les entrées du ventilateur si celui-ci est au minimum de régime et qu'il existe encore des pertes en sortie de grilles
Grilles supérieures	Ouverture environ 10 à 15 mm
Grilles inférieures	• à trous ronds : diamètre de 4 mm • réglables : 4 – 6 mm
Vitesse d'avancement	2,5 à 3 km/h. Pour assurer un battage optimal, augmenter la vitesse afin de charger davantage la machine si les conditions de récoltes sont favorables

La récolte ne se termine pas après le battage. Le lot récolté risque de chauffer très rapidement et sa qualité peut vite se dégrader. Après le battage, l'humidité des graines peut varier de 10 à 30 %. Les excès d'humidité sont souvent observés dans les lots où le niveau d'impuretés (déchets verts) est important. En cas d'humidité supérieure à 13 % (taux à obtenir), le lot récolté doit être séché à température ambiante pendant au moins 24 heures. Ce séchage doit démarrer rapidement après le battage.

Consulter la note technique « Récolte de la carotte : quelques règles à respecter » et les guides pratiques Récolte et Séchage où les étapes de la récolte et du séchage des semences de plus de 50 espèces sont présentées. Ces documents sont disponibles sur www.fnams.fr.

Pré-nettoyage

Un pré-nettoyage peut être nécessaire car le taux d'impuretés est élevé. Il ne peut être réalisé que si le lot de semences est parfaitement sec. Le pourcentage de déchets restants après un pré-nettoyage sans ébarbage est de l'ordre de 20 %. Le pré-nettoyage abaisse le taux d'humidité du lot et améliore sa conservation.

Avant de se lancer dans le pré-nettoyage, une vérification des déchets rejetés est indispensable afin d'adapter les recommandations de grilles (ci-dessous) au lot récolté.

Réglages des grilles sur les deux grands types de nettoyeur séparateur

	Pré-nettoyeurs à grilles planes sur deux niveaux équipés d'une aspiration	Pré-nettoyeurs rotatifs à grilles cylindriques (souvent au nombre de 3) équipés d'une aspiration
	Mouvement horizontal et alternatif. Maintien des déchets grossiers sur les grilles supérieures et des bonnes graines sur la grille inférieure. Les déchets fins passent à travers la grille inférieure.	Tamisage par roulement des graines avec élimination des déchets fins au travers de la grille d'entrée (grille à perforations fines), les bonnes graines passent ensuite au travers de la seconde grille (grille du milieu), alors que les déchets grossiers sont retenus par la dernière sur la grille de sortie.
Carotte population	Grille supérieure – trous ronds : 3 à 3,5 mm Grille inférieure – trous ronds : 1 mm	Grille entrée – trous ronds : 1 mm Grille milieu – trous ronds : 3,5 mm Grille sortie – trous ronds : 4 mm
Carotte hybride	Grille supérieure – trous ronds : 3,5 à 4 mm Grille inférieure – trous ronds : 1 à 1,2 mm	Grille entrée – trous ronds : 1 à 1,2 mm Grille milieu – trous ronds : 3,5 mm Grille sortie – trous ronds : 4,5 mm

Le pré-nettoyage permet d'amener un lot en dessous de 30 % de déchets autres que des graines (taux de déchets maximum d'un lot de semences de carotte permettant de faire un agréage sur échantillon) ; il n'a pas pour objectif de le rendre propre sous peine de perdre du rendement en éliminant des bonnes graines.

Après le pré-nettoyage, le lot doit être de nouveau ventilé.

Graines d'autres plantes et triage

Difficultés d'élimination des graines selon l'espèce, dans un lot de semences de carotte

Intriables	Très difficiles à trier avec de fortes pertes de semences		Moins difficiles à trier mais avec de fortes pertes de semences		Faciles à trier avec de faibles pertes de semences	
• carotte • sétaire (petite) • torilis	• anthémis des champs • ammi élevé • arroche étalée • centaurée jacée • chicorées • digitaire	• helminthie • millet • morelle noire • panic pied de coq • persil • phacélie	• chardon • ciguë • lampsane • luzerne cultivée • matricaire inodore • oignon • plantain lancéolé	• radis • ray-grass • renouée des oiseaux • renouée persicaire • sétaire glauque • verveine officinale	• amarante • chénopodes • colza • chou, navet • gaillets • géranium disséqué	• laitue • mauve • rumex • sanve • trèfle violet • vesse hérissée

Les pertes peuvent être plus ou moins importantes selon les objectifs de pureté spécifique précisés dans le contrat de multiplication. Dans le cas des graines d'adventices très difficiles à trier comme des graines de morelle, leur présence dans un lot de semences de carotte entraîne une augmentation du taux de déchets pouvant aller jusqu'à 10 % avec une norme de pureté spécifique de 95 %. Si cette norme est plus stricte (99 % contre 95 %), le taux de déchets supplémentaire peut atteindre 20 %.

Important : L'utilisation d'un trieur optique dans le process de triage permet aujourd'hui d'éliminer la majorité des graines citées dans le tableau ci-dessus, dès lors que la couleur est différente de celle des semences de carotte.

Réglementation et production

Agréage

Les normes et conditions d'agréage sont précisées dans la convention-type de multiplication élaborée au sein de l'interprofession (SEMAE) et agréée par le Ministère de l'Agriculture et en particulier au niveau de son annexe potagère.

Deux possibilités sont prévues :

- Agréage sur les résultats d'analyse d'un échantillon issu d'un prélèvement représentatif, contradictoire et plombé, analysé dans un laboratoire reconnu par les deux partenaires ;
- Agréage sur les résultats du triage usine, réalisé sur la chaîne de l'établissement. Dans ce cas, avant le nettoyage du lot, des échantillons représentatifs et contradictoires seront obligatoirement prélevés et, en cas de litige, l'agréage se fera : pour le taux de déchets, sur la base de la moyenne du résultat du triage usine et de l'analyse d'un échantillon et pour les autres critères, sur la base du résultat d'analyse de l'échantillon.

La méthode d'agréage choisie doit être précisée dans le contrat.

Les normes interprofessionnelles d'agréage d'un lot (sauf conditions particulières précisées sur le contrat) sont les suivantes :

- Teneur en eau : 9 %
- Pureté spécifique minimale : 95 %
- Teneur maximum en graines d'autres espèces de plante : 1 %
- Faculté germinative : 80 %

La récolte à payer est calculée par rapport au poids de semences ramenées aux normes par un triage approprié.

La convention-type est téléchargeable sur les sites internet de SEMAE et de la FNAMS.

Economie

Charges directes de la culture (€/ha)

Récolte 2021	Carotte population	Carotte hybride
Intrants (protection phytosanitaires, fertilisation, pollinisation...)	962	2058
Irrigation	174	324
Mécanisation (préparation du sol, semis, pulvérisation, récolte, séchage...)	646	815
Main d'oeuvre	401	911
Charges variables diverses (assurance, analyses, cotisations...)	141	492
TOTAL	**2 324**	**4 600**

Ces charges directes ont été calculées pour un itinéraire technique « à dire d'expert ».

Les charges directes ne représentent pas le coût complet qui inclut en plus les charges fixes : foncier, fermage, rémunération des capitaux propres, provision pour pertes...

FNAMS
Fédération
Nationale
des Agriculteurs
Multiplicateurs
de Semences

La FNAMS
Un réseau national de proximité, toujours connecté, à vos côtés !

Retrouvez gratuitement toutes les informations sur fnams.fr et optimisez votre production !

Consultez

fnams.fr

Un site internet dédié à vos cultures porte-graine : itinéraires et guides techniques, vos interlocuteurs, les évènements...

Interrogez

phytofnams.fr

Le site qui référence les produits phytosanitaires homologués par usage et par culture

Recevez

FNAMS Info

La newsletter dédiée à l'actualité de vos productions de semences

Lisez

Bulletin Semences

Le seul magazine consacré à vos cultures, retrouver sur fnams.fr

Suivez

@LaFNAMS

Twitter : en temps réel, l'information de l'ensemble des acteurs de la filière

Visionnez

fnams semences

YouTube : des vidéos de récolte, d'andainage, de conseils de production

Partagez

FNAMS

Linkedin : la Fnams, présente sur le réseau social professionnel

Regardez

@lafnams

Instagram : vos champs en images sur le compte de la Fnams

www.fnams.fr
contact@fnams.fr
Tél : 01 44 82 73 33

La FNAMS, un réseau de spécialistes

www.fnams.fr

Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences

74, rue Jean-Jacques Rousseau - 75001 Paris - Tél : 01 84 82 73 33 - contact@fnams.fr

Service technique

Directeur
Jean-Albert Fougereux

Administration et vie professionnelle

Directeur
Anne Gayraud

Comptabilité
Sika Retz

Service du personnel
Cécile Zakaria

Informatique
Françoise Ancher

Rédacteur en chef de Bulletin Semences
Ingénieur agro-économiste
Louis-Marie Colcombet

Secrétaire de rédaction
Bulletin Semences
Marie Bomard

Responsable Communication
Valérie Trjiean
Chargée de projet communication
Marine Augagneur

Centre technique des semences

Chef de service Céréales et protéagineux
Ingénieur d'études
Claude-Emmanuel Koutouan

Chef de service Fourragères
François Deneufbourg

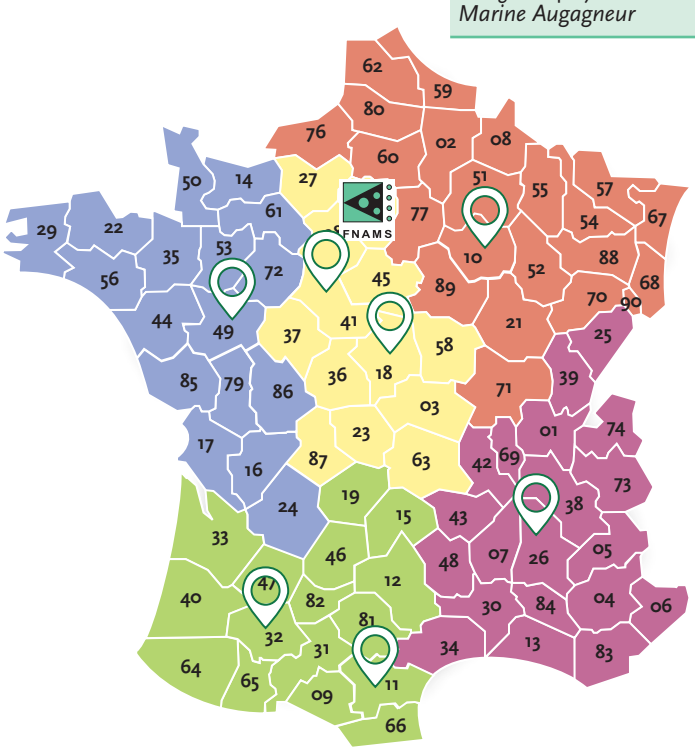
Chef de service Potagères
Emmanuelle Laurent

Ingénieurs d'études

Coraline Ravenel

Camille Guérin

Benjamin Coussy



Grand Ouest

Ingénieur régional
Serge Bouet

Techniciens
Vincent Odeau, Yseult Pateau, Valentin Poirier, Vincent Simon

FNAMS - Impasse du Verger - Brain-sur-l'Authion
49800 Loire-Authion
Tél : 02 41 80 91 00

Sud Ouest

Chef de service Betteraves
Ingénieur régional
Fernand Roques

Techniciens
Elodie Gauvin, Lionel Gazzola

FNAMS - La Sablière - Route de Lectoure
32100 Condom
Tél : 05 62 68 25 39

Ingénieure régionale
Spécialiste agriculture biologique
Laura Brun

Technicien
Laurent Boissière

FNAMS - 670 av. du Docteur Guilhem
11400 Castelnaudary
Tél : 04 68 94 10 08

Centre

Ingénieure régionale
Marion Bouviala

Technicienne
Claude Laurain

FNAMS - Maison de l'Agriculture
2701 Route de d'Orléans
18 230 Saint Doulchard
Tél : 02 48 23 04 00

Ingénieure régionale - Référente BPE
Elise Morel

Technicien
Gautier Fourment

FNAMS - 45 voie Romaine - BP 23 - Ouzouer-le-Marché
41240 Beauce-la-Romaine
Tél : 02 54 82 33 26

Nord Est

Ingénieure régionale
Charlène Buridant

Technicien
Dylan Faucher

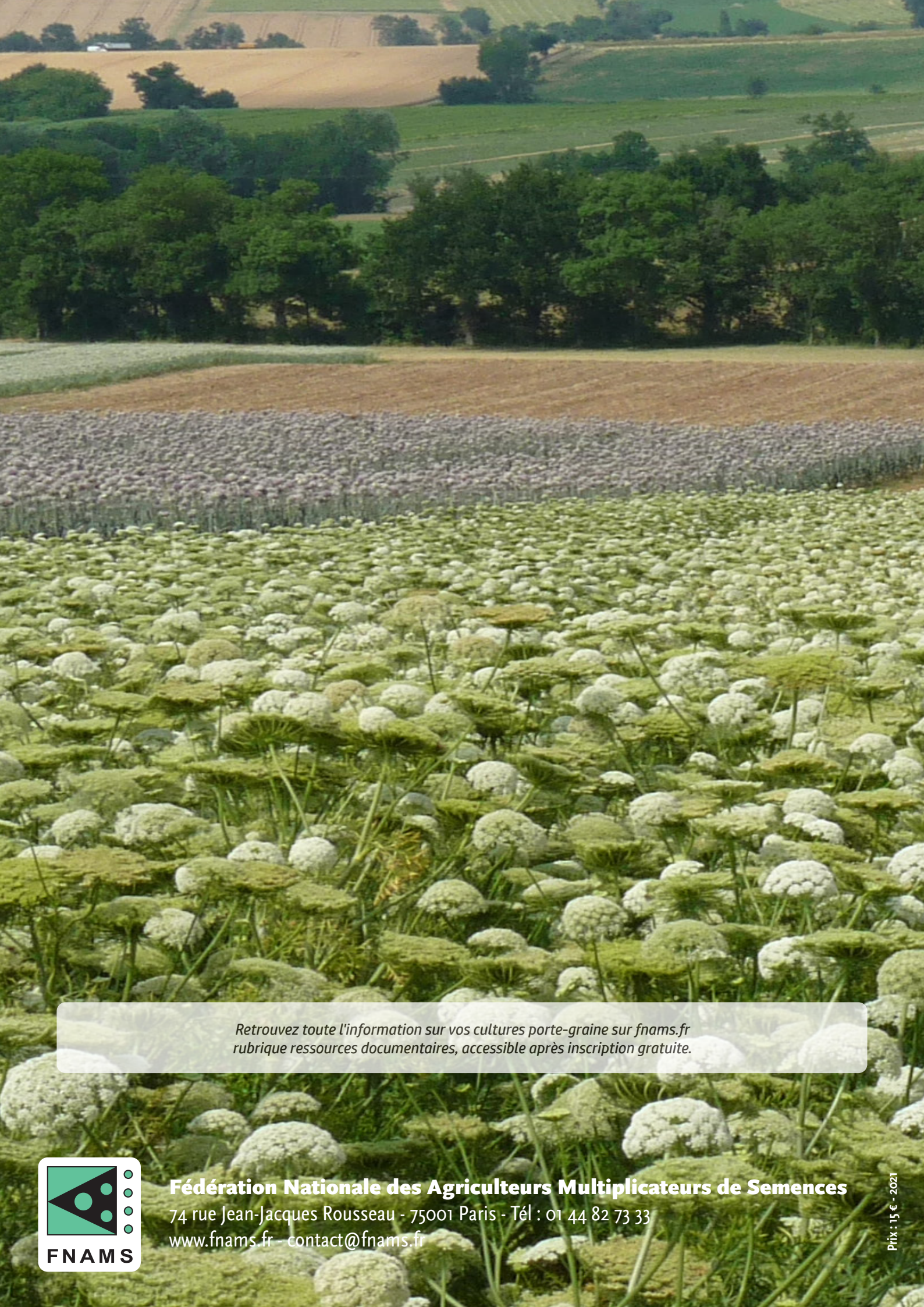
FNAMS - 2 bis rue Jeanne d'Arc - BP 4017
10013 Troyes Cedex
Tél : 03 25 82 62 29

Sud Est

Ingénieur régional - Spécialiste récolte
Christian Etourneau

Technicien
Olivier Garrigues

FNAMS - Ferme Expérimentale - 2485 route des Pécolets
26800 Etoile-sur-Rhône
Tél : 04 75 60 62 74



Retrouvez toute l'information sur vos cultures porte-graine sur fnams.fr
rubrique ressources documentaires, accessible après inscription gratuite.

FNAMS

Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences
74 rue Jean-Jacques Rousseau - 75001 Paris - Tél : 01 44 82 73 33
www.fnams.fr - contact@fnams.fr

Prix : 15 € - 2021