



PRODUCTION DE SEMENCES DE RADIS

Dossier technique



ÉDITION : LES MAREQUIERS ASBL

VERSION : NOVEMBRE 2025

AUTEUR·E·S : SOFÍA CORREA, FANNY LEBRUN

CRÉDIT PHOTO : FANNY LEBRUN (sauf indication différente)

Remerciements : Nous tenons à remercier les personnes qui ont contribué à ce travail en fournissant des données de rendement ou en répondant à des questions techniques : Benoît Delpauch, de l'entreprise semencière Anthésis ; et Laurent Minet, formateur et multiplicateur de semences au Centre Technique Horticole de Gembloux. Nous remercions également l'ensemble de l'équipe et les coopérateur·rice·s de la société coopérative Cycle en Terre.

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.

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.

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



Avant-propos

La production de semences potagères revêt une importance stratégique pour la préservation de la diversité variétale et l'autonomie des filières maraîchères en Wallonie et en Belgique. Pourtant, les informations pratiques nécessaires à une production professionnelle de semences dans la région restent encore lacunaires.

Ce dossier a pour objectif de combler en partie ce manque en proposant un guide technique consacré à la production de semences de roquette en agriculture biologique. Il décrit l'ensemble du processus, depuis l'installation des porte-graines* jusqu'à la préparation des lots destinés à la commercialisation. Il se concentre sur les productions **en moyennes et grandes surfaces**, et s'adresse aux professionnel·le·s souhaitant s'installer comme multiplicateur·rice·s*, ainsi qu'aux producteur·rice·s désireux·ses de diversifier leur activité par la production de semences. Les recommandations s'appliquent à des **variétés reproductibles***.

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 société coopérative Cycle en Terre, avec une synthèse de la littérature existante. Cette approche mixte permet de croiser des connaissances théoriques avec un retour d'expérience pratique.

Par **moyennes surfaces**, nous entendons des systèmes de production de semences diversifiés où certaines étapes (e.g. la préparation du sol) nécessitent une mécanisation, tandis que d'autres (e.g. la récolte des semences), peuvent être réalisées manuellement. Ce type de système s'apparente au maraîchage diversifié sur petites et moyennes surfaces. Les **grandes surfaces** désignent des systèmes moins diversifiés, plus proches des grandes cultures, où un maximum d'opérations est effectué mécaniquement à l'aide d'outils motorisés.



Pour faciliter la lecture, les termes techniques suivis d'un astérisque sont définis dans un glossaire en fin de document. L'astérisque apparaît uniquement lors de la première occurrence du terme.

Table des matières

1	Présentation du poireau.....	5
1.1	Taxonomie, histoire et culture actuelle	5
1.2	Types de variétés	6
1.3	Morphologie	7
1.4	Cycle de développement	8
2	Prérequis pour la production de semences	9
2.1	Hybridation et isolement	9
2.2	Nombre minimal de porte-graines	10
2.3	Conditions pédoclimatiques pour la production de semences	10
2.4	Risques.....	11
3	Culture des porte-graines.....	12
3.1	Itinéraires techniques pour la production de semences	12
3.2	Étapes de culture des porte-graines	16
3.2.1	Semis et plantation	16
3.2.2	Sélection de conservation	16
3.2.3	Hivernage (itinéraire avec hivernage au champ)	17
3.2.4	Hivernage (itinéraire avec hivernage hors champ).....	17
3.2.5	Entretien culturel	18
3.2.6	Récolte	18
3.2.7	Synthèse des étapes de culture	20
3.3	Conseils de culture des porte-graines.....	21
4	Opérations post-récolte	23
4.1	Séchage.....	23
4.2	Battage	23
4.3	Triage	24
4.4	Conservation.....	24
5	Normes d'agrément	25
5.1	Taux de germination.....	25
5.2	Pureté spécifique	25
5.3	Poids de mille grains	25
6	Rendement	27
7	Conclusion.....	27
8	Glossaire	28
9	Bibliographie	31

1. Présentation du radis

CETTE SECTION COMMENCE PAR SITUER LE RADIS DANS LA CLASSIFICATION TAXONOMIQUE*, PUIS RETRACE BRIÈVEMENT SON HISTOIRE EN TANT QUE PLANTE CULTIVÉE (SECTION 1.1). ELLE SE POURSUIT PAR UN APERÇU DES TYPES DE VARIÉTÉS EXISTANTS (SECTION 1.2), UNE DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DE LA PLANTE (SECTION 1.3), ET UNE PRÉSENTATION DES ÉTAPES DE SON CYCLE DE DÉVELOPPEMENT (SECTION 1.4).

1.1 Taxonomie, histoire et culture actuelle

Le radis (*Raphanus sativus*) est une espèce diploïde* ($2n = 18$) **appartenant à la famille des Brassicaceae** (Kobayashi et al., 2020). Les variétés cultivées sont classées en plusieurs groupes botaniques* (figure 1). Les variétés potagères des groupes var. *sativus*, var. *niger* et var. *longipinnatus* sont principalement cultivées pour leur racine tubérisée¹ au goût piquant, tandis que celles du groupe var. *caudatus* sont surtout cultivées pour la consommation des siliques* et des feuilles (George, 2009). Le groupe var. *oleiferus*, quant-à-lui, rassemble des variétés destinées à la production d'huile ou utilisées comme fourrage.

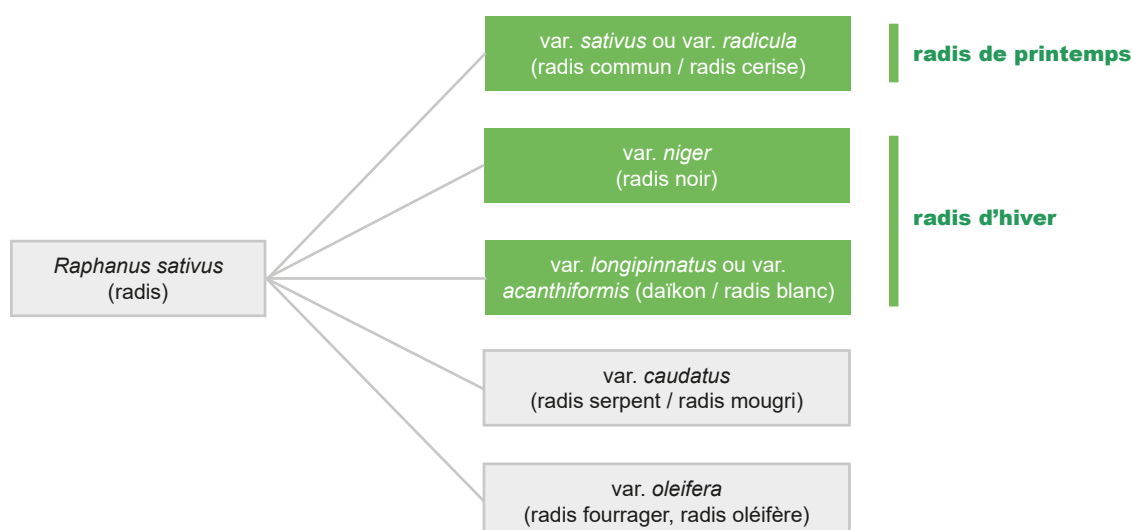


Figure 1. Taxonomie simplifiée de l'espèce *Raphanus sativus*. Seules les sous-espèces cultivées sont représentées. D'après notre compréhension, certaines sources regroupent le radis noir (var. *niger*) et le radis daïkon (var. *longipinnatus*) en un seul groupe botanique : var. *niger* ou var. *hortensis* (George, 2009; Kobayashi et al., 2020; Singh, 2021).

Le genre *Raphanus* est probablement originaire de méditerranée orientale (Singh, 2021). Certaines formes cultivées étaient déjà consommées dans l'Égypte, la Grèce et la Rome antiques. Il s'agissait alors de radis avec une végétation abondante et des racines volumineuses (Jobbé-Duval, 2017). Les types présentant de petites racines arrondies, aujourd'hui les plus courants en Europe, auraient été développées seulement à partir du XVII^e siècle. L'espèce *Raphanus sativus* compte également parmi les premières cultures européennes introduites sur le continent américain. **Aujourd'hui, le radis constitue une culture importante, produite et consommée dans le monde entier (Swaamy, 2023), en particulier en Asie de l'Est** (notamment en Chine, au Japon et en Corée) (Yamagishi, 2017).

¹ Bien que l'on fasse généralement référence à la racine renflée du radis, il s'agit en réalité d'un organe tubérisé formé à la fois par l'hypocotyle* et par la partie supérieure de la racine principale.

Infos essentielles

Ce dossier se concentre sur les trois groupes de variétés potagères les plus courants en Europe : var. *sativus*, var. *niger* et var. *longipinnatus*. Le premier, le radis commun, présente de petites racines, généralement rondes et roses, et est cultivé au printemps. Les deux autres, le radis noir et le daïkon, possèdent des racines plus grandes, noires ou blanches. Ils sont considérés comme des cultures d'hiver, car leur récolte s'étend de l'automne au début de l'hiver et que les racines sont conservées pour une consommation tout au long de l'hiver. Pour simplifier, **nous parlerons de radis commun pour faire référence à var. *sativus* et de radis d'hiver pour faire référence aux groupes var. *niger* et var. *longipinnatus*.**

1.2 Types de variétés

Comme mentionné précédemment, l'espèce *Raphanus sativus* comprend plusieurs groupes botaniques cultivés, parmi lesquels le radis commun (var. *sativus*), le radis noir (var. *niger*) et le radis daïkon (var. *longipinnatus*). Chacun de ces groupes se caractérise par des spécificités propres et présente une diversité variétale importante.

Le radis commun se caractérise le plus souvent par de petites racines rondes, à peau rose et à chair blanche (figure 2). Toutefois, il existe des variétés avec des racines de formes et de couleurs très diverses. En effet, celles-ci peuvent être sphériques, allongées ou fusiformes comme des carottes (Swaamy, 2023; Widmer et al., 2019). Leur peau peut être rose, rouge, blanche, violette, jaune, grise ou même noire (Widmer et al., 2019). La chair est généralement blanche, mais elle peut également présenter des teintes rosées ou rougeâtres (Swaamy, 2023). Par ailleurs, il existe des variétés adaptées à différentes périodes de culture, incluant les radis de jours courts, croissants, décroissants et de jours longs (Jobbé-Duval, 2017). Dans les régions tempérées, cependant, **les variétés de radis commun sont principalement cultivées au printemps.**



Figure 2. Variétés de radis commun. A. Radis Rose de Pâques. B. Radis Flamboyant. C. Radis Sora.

Le radis noir et le radis daïkon se distinguent par des racines de plus grande taille que celles du radis commun (figure 3). Elles sont le plus souvent allongées, bien qu'elles puissent également avoir une forme sphérique (Widmer et al., 2019). Ces types variétaux diffèrent également du radis commun par des feuilles de plus grande taille et par la meilleure conservation des racines (Welbaum, 2024). Le radis noir se caractérise par une peau noire, tandis que le daïkon présente une peau blanche. Tous deux ont la chair blanche. **Ces deux groupes variétaux sont principalement cultivés en culture d'hiver : ils sont semés à la fin de l'été et récoltés au cours de l'automne ou en début d'hiver** (Boué, 2021; Widmer et al., 2019). Après la récolte, ils peuvent être stockés pour une consommation tout au long de l'hiver (Jobbé-Duval, 2017).



Figure 3. Variétés de radis d'hiver. A. Radis noir long. B. Radis noir Runder Scharzer. C. Radis daïkon type Laurin. Crédit photo : A. Goldlocki, sous licence CC BY-SA 3.0.

1.3 Morphologie

La figure 4, ci-dessous, présente une carte d'identité morphologique du radis.

	PORT	rosette* de feuilles lors du développement végétatif*
	HAUTEUR	de 150 à 200 cm pendant la floraison*
	RACINES	système racinaire pivotant ; la partie supérieure est tubérisée : elle présente une variabilité de couleurs (du blanc au noir), de formes (de cylindriques à allongées) et de tailles (de quelques grammes à 1 kg pour le radis daïkon ; généralement de 2,5 à 7 cm de long pour le radis commun)
	TIGE(S)	hypocotyle tubérisé ; ramifications possibles sur la tige aérienne
	FEUILLES	simples ; lobées ; disposition alterne ; plus grandes chez les radis d'hiver
	INFLORESCENCES	racèmes*
	FLEURS	hermaphrodites* ; 4 pétales très écartés qui forment une croix, blancs à violacés
	FRUITS	siliques*
	GRAINES	petites (environ 3 mm de diamètres) ; globuleuses ; jaunâtres

Figure 4. Carte d'identité morphologique du radis. Sources : Boué (2021), Encyclopaedia Britannica (s. d.), Morel (2016), Swaamy (2023), Welbaum (2024), Widmer et al. (2019).

1.4 Cycle de développement

Le radis commun est une plante annuelle* tandis que les radis d'hiver (radis noir et radis daïkon) sont des plantes bisannuelles* (Boué, 2021; Organic Seed Alliance, 2007). Dans les deux cas, la culture pour la production de racines s'effectue sur une seule année. En revanche, **la production de semences se fait en un an pour le radis commun, alors qu'elle nécessite deux années pour les radis d'hiver. Le radis commun se distingue également par un cycle de développement particulièrement court** (Jobbé-Duval, 2017).

Selon l'International Seed Testing Association (ISTA) (2017), la germination* des graines de radis prend maximum 7 jours. D'après Morel (2016), la durée de la levée* est de 5 à 6 jours. Ensuite, la plante poursuit son développement végétatif, marqué par la formation d'une rosette de feuilles et par la tubérisation de la racine. Selon Jobbé-Duval (2017), la récolte des racines de radis commun intervient en général 5 à 10 semaines après le semis. D'après Welbaum (2024), la maturité commerciale est atteinte en 30 à 40 jours. Pour le radis noir, Welbaum (2024) et Chéritel (2020) indiquent une récolte des racines de 2 à 3 mois après le semis.

Chez le radis commun, la montée en graines* intervient environ 2 mois après le semis (Morel, 2016). **Pour les radis d'hiver, elle est conditionnée par la vernalisation***, c'est-à-dire une exposition prolongée à des températures froides. Selon l'Organic Seed Alliance (2007), la montée en graines du radis commun est également influencée par la température : les plantes nécessitent autour de 100 heures sous 16 °C. Dans les deux cas, la photopériode* n'impacte pas le déclenchement de la montée en graines. Selon l'Organic Seed Alliance (2007), **la maturité des semences de radis commun est atteinte environ 150 jours après le semis**. Néanmoins, cette durée varie selon la variété, le climat et la date de semis.



Figure 5. Floraison et formation des siliques du radis. A. Radis en fleur. B. Fleurs de radis. C. Siliques immatures de radis.

2. Prérequis pour la production de semences

CETTE SECTION ABORDE LES PRINCIPAUX PRÉREQUIS POUR LA PRODUCTION DE SEMENCES DE RADIS. ELLE TRAITE D'ABORD DES EXIGENCES EN MATIÈRE D'ISOLEMENT* DES PORTE-GRAINES (SECTION 2.1), PUIS DU NOMBRE MINIMAL DE PLANTS NÉCESSAIRE AU MAINTIEN DE LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE (SECTION 2.2). ENSUITE, ELLE DÉCRIT LES CONDITIONS PÉDOCLIMATIQUES IDÉALES POUR LA CULTURE DES PORTE-GRAINES (SECTION 2.3). ENFIN, ELLE ABORDE LES RISQUES CONCERNANT LA PRODUCTION DE SEMENCES DE RADIS EN BELGIQUE (SECTION 2.4).

2.1 Hybridation et isolement

Le radis est une plante allogame* (Morel, 2016; Organic Seed Alliance, 2007). Comme la plupart des Brassicaceae, il présente un mécanisme d'auto-incompatibilité* qui empêche l'autofécondation* (Organic Seed Alliance, 2007). **C'est également une espèce entomophile***, dont la pollinisation* est assurée par de nombreux insectes sauvages, ainsi que par l'abeille domestique (George, 2009; Morel, 2016).

Afin d'éviter toute hybridation* involontaire, **il est recommandé de maintenir une distance d'isolement de plusieurs centaines de mètres entre les porte-graines et toute autre culture de radis** (tableau 1). Il est important de souligner que des croisements peuvent se produire entre deux variétés appartenant à des groupes botaniques différents (Widmer et al., 2019). En outre, le radis cultivé peut s'hybrider avec son parent sauvage, le radis ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) (Boué, 2021; Morel, 2016; Organic Seed Alliance, 2007), ainsi qu'avec la navette (*Brassica rapa* subsp. *oleifera*) et le navet fourrager (*Brassica napus* subsp. *rapifera*) (Morel, 2016). Le tableau 1 récapitule les distances recommandées par différentes sources.

Tableau 1. Distances d'isolement recommandées entre deux variétés de radis pour éviter des hybridations.

Distance conseillée (m)	Contexte	Source
150	Entre variétés de radis.	(Nuijten & Tiemens, 2014)
150 à 800	Entre variétés de radis en fonction du milieu.	(Boué, 2021)
500	Entre variétés de radis, en présence d'une barrière naturelle.	(Widmer et al., 2019)
800	Entre variétés de radis, en présence d'une barrière naturelle.	(Organic Seed Alliance, 2007)
1000	Entre variétés de radis, en l'absence d'une barrière naturelle.	(Widmer et al., 2019)
1000	Entre variétés population de même type.	(Morel, 2016)
1000	Entre variétés de radis.	(Bingenheimer Saatgut AG, 2015a)
1000	Entre variétés de radis.	(George, 2009)
1500	Entre variétés population de types différents ; entre variétés hybrides de même type ; entre variétés populations et hybrides de même type.	(Morel, 2016)
1600	Entre variétés de radis, en l'absence d'une barrière naturelle.	(Organic Seed Alliance, 2007)
2000	Entre variétés populations et hybrides de types différents ; entre hybrides de types différents.	(Morel, 2016)
3000	Entre variétés de radis commun et de radis fourrager ; entre variétés de radis commun et de radis d'hiver.	(Morel, 2016)

Selon l'Organic Seed Alliance (2007) et Morel (2016), cité·e·s dans le tableau 1, **plus les variétés de radis sont distinctes, plus les distances d'isolement sont importantes**. La principale méthode pour éviter les risques de croisement entre deux variétés consiste à **s'assurer de l'absence de cultures de radis, de radis sauvage, de navette et de navet fourrager dans une zone suffisamment étendue autour de la parcelle des porte-graines**. Pour produire des semences de deux variétés à proximité, il est également possible de recouvrir les cultures de filets anti-insectes (Morel, 2016). Il y a alors deux options : soit les filets sont ouverts en alternance, soit ils restent fixes et des ruchettes sont installées à l'intérieur pour assurer la pollinisation. Toutefois, l'installation de filets représente un coût. Par ailleurs, cette méthode paraît faisable sur de moyennes surfaces, mais pas sur de grandes surfaces.

À noter. Les distances minimales varient en fonction des conditions environnementales et des objectifs de culture. Par exemple, la présence d'obstacles naturels, tels que des haies, réduit la probabilité de transport du pollen sur de longues distances. De plus, pour une multiplication à des fins personnelles, un faible risque d'hybridation peut être toléré. En revanche, pour la commercialisation de semences, ou pour la multiplication de semences directement issues d'une sélection variétale, ce risque est moins acceptable. Plus d'informations à ce sujet sont disponibles dans **le document sur l'isolement des cultures de porte-graines**.

2.2 Nombre minimal de porte-graines

Le radis est une espèce hautement allogame, avec un **taux élevé de dépression de consanguinité*** (Bingenheimer Saatgut AG, 2015b; Organic Seed Alliance, 2007). Cela implique qu'un nombre minimal de porte-graines est requis pour maintenir la stabilité d'une variété. Toutefois, les données disponibles à ce sujet restent limitées, et les recommandations varient fortement selon les sources. **Les effectifs minimaux suggérés par les différences sources consultées vont de 25 à 200 pieds**. Ceux-ci sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2. Nombre minimal de porte-graines recommandé par différentes sources pour le maintien de la diversité génétique d'une variété de radis.

Nombre minimal de porte-graines	Source
25 à 30	(Nuijten & Tiemens, 2014)
30	(Boué, 2021)
> 100	(Bingenheimer Saatgut AG, 2015b)
120 à 200	(Organic Seed Alliance, 2007)

À noter. Le nombre de porte-graines requis peut varier selon la diversité génétique initiale de la variété : plus celle-ci est élevée, plus le nombre nécessaire de porte-graines augmente.

2.3 Conditions pédoclimatiques pour la production de semences

Un climat doux, sans températures extrêmes ni fortes amplitudes thermiques est idéal pour la production de semences de radis (Jobbé-Duval, 2017; Morel, 2016). Pendant la formation* et la maturation* des graines, les cultures de radis porte-graines peuvent toutefois tolérer des températures légèrement plus élevées (Organic Seed Alliance, 2007). Par ailleurs, **le radis nécessite une disponibilité en eau élevée** (Jobbé-Duval, 2017), en particulier pendant la floraison (Morel, 2016).

Sur le plan pédologique, le radis est une culture relativement peu exigeante. Toutefois, il convient d'éviter les sols tassés ou asphyxiants (Morel, 2016). **La plante préfère des sols légers, drainants*, plutôt riches en matière organique, et légèrement acides**. Selon l'Organic Seed Alliance (2007), le radis requiert une structure de sol plus fine et une fertilité plus élevée que la plupart des cultures légumières. Il présente également une certaine sensibilité à la salinité (Morel, 2016). En termes de fertilité, l'Organic Seed Alliance (2007) souligne l'importance d'un apport suffisant en phosphore, pour favoriser la floraison. Il est également important d'éviter les excès d'azote, qui entraînent

un développement végétatif important au détriment de la production de fleurs et de graines. Enfin, à l’instar des autres Brassicaceae, la plante est sensible aux carences en molybdène et en bore (Morel, 2016).

La figure 6 présente une synthèse des conditions pédoclimatiques favorables à la culture du radis porte-graines.


	CLIMAT	
	TEMPÉRATURES	fraîches ; idéalement entre 4 et 18 °C ; zéro végétatif à 6 °C ; le radis commun peut geler à partir de -8 °C ; besoin de vernalisation pour les radis d’hiver
	ENSOLEILLEMENT	variable en fonction des variétés
	HUMIDITÉ	élevée
	SOL	
	COMPOSITION	limoneux ; sablo-limoneux
	STRUCTURE	aérée
	DRAINAGE	élevé
	FERTILITÉ	teneur en matière organique modérée
	pH	idéalement 6 ; tolérance de 5,5 à 7,5

Figure 6. Synthèse des conditions pédoclimatiques favorables à la culture du radis porte-graines. Sources : George (2009), Jobbé-Duval (2017), Morel (2016), Organic Seed Alliance (2007).

Infos essentielles

Le climat en Belgique semble adapté à la production de semences de radis. Les températures printanières fraîches sont favorables à la culture de porte-graines.

2.4 Risques

Au niveau climatique, la production de semences de radis en Belgique présente peu risques. Pour les radis d’hiver, des pertes peuvent survenir durant l’hiver, liées aux attaques de rongeurs ou à un excès d’humidité lors du stockage des racines, qui favorise le développement de maladies cryptogamiques*.

Les principales difficultés concernent les ravageurs, notamment les altises (*Phyllotreta cruciferae*, *Phyllotetra nemorum*) et les méligèthes (*Meligethes aeneus*). Ces derniers sont particulièrement problématiques (B. Delpuech, communication personnelle, 22 septembre 2025), **car ils apparaissent au moment de la floraison**, période pendant laquelle il est difficile de protéger la culture avec un filet-anti-insectes tout en assurant l’accès aux fleurs pour les pollinisateurs.

L’hybridation avec d’autres variétés cultivées, ainsi qu’avec le radis ravenelle, la navette et le navet fourrager constitue également un risque. Toutefois, la probabilité d’hybridation avec des cultures maraichères est relativement faible, car celles-ci sont récoltées avant la floraison.

3. Culture des porte-graines

CETTE SECTION EST CONSACRÉE À LA CULTURE DES PORTE-GRAINES EN VUE DE LA PRODUCTION DE SEMENCES DE RADIS. ELLE DÉBUTE PAR LA PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE TROIS ITINÉRAIRES TECHNIQUES* ADAPTÉS AU CLIMAT BELGE (SECTION 3.1), ET SE POURSUIT PAR LA DESCRIPTION DES ÉTAPES CLÉS DE LA CULTURE (SECTION 3.2). ENSUITE, LA SECTION 3.3 PROPOSE DES CONSEILS POUR LA CULTURE DES PORTE-GRAINES. POUR RAPPEL, LES ITINÉRAIRES TECHNIQUES ET RECOMMANDATIONS PRÉSENTÉS CONCERNENT DES PRODUCTIONS SUR DES SURFACES MOYENNES À GRANDES.

3.1 Itinéraires techniques pour la production de semences

La production de semences de radis commun se déroule sur un an, tandis que celle de radis d'hiver s'étale sur deux ans. Pour le radis commun, l'itinéraire technique est identique à celui d'une culture légumière. Les plants sont simplement laissés en place plus longtemps afin de permettre la montée en graines. Le peuplement* est également moins dense que dans le cas d'une production maraîchère. Il est aussi possible de semer les radis sur une planche ou une parcelle, de les déterrer lors de l'arrivée à maturité pour la consommation des racines, puis de les replanter au même endroit ou ailleurs. Cette méthode permet l'observation des racines et donc l'intégration de critères liés aux racines dans la sélection de conservation* (Organic Seed Alliance, 2007; Welbaum, 2024; Widmer et al., 2019). Welbaum (2024) conseille cette méthode si la pureté du lot de semences initial est incertaine ou en cas de production de semences de base*. Toutefois, elle n'est envisageable que sur des surfaces de taille moyenne.

Pour les radis d'hiver, la plupart des sources consultées proposent un itinéraire technique avec hivernage hors champ (souvent mentionné sous le nom « from root to seed » ou « de la racine à la semence » dans la littérature) (George, 2009; Organic Seed Alliance, 2007; Widmer et al., 2019). **Ce dernier présente l'avantage de mettre les porte-graines à l'abri des dégâts de rongeurs, et de permettre une observation visuelle des racines.** Toutefois, il implique un coût de main-d'œuvre élevé, notamment lors de la plantation des racines après l'hivernage, qui est effectuée manuellement. Ceci le rend peu adapté aux grandes surfaces. Selon L. Minet (communication personnelle, 30 octobre 2025), il est également possible d'opter pour un itinéraire technique avec hivernage au champ (souvent mentionné sous le nom « from seed to seed » ou « de la semence à la semence » dans la littérature).

Dans les deux cas, la première année, la culture des radis d'hiver porte-graines se déroule de manière identique à celle d'une production maraîchère. En cas d'hivernage hors champ, les racines sont récoltées lors de leur arrivée à maturité pour la consommation, à l'entrée de l'hiver. Elles sont ensuite stockées dans un endroit frais et sec, puis replantées au printemps suivant. En cas d'hivernage au champ, les porte-graines sont simplement laissés en place l'hiver. Ils peuvent être recouverts par un voile de forçage*, de type p17, pour les protéger du froid.

Les figures 7, 8 et 9 présentent trois itinéraires techniques, pour la production de semences de radis commun (figure 7) et de radis d'hiver (figures 8 et 9) en Belgique. Les étapes de semis, d'entretien cultural, de sélection de conservation, et de récolte sont détaillées dans la section 3.2.

Infos essentielles

L'expérience de la société coopérative semencière Cycle en Terre met en évidence les difficultés liées à la conservation des racines de radis d'hiver durant l'hivernage hors champ. Une première tentative réalisée avec la variété de radis noir Runder Scharzer a conduit à un taux de reprise très faible au printemps. Ceci est probablement lié au calibre des racines trop important au moment de la récolte. Cette expérience suggère qu'il serait préférable de récolter des racines de plus petit diamètre que celles destinées à la consommation. Lors d'un second essai, avec une variété présentant des racines de petite taille, des problèmes de moisissures pendant le stockage ont conduit à la perte de l'intégralité des porte-graines.

Année N

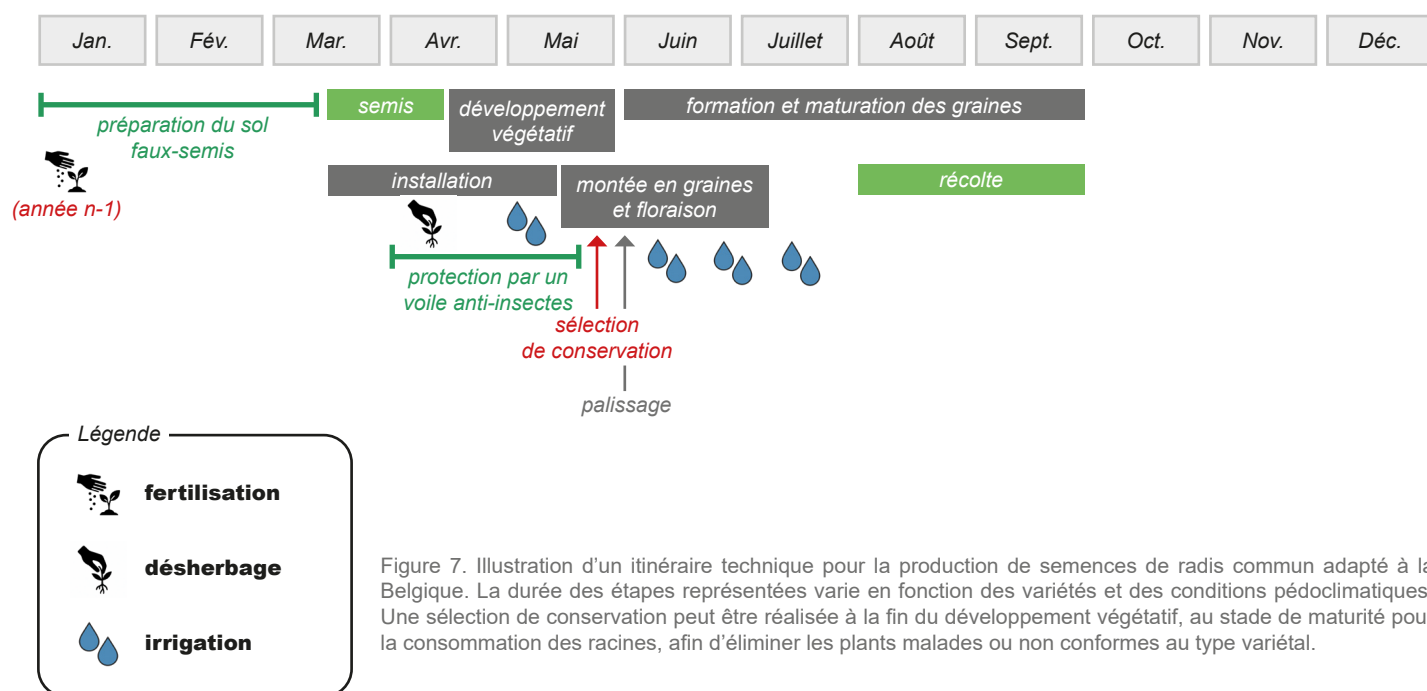
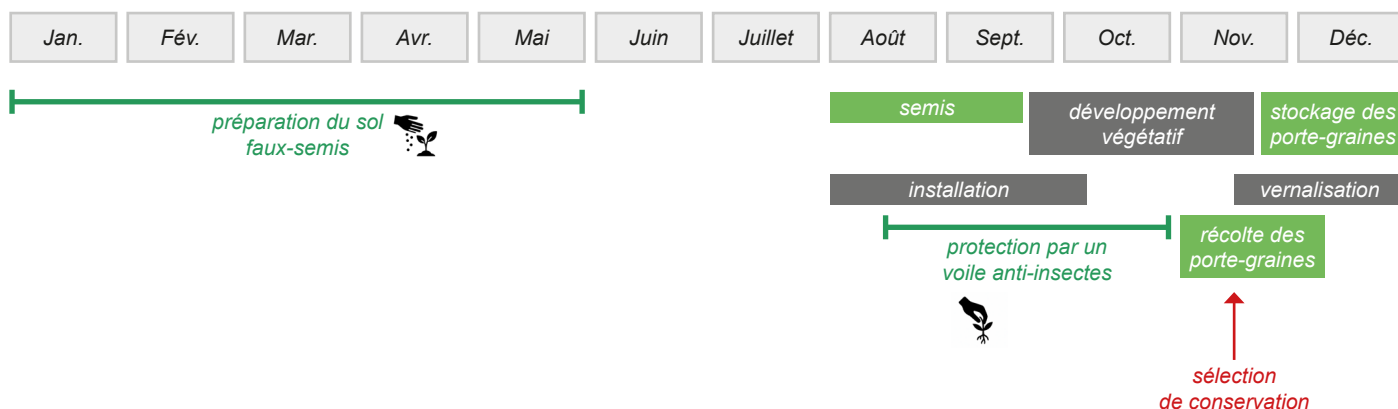
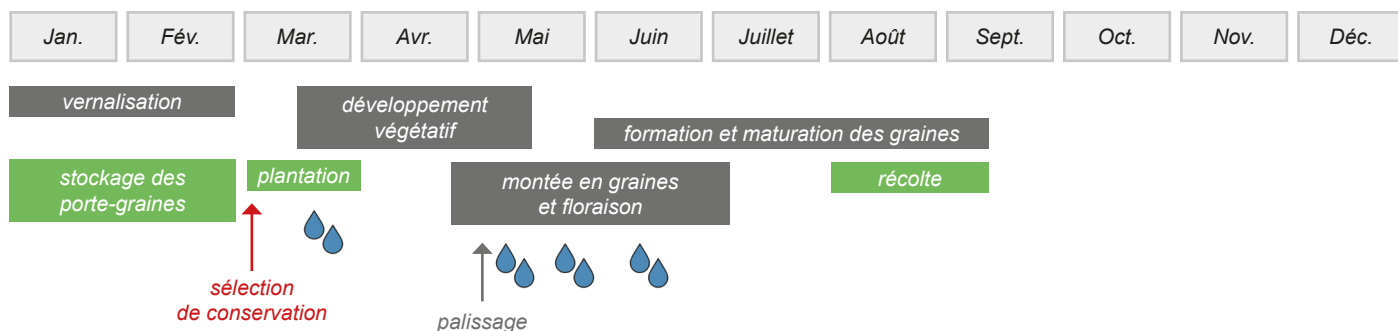


Figure 7. Illustration d'un itinéraire technique pour la production de semences de radis commun adapté à la Belgique. La durée des étapes représentées varie en fonction des variétés et des conditions pédoclimatiques. Une sélection de conservation peut être réalisée à la fin du développement végétatif, au stade de maturité pour la consommation des racines, afin d'éliminer les plants malades ou non conformes au type variétal.

Année N



Année N+1

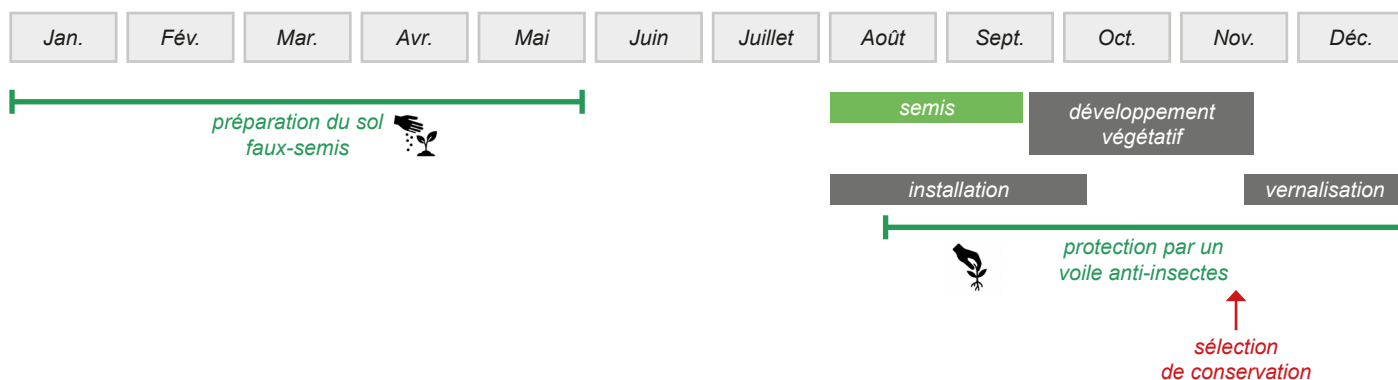


Légende

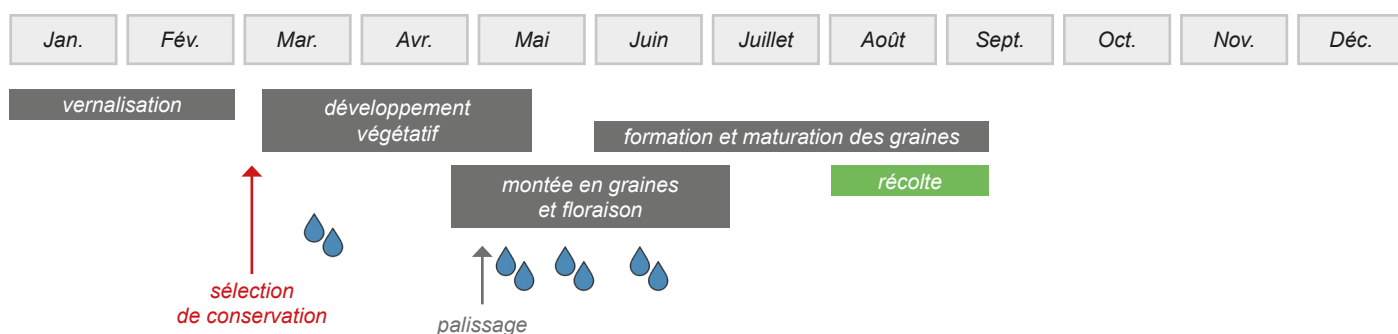
-  **fertilisation**
-  **désherbage**
-  **irrigation**

Figure 8. Illustration d'un itinéraire technique avec hivernage hors champ pour la production de semences de radis d'hiver adapté à la Belgique. La durée des étapes représentées varie en fonction des variétés et des conditions pédoclimatiques. Une sélection de conservation peut être réalisée à la fin du développement végétatif, au stade de maturité pour la consommation des racines, afin d'éliminer les plants malades ou non conformes au type variétal. Une seconde étape de sélection est recommandée lors de la plantation des racines après l'hivernage.

Année N



Année N+1



Légende

- fertilisation**
- désherbage**
- irrigation**

Figure 9. Illustration d'un itinéraire technique avec hivernage au champ pour la production de semences de radis d'hiver adapté à la Belgique. La durée des étapes représentées varie en fonction des variétés et des conditions pédoclimatiques. Une sélection de conservation peut être réalisée à la fin du développement végétatif, au stade de maturité pour la consommation des racines, afin d'éliminer les plants malades ou non conformes au type variétal. Une seconde étape de sélection peut être réalisée après l'hivernage.

3.2 Étapes de culture des porte-graines

3.2.1 Semis et plantation

QUAND SEMER ?

Pour le radis commun, il est conseillé de semer le plus tôt possible après les dernières gelées, car la plante supporte mal les fortes chaleurs (Boué, 2021). Il est tout de même important de veiller à ce que la température soit d'au moins 1 à 2 °C (Organic Seed Alliance, 2007). Le semis est généralement réalisé entre la mi-mars et la mi-avril (Morel, 2016; Organic Seed Alliance, 2007; Widmer et al., 2019).

Pour les radis d'hiver, le semis s'effectue à la fin de l'été, au mois d'août ou de septembre (Widmer et al., 2019).

COMMENT SEMER ET PLANTER POUR UNE PRODUCTION EN MOYENNE SURFACE ?

Toutes les sources consultées mentionnent un semis direct. Cette méthode favorise l'implantation de la plante, ainsi que la précocité de la floraison (Boué, 2021). Le semis doit alors être effectué à une profondeur de 2 cm maximum (Morel, 2016). Pour garantir la régularité du semis, il est recommandé d'utiliser un semoir pneumatique de précision, qu'il soit manuel ou tracté.

Le peuplement varie selon la variété et les pratiques culturales. Certain·e·s producteur·rice·s choisissent d'espacer les plants afin de maximiser le rendement en semences par pied et de favoriser une bonne circulation de l'air, ce qui limite le développement des maladies (Organic Seed Alliance, 2007). D'autres, au contraire, préfèrent des densités plus élevées pour réduire les risques de verse*, tout en augmentant le nombre de pieds sur une même surface. Il faut toutefois tenir compte du fait que la plante peut atteindre une taille importante, jusqu'à 90 cm de circonférence.

Selon Morel (2016), la densité de semis pour le radis commun se situe entre 8 et 15 graines par mètre linéaire, pour objectif un peuplement de 10 à 20 pieds/m². Boué (2021) recommande quant-à-lui de semer une graine tous les 3 cm, puis de procéder à un éclaircissage* afin de ne conserver qu'un pied tous les 20 cm environ. L'espacement entre les rangs varie généralement de 30 à 120 cm, tandis que la distance entre les plants sur le rang se situe entre 10 et 45 cm (Boué, 2021; Morel, 2016; Organic Seed Alliance, 2007; Widmer et al., 2019).

COMMENT SEMER ET PLANTER POUR UNE PRODUCTION SUR GRANDE SURFACE ?

Pour les grandes surfaces, le semis doit être réalisé à l'aide d'un semoir tracté.

3.2.2 Entretien cultural

Dès les premiers stades de développement du radis, il est important de surveiller l'apparition des altises (*Phyllotreta cruciferae*, *Phyllotetra nemorum*), des petits coléoptères qui s'attaquent aux feuilles. Dès que leur présence est détectée, il est conseillé de protéger les plants à l'aide d'un voile anti-insectes (Boué, 2021). Celui-ci doit être retiré au moment de la floraison afin de permettre la pollinisation par les insectes. **Plusieurs sources recommandent également de palisser* la culture lors de la montée en graines pour éviter la verse** (Boué, 2021; B. Delpeuch, communication personnelle, 22 septembre 2025; Widmer et al., 2019).personnelle, 21 septembre 2025).



Figure 10. Première année de culture du radis commun porte-graines.

Pour aller plus loin...

Concernant la protection envers les mélégièthes, il existe peu de solutions à ce jour. B. Delpuech propose l'utilisation d'un voile de type Howicover (L. Minet, communication personnelle, 30 octobre 2025). Ce dernier présente des mailles suffisamment larges pour laisser passer les insectes. Néanmoins, il bouge au moindre souffle de vent, ce qui perturbe les mélégièthes et réduit leur présence. Le voile peut être installé au début de la montée en graines, mais doit assez rapidement être enlevé pour permettre la pollinisation.

3.2.3 Sélection de conservation

La sélection de conservation consiste à éliminer les plants non conformes à la description variétale, ainsi que ceux présentant des maladies et des attaques de ravageurs. **Pour les radis, il est recommandé de réaliser cette étape lors de l'arrivée à maturité des racines pour la consommation.**

Pour le radis commun, et pour le radis d'hiver en cas d'hivernage au champ, la sélection de conservation peut être basée uniquement sur l'observation des pieds au champ. Dans ce cas, il n'est pas possible de prendre en compte des critères liés aux racines. Une autre option consiste à déterrer puis replanter les porte-graines (Organic Seed Alliance, 2007; Widmer et al., 2019). Cette méthode permet l'observation des racines. Néanmoins, elle est très chronophage, et n'est donc pas adaptée aux productions sur grande surface.

Pour les radis d'hiver en cas d'hivernage hors champ, une première étape de sélection a lieu lors de la récolte des racines pour le stockage hivernal. Une seconde sélection est ensuite réalisée au moment de la plantation après l'hiver, en prenant en compte les critères liés à la conservation des racines.

3.2.4 Hivernage hors champ (radis d'hiver)

Dans le cas d'une production de semences de radis d'hiver avec hivernage hors champ, **les racines sont récoltées à l'automne de la première année de production, puis stockées pendant l'hiver en vue d'être replantées à la fin de l'hiver.** Il est conseillé de récolter un nombre de racines supérieur au nombre de porte-graines souhaité, afin de compenser les pertes durant le stockage. Pour rappel, cet itinéraire est peu conseillé en cas de production sur grandes surfaces, en raison de la main d'œuvre requise pour la plantation des racines après l'hivernage.

COMMENT RÉCOLTER LES RACINES SUR UNE SURFACE DE PRODUCTION MOYENNE ?

À l'instar de la betterave, la **récolte peut être effectuée manuellement ou mécaniquement, à l'aide d'outils tels qu'une arracheuse de pommes de terre.**

COMMENT RÉCOLTER LES RACINES SUR UNE GRANDE SURFACE DE PRODUCTION ?

Pour les grandes surfaces, **la récolte doit être faite mécaniquement.** Elle peut être réalisée à l'aide d'une arracheuse à pommes de terre.

COMMENT STOCKER LES PORTE-GRAINES ?

Avant le stockage, Widmer et al. (2019) recommandent de couper le feuillage sans endommager le collet*, afin de limiter les risques de maladies cryptogamiques. **Les racines sont ensuite conservées dans un endroit frais, aéré et à l'abri du gel.** Selon Widmer et al. (2019), elles peuvent être stockées en silo, dans du sable humide. George (2009) évoque également la possibilité de les conserver en extérieur, dans une fosse ou un tas recouvert de

terre. Durant l'hiver, il est conseillé d'inspecter régulièrement les racines et d'éliminer celles qui présentent des signes de pourriture (Widmer et al., 2019).

QUAND PLANTER LES PORTE-GRAINES ?

La période exacte de plantation dépend des conditions climatiques locales. Selon l'Organic Seed Alliance (2007), elle intervient en fin d'hiver, généralement entre février et mars. Avant la mise en terre, il est conseillé d'observer attentivement les racines afin d'éliminer celles qui ont mal supporté le stockage.

COMMENT PLANTER LES PORTE-GRAINES SUR UNE SURFACE DE PRODUCTION MOYENNE ?

Les porte-graines de radis doivent être plantés verticalement, avec le collet vers le haut. Cette opération est généralement réalisée manuellement. L. Minet (communication personnelle, 24 juillet 2025) propose aussi l'utilisation d'une planteuse à poireaux pour faire les trous de plantation, suivie d'une mise en place manuelle des plants. **Widmer et al. (2019) conseillent d'arroser abondamment après la plantation pour favoriser une bonne reprise.**

La densité de plantation et la disposition des plants sont identiques à celles décrites dans la section relative au semis (voir section 3.2.1). L'objectif est d'obtenir un peuplement de 10 à 20 pieds/m². La distance entre les rangs varie de 30 à 120 cm, tandis que l'espacement entre les porte-graines au sein d'un même rang se situe entre 10 et 45 cm.

COMMENT PLANTER LES PORTE-GRAINES SUR UNE GRANDE SURFACE DE PRODUCTION ?

Pour les grandes surfaces, la plantation doit être réalisée à l'aide d'une planteuse à poireaux pour faire les trous de plantation.

3.2.5 Hivernage au champ (radis d'hiver)

Dans le cas d'un itinéraire avec hivernage au champ, la préparation des plants pour l'hiver est simple, puisqu'ils peuvent simplement être laissés en place au champ. **Il est également possible de protéger la culture à l'aide d'un voile de forçage**, de type P17.

3.2.6 Récolte

QUAND RÉCOLTER ?

La récolte des semences de radis intervient lorsque les hampes florales ont jauni et que les siliques ont pris une teinte beige clair, ainsi qu'une texture de parchemin (Boué, 2021; George, 2009; Organic Seed Alliance, 2007). **Selon Morel (2016), le moment idéal correspond à environ 90 % de siliques de couleur marron clair.** Pour le radis commun, la récolte s'effectue généralement entre août et septembre de la première année de culture (Morel, 2016; Widmer et al., 2019). Pour les radis d'hiver, elle a lieu entre juin et août de la deuxième année de culture (Boué, 2021; Organic Seed Alliance, 2007).

Il est conseillé d'effectuer la récolte lorsque les plantes sont bien sèches (figure 11), car, contrairement à de nombreuses autres Brassicaceae, les siliques de radis s'ouvrent difficilement (Organic Seed Alliance, 2007). **La principale difficulté de la récolte réside donc dans l'extraction des semences lors du battage.** En revanche, attendre que les porte-graines soient très secs pour déclencher la récolte ne présente pas de risque de pertes importantes, les gousses étant indéhiscentes (George, 2009).



Figure 11. Siliques sèches.

COMMENT RÉCOLTER SUR UNE SURFACE DE PRODUCTION MOYENNE ?

Il est courant que les porte-graines de radis soient d'abord fauchés* puis disposés en andains* afin de sécher au champ pendant environ 10 à 14 jours avant d'être battus* (George, 2009; Morel, 2016; Organic Seed Alliance, 2007). Ceci permet de réaliser le battage sur des siliques aussi sèches et cassantes que possible. Le fauchage peut alors être réalisé à l'aide d'une faucheuse ou d'une faucheuse-andaineuse. La récolte est ensuite ramassée et battue avec d'une moissonneuse-batteuse à rotor axial (Morel, 2016).

La récolte et le battage peuvent également être réalisés simultanément à l'aide d'une moissonneuse-batteuse (George, 2009; Morel, 2016). Cette option est adaptée aux régions venteuses, où les andains ne tiennent pas en place, ainsi que lorsque les conditions météorologiques ne permettent pas un séchage au champ. Il est cependant essentiel que la culture ait atteint un niveau de sécheresse suffisant. Par ailleurs, cette méthode engendre une perte de 5 à 10 % des siliques. Un second battage doit également être prévu pour récupérer un maximum des graines. Pour les réglages de la moissonneuse-batteuse, que ce soit pour un battage après andainage ou pour une récolte et un battage simultanés, se référer aux recommandations de Morel (2016).

En l'absence de mécanisation, il est également possible de couper les hampes florales manuellement à l'aide d'un sécateur (Organic Seed Alliance, 2007; Widmer et al., 2019). Il est aussi envisageable de laisser sécher les porte-graines sous abri (Boué, 2021; Widmer et al., 2019) et de procéder à un battage en poste fixe (Morel, 2016). Cependant, ces options génèrent d'importants volumes de matière à manipuler et entraînent des coûts supplémentaires, ce pourquoi elles sont peu recommandées.

Pour aller plus loin...

Dans le département du Loir-et-Cher, en France, un artisan a mis au point un dispositif éclateur de siliques, qu'il a baptisé Flex Roll (Morel, 2016). Conçu pour être utilisé avec une moissonneuse-batteuse, cet outil vise à améliorer l'efficacité du battage. Il s'agit d'une interface équipée de rouleaux, qui est placée entre la coupe et le convoyeur de la moissonneuse-batteuse. Le passage des siliques entre les rouleaux permet leur éclatement partiel. Cette opération permet ensuite au batteur et au contre-batteur d'extraire les graines plus facilement.

COMMENT RÉCOLTER SUR UNE GRANDE SURFACE DE PRODUCTION ?

Pour les grandes surfaces, le fauchage est à effectuer avec une faucheuse ou une faucheuse-andaineuse. La récolte peut ensuite être ramassée à l'aide d'une remorque autochargeuse. Alternativement, **il est aussi possible de réaliser la récolte et le battage simultanément grâce à une moissonneuse-batteuse.**

3.2.7 Synthèse des étapes de culture

La figure 12, ci-dessous, présente une synthèse des principales étapes de la culture du radis porte-graines. Pour chacune d'entre elles, les méthodes et les outils recommandés sont précisés.



SEMIS	MOYENNES SURFACES	GRANDES SURFACES
PÉRIODE(S)	radis commun : mi-mars à mi-avril radis d'hiver : août à septembre	radis commun : mi-mars à mi-avril radis d'hiver : août à septembre
DENSITÉ	radis commun : peuplement de 10 à 20 pieds/m ² radis d'hiver : NA	radis commun : peuplement de 10 à 20 pieds/m ² radis d'hiver : NA
DISPOSITION	radis commun : rangs espacés de 30 à 120 cm ; pieds espacés de 10 à 45 cm radis d'hiver : NA (pour la première année)	radis commun : rangs espacés de 30 à 120 cm ; pieds espacés de 10 à 45 cm radis d'hiver : NA (pour la première année)
PROFONDEUR	2 cm maximum	2 cm maximum
MÉTHODE(S)	semis direct	semis direct
OUTIL(S)	semoir tracté ou semoir manuel, si possible semoir pneumatique	semoir tracté, si possible semoir pneumatique
CONSEILS DIVERS	NA	NA



ENTRETIEN	MOYENNES SURFACES	GRANDES SURFACES
CONSEILS DIVERS	couverture avec un filet anti-insectes dès l'apparition d'altises ; palissage	couverture avec un filet anti-insectes dès l'apparition d'altises ; palissage



SÉLECTION DE CONSERVATION	MOYENNES SURFACES	GRANDES SURFACES
PÉRIODE(S)	radis commun : maturité du légume radis d'hiver : automne de la première année de culture (maturité du légume) et fin d'hiver de la seconde	radis commun : maturité du légume radis d'hiver : automne de la première année de culture (maturité du légume) et fin d'hiver de la seconde
CRITÈRES	maladies et ravages, montée en graines précoce, conformité à la description de la variété	maladies et ravages, montée en graines précoce, conformité à la description de la variété



HIVERNAGE (RADIS D'HIVER)	MOYENNES SURFACES	GRANDES SURFACES
HORS CHAMP	récolte et effeuillage des racines quand elles ont atteint la maturité commerciale (éventuellement arracheuse de pommes de terre) stockage sous abri ou au champ, dans une fosse plantation en fin d'hiver (éventuellement planteuse à poireaux) ; mêmes densité et disposition que pour le semis du radis commun	récolte et effeuillage des racines quand elles ont atteint la maturité commerciale (arracheuse de pommes de terre) stockage sous abri ou au champ, dans une fosse plantation en fin d'hiver (planteuse à poireaux) ; mêmes densité et disposition que pour le semis du radis commun
AU CHAMP	protection par un voile P17	protection par un voile P17



RÉCOLTE	MOYENNES SURFACES	GRANDES SURFACES
PÉRIODE(S)	juin (radis d'hiver) à septembre (radis commun)	juin (radis d'hiver) à septembre (radis commun)
TAUX D'HUMIDITÉ	NA	NA
REPÈRES	90 % des siliques sont brunes	90 % des siliques sont brunes
MÉTHODE(S)	fauchage + ramassage ou récolte + battage	fauchage + ramassage ou récolte + battage
OUTIL(S)	fauchage + ramassage : faucheuse ou sécateur récolte + battage : moissonneuse-batteuse	fauchage + ramassage : faucheuse ; remorque autochargeuse récolte + battage : moissonneuse-batteuse
CONSEILS DIVERS	laisser sécher la culture au maximum après le fauchage, et/ou réaliser la récolte à un stade de maturité aussi avancé que possible	laisser sécher la culture au maximum après le fauchage, et/ou réaliser la récolte à un stade de maturité aussi avancé que possible

Figure 12. Synthèse des recommandations pour le semis, l'entretien, la sélection de conservation, l'hivernage et la récolte du radis porte-graines. Lorsque deux options sont possibles, la plus recommandée est en gras. Seuls les outils spécifiques à ces étapes sont mentionnés ; ceux liés à la préparation du sol, au désherbage et aux autres opérations communes au maraîchage ne sont pas détaillés.

3.3 Conseils de culture des porte-graines

Concernant la rotation culturale*, la fertilisation, la gestion des adventices*, l'irrigation ou encore la gestion des maladies et ravageurs, **la conduite du radis destiné à la production de semences est identique à celle du radis de consommation jusqu'à la maturité des racines**. Ensuite, au-delà de la phase d'hivernage pour les radis d'hiver, **il est nécessaire de maintenir une irrigation régulière, notamment durant la floraison, et de prévenir autant que possible les attaques de méligèthes (*Meligethes aeneus*)**. Les détails techniques relatifs à la culture du radis commun adaptés aux productions sur moyennes et grandes surfaces sont présentés dans le chapitre sur les Brassicaceae de Jobbé-Duval (2017) du livre de Rey et al. (2017), ainsi que dans le guide technique de Morel (2016), respectivement.

Parmi les recommandations essentielles, on peut retenir :

- **Rotation culturale** : selon Jobbé-Duval (2017), les céréales constituent un précédent cultural favorable. En revanche, l'auteure conseille d'éviter toute autre Brassicaceae, ainsi que la betterave, l'épinard et le haricot. Morel (2016) déconseille également les cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN) à base de moutarde.

- **Préparation du sol** : l'objectif de la préparation du sol est de créer un lit de semences* fin en surface (sur environ 5 cm) et motteux en profondeur afin de favoriser le drainage (Jobbé-Duval, 2017; Morel, 2016). Jobbé-Duval (2017) propose par exemple de travailler le sol à l'aide d'un cultivateur.
- **Fertilisation** : selon Jobbé-Duval (2017), les exportations de la culture de radis sont relativement faibles, mais concentrées sur une période courte, ce qui nécessite une disponibilité rapide des éléments nutritifs. Pour la production de semences, Morel (2016) estime les besoins en azote à environ 140 kg/ha. **Il est recommandé d'effectuer les apports principaux lors de l'implantation de la culture précédente, afin d'assurer une libération progressive des nutriments** (Jobbé-Duval, 2017). Il convient également de veiller à un apport suffisant en molybdène et en bore (Morel, 2016). Une attention particulière doit également être portée à la quantité d'azote, car un excès favorise le développement du feuillage au détriment de la production de graines.
- **Gestion des adventices : le radis est une espèce qui se développe rapidement et qui est donc compétitive, ce qui limite le besoin de désherbage** (Jobbé-Duval, 2017). Boué (2021) conseille de biner au début de la culture, car à partir de la montée en graines, il devient impossible de pénétrer dans la parcelle. Par ailleurs, Morel (2016) recommande de surveiller attentivement la présence d'adventices dont les semences sont totalement intriables (comme celles des espèces des genres *Abutilon* et *Datura*) ou difficilement triables (par exemple, celles des espèces de la famille des Brassicaceae).
- **Irrigation** : selon Morel (2016), les besoins en eau du radis sont faibles avant la montée en graines, et la réserve en eau du sol est généralement suffisante pendant le développement végétatif. En revanche, **une irrigation devient nécessaire au moment de la floraison et de la formation des siliques**. De son côté, Jobbé-Duval (2017) recommande un arrosage régulier dès le développement végétatif, notamment pour favoriser la tubérisation de la racine.
- **Ravageurs et maladies : les principaux problèmes sur le radis porte-graines concernent les altises (*Phyllotreta cruciferae*, *Phyllotetra nemorum*) (Boué, 2021) et les méligèthes (*Meligethes aeneus*) (B. Delpeuch, communication personnelle, 22 septembre 2025). Les altises s'attaquent aux feuilles tout au long du cycle de la culture : plus elles arrivent tôt, plus les dégâts sont importants. Selon Morel (2016), le risque est particulièrement élevé jusqu'au stade rosette. Une mesure de protection efficace consiste à protéger les cultures à l'aide d'un voile anti-insectes ou d'un voile de forçage de type p17 (Jobbé-Duval, 2017). **La gestion des méligèthes est plus complexe, car ils ciblent les fleurs au moment de la floraison, période durant laquelle le voile est retiré pour permettre la pollinisation.** Une stratégie alternative consiste à utiliser des filets anti-insectes fixes, avec des ruches à l'intérieur. D'après Morel (2016), la présence des méligèthes être détectée par l'emploi de cuvettes jaunes, qui les attirent. Selon B. Delpeuch, l'utilisation d'un voile de type Howicover, qui bouge au moindre souffle de vent, perturbe les méligèthes et réduit leur présence (L. Minet, communication personnelle, 30 octobre 2025). Celui-ci peut être installé au début de la montée en graines, mais doit assez rapidement être enlevé pour permettre la pollinisation.**

Parmi les autres ravageurs à surveiller, Boué (2021) et Jobbé-Duval (2017) signalent les oiseaux, qui peuvent s'attaquer aux graines, aux jeunes plants, ainsi qu'aux siliques qui arrivent à maturité tôt au printemps. Il convient également de rester vigilant face à la mouche du chou (*Delia radicum*) et aux charançons (*Ceuthorrynchus assimilis*, *Ceuthorrynchus quadridens*). Par ailleurs, le radis peut également être touché par plusieurs maladies cryptogamiques, ainsi que par des bactérioses (Morel, 2016). Selon Jobbé-Duval (2017), il se révèle plus sensible au mildiou (*Peronospora parasitica* fsp. *raphani*) que d'autres Brassicaceae telles que le navet. D'après L. Minet (communication personnelle, 30 octobre 2025), le sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) et le rhizoctone (*Rhizoctonia solani*) peuvent également s'avérer problématiques pour la production de semences de radis d'hiver.

Des informations plus détaillées sur les maladies et ravageurs, ainsi que sur les moyens de prévention, de détection et de traitement peuvent être consultées dans le chapitre d'ouvrage de Jobbé-Duval (2017), ainsi que dans le guide pratique de Morel (2016). Il convient toutefois de noter que ce dernier fait référence à des pratiques adaptées à l'agriculture conventionnelle. Par ailleurs, la plateforme numérique Ephytia, développée par l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement français (INRAE) (s. d.) constitue un outil précieux pour identifier les bioagresseurs de nombreuses plantes cultivées, mieux comprendre leur biologie et choisir des méthodes de protection adaptées.

4. Opérations post-récolte

CETTE SECTION EST CONSACRÉE AUX OPÉRATIONS POST-RÉCOLTE À EFFECTUER SUR LES SEMENCES DE RADIS. ELLE ABORDE LE SÉCHAGE (SECTION 4.1), LE BATTAGE (SECTION 4.2), LE TRIAGE (SECTION 4.3) ET LA CONSERVATION DES SEMENCES (SECTION 4.4).

À noter. Les opérations post-récolte relèvent généralement de la responsabilité de l'entreprise semencière. Le ou la multiplicateur·rice n'est donc pas nécessairement tenu·e de les maîtriser ni de disposer du matériel nécessaire. Selon les termes du contrat, la récolte peut même être livrée non battue.

4.1 Séchage

Le séchage constitue une opération progressive qui débute avant la récolte. La figure 13 illustre la séquence des étapes de séchage du radis.



Figure 13. Séquence des étapes de séchage et autres opérations post-récolte. Les taux d'humidité se réfèrent aux graines.

Le séchage des porte-graines de radis s'effectue principalement avant le battage. Dans la mesure du possible, il est conseillé de privilégier un séchage maximal sur pied. Ce dernier est ensuite complété après le fauchage, soit au champ, les porte-graines étant disposés en andains, soit sous abri. **Il est important d'éviter de mettre en place des tas trop hauts et de veiller à une bonne ventilation afin de prévenir tout échauffement.** Le brassage régulier des porte-graines permet aussi d'homogénéiser leur séchage. **L'objectif est d'atteindre une humidité des semences d'environ 9 %**, taux recommandé pour leur conservation (Morel, 2016), avant le battage.

Lorsque la récolte et le battage sont réalisés simultanément à l'aide d'une moissonneuse-batteuse (voir section 3.2.6), une étape de séchage complémentaire peut être nécessaire après la récolte. Elle concerne alors le lot constitué de graines et de siliques non éclatées. Ce séchage vise à favoriser l'ouverture des siliques lors d'un second battage.

Plus d'informations relatives au séchage des semences sont disponibles dans le [document sur la conservation des semences](#).

4.2 Battage

Le battage des porte-graines de radis est particulièrement difficile en raison de la forte indéhiscence des siliques, qui sont très difficiles à ouvrir (Boué, 2021; Morel, 2016). **La première recommandation consiste à laisser sécher les plantes le plus longtemps possible avant le battage.** Selon Widmer et al. (2019), les porte-graines sont prêts à être battus lorsque les siliques peuvent être cassées facilement entre les doigts.

Comme mentionné dans la section 3.2.6, le battage peut être réalisé à l'aide d'une moissonneuse-batteuse, soit après une étape de séchage au champ en andains, soit directement en parallèle de la récolte. Il peut également être effectué en poste fixe, avec une batteuse stationnaire ou une épanouilleuse à maïs (Morel, 2016). L'Organic Seed Alliance (2007) recommande d'opter pour une moissonneuse-batteuse ou une batteuse stationnaire équipée de rouleaux réglables, capables de fendre les gousses sans les écraser.

Pour les productions de plus petite échelle, le battage peut aussi être réalisé par roulage au tracteur ou par piétinement (Organic Seed Alliance, 2007; Widmer et al., 2019). Contrairement à d'autres cultures, cette opération peut être effectuée sur des sols durs.

4.3 Triage

Les stratégies de triage varient en fonction de multiples facteurs, dont les équipements disponibles, les préférences personnelles et les caractéristiques des lots de semences. Pour le radis, **Morel (2016) conseille l'utilisation d'un nettoyeur-séparateur***. L'auteure fournit également des réglages adaptés au radis. Welbaum (2024) recommande également l'usage d'un nettoyeur séparateur, éventuellement combiné à une table densimétrique.

Des informations plus détaillées au sujet du triage sont disponibles dans le [document consacré au triage des semences](#).

4.4 Conservation

Dans des conditions favorables, la durée théorique de conservation des semences de radis est de 4 à 10 ans (tableau 3). Celle-ci peut varier en fonction de la qualité du lot. Plus d'informations sur les conditions de conservation sont disponibles dans le [document sur la conservation des semences](#). Le document de Klaedtke (2023) consacré au stockage et au séchage des semences potagères biologiques dans des structures artisanales constitue également une ressource précieuse.

Tableau 3. Durée de conservation des semences de radis selon plusieurs sources.

Durée de conservation des semences (années)	Source
4	(Boué, 2021)
4 à 5	(Jobbé-Duval, 2017)
4 à 5 (radis noir)	(Chéritel, 2020)
5 à 10	(Widmer et al., 2019)
> 6	(Nuijten & Tiemens, 2014)



5. Normes d'agréation

CETTE SECTION PRÉSENTE LES NORMES D'AGRÉATION* POUR LA COMMERCIALISATION DES SEMENCES DE RADIS. ELLE MENTIONNE LE TAUX DE GERMINATION* (SECTION 5.1), LA PURETÉ SPÉCIFIQUE* (SECTION 5.2) ET LE POIDS DE MILLE GRAINS* (SECTION 5.3).

  noter. Il est important que le ou la multiplicateur-rice puisse estimer la valeur de sa récolte. Les normes d'agréation déterminent si un lot peut être accepté à la vente, et conditionnent donc directement son revenu. Par exemple, un taux de germination insuffisant ou la présence de semences d'adventices peut entraîner le refus d'achat par la société semencière.

La méconnaissance de ces critères peut conduire à une mauvaise gestion de la culture ou à une incompréhension des décisions prises par la société semencière. Il est donc crucial de connaître à la fois les normes légales et les exigences spécifiques des sociétés semencières, qui peuvent être plus strictes et sont précisées dans le contrat de production.

D'une part, comparer les normes officielles aux critères du contrat permet d'engager une discussion sur leur pertinence et les risques associés pour le ou la multiplicateur-rice. D'autre part, maîtriser les méthodes de test de germination aide à évaluer la qualité d'un éventuel surstock, en vue d'une commercialisation une ou plusieurs années après la récolte.

5.1 Taux de germination

Selon les règles de l'ISTA (2017), le test de germination peut être réalisé sur une feuille de papier buvard, entre deux feuilles de papier buvard ou sur du sable. La température doit être soit comprise entre 20 et 30  C, avec un cycle de 16 heures à 20  C et 8 heures à 30 C, soit maintenue stable à 20  C. Il est également recommandé de réfrigérer les semences avant le lancement du test afin de lever la dormance*. Un premier comptage peut être effectué au bout de 4 jours, tandis que le dernier comptage se déroule maximum 7 jours après le lancement du test (ISTA, 2017).

Le **taux de germination minimum légal pour la vente de semences est de 70 %** (DIRECTIVE 2002/55/CE DU CONSEIL du 13 juin 2002 concernant la commercialisation des semences de légumes., 2002). Toutefois, **les taux de germination minimaux pratiqués par les semenciers sont souvent plus élevés**. Par exemple, **la société coopérative Cycle en Terre commercialisait des semences de radis avec un taux de germination supérieur à 80 %**.

5.2 Pureté spécifique

La norme européenne exige une **pureté minimale spécifique de 97 % du poids total**. Ceci veut dire qu'il peut y avoir maximum 3 % du poids total en matières inertes (débris végétaux, poussières) et en semences d'autres espèces. Néanmoins **la teneur maximale en graines d'autres espèces de plantes est de 1 % du poids** (DIRECTIVE 2002/55/CE DU CONSEIL du 13 juin 2002 concernant la commercialisation des semences de légumes., 2002).

5.3 Poids de mille grains

Le poids de mille grains (PMG) est une donnée importante, notamment pour estimer la quantité de graines à semer. Il varie selon la variété et la qualité du lot, et présente souvent une corrélation positive avec le rendement. Bien qu'aucune réglementation n'impose de PMG minimal pour la commercialisation, certaines sociétés semencières peuvent l'exiger. Le tableau 4 répertorie différents PMG mentionnés dans la littérature.

Tableau 4. Poids de mille grains de semences de radis selon différentes sources.

Poids de mille grains (g)	Nombre de graines par gramme	Source
8,3 à 10 (radis commun)	100 à 120	(Boué, 2021)
10 (radis commun)	100	(George, 2009)
10 à 12,5 (radis d'hiver)	80 à 100	(Boué, 2021)
12,5 à 8,3 (radis commun)	80 à 120	(Jobbé-Duval, 2017)

6. Rendement

La question du rendement est importante lorsqu’il s’agit de s’engager dans la multiplication d’une espèce. Cette donnée est également essentielle pour l’établissement des contrats entre multiplicateur·rice·s et entreprises semencières. Or, les informations disponibles restent limitées, en particulier en agriculture biologique et pour les variétés reproductibles. Par ailleurs, **les rendements en semences varient fortement selon les variétés, les conditions environnementales (climat, sol) et les pratiques agricoles**. Le tableau 5, ci-dessous, récapitule les données de rendement en semences recensées.

Tableau 5. Rendements en semences de radis selon différentes sources.

Pays ou région	Variété	Pratiques agricoles	Rendement	Unité	Source
France	Hybrides F1	Divers	20,9 à 49,6 entre 2011 et 2018 ; moyenne de 36,6	g/m linéaire	(Colcombet, 2019)
Belgique	Sora (radis commun)	Agriculture biologique ; moyennes surfaces	21,3 (en 2022) à 53 (en 2014)	g/m²	Société coopérative Cycle en Terre
Belgique	Variétés à gros fruits	Agriculture biologique ; moyennes surfaces	40 (rendement visé, déterminé en fonction des rendements précédemment obtenus)	g/m linéaire	(B. Delpeuch, communication personnelle, 22 septembre 2025)
France	Variétés populations	Divers	44,9 à 80,7 entre 2011 et 2018 ; moyenne de 65,3	g/m²	(Colcombet, 2019)
France (Anjou)	Pernot clair (radis commun)	Agriculture biologique ; moyennes surfaces	60	g/m²	(P. Dorand, communication personnelle, s. d.)
France (Anjou)	Poids d'horloge (radis noir)	Agriculture biologique ; moyennes surfaces	60	g/m²	(P. Dorand, communication personnelle, s. d.)
États-Unis	NA	Agriculture conventionnelle ; grandes surfaces	100	g/m²	(George, 2009)

7. Conclusion

La production de semences de radis peut être envisagée en Belgique. Cependant, cette culture requiert le respect de plusieurs exigences : un isolement de 150 à 300 m minimum afin d’éviter l’hybridation entre variétés et un nombre suffisant de porte-graines (25 à 200, selon les sources) pour préserver la diversité génétique. Les principaux risques résident dans les attaques d’altises lors du développement végétatif, et de méligèthes pendant la floraison.

8. Glossaire

Adventice : plante qui pousse de manière spontanée dans une culture, sans avoir été semée intentionnellement, et qui entre en concurrence avec les plantes cultivées.

Allogamie : type de reproduction sexuée chez les plantes dans lequel le pollen d'une fleur féconde le pistil d'un autre fleur de la même plante ou d'une plante différente.

Andainage : opération agricole qui consiste à rassembler et aligner en andains (rangées régulières) les produits d'une récolte ou les résidus de culture après la coupe.

Annuelle (plante annuelle) : plante dont le cycle de vie complet se déroule en une seule année ou saison de culture.

Autofécondation : type de reproduction sexuée chez les plantes dans lequel le pollen d'une fleur féconde le pistil de la même fleur.

Auto-incompatibilité : système génétique qui empêche la germination du pollen ou la croissance du tube pollinique lorsqu'il provient du même individu que le pistil.

Battage : opération qui consiste à séparer les graines des autres parties de la plante.

Bisannuelle (plante bisannuelle) : plante dont le cycle de vie complet se déroule sur deux années ou saisons de culture. La première année correspond à la croissance végétative, et la deuxième, au développement reproductif.

Classification taxonomique : système scientifique qui organise les êtres vivants en groupes, selon leurs caractéristiques communes et leurs relations de parenté.

Collet : zone de transition située entre les racines et la tige.

Dépression de consanguinité : diminution de la vigueur d'une population résultant de la reproduction entre individus apparentés.

Développement végétatif : phase de croissance d'une plante durant laquelle elle produit ses organes non reproducteurs : principalement les feuilles, les tiges et les racines.

Diploïde : se dit d'un organisme dont les cellules possèdent deux copies de chromosomes homologues.

Dormance : état temporaire dans lequel une graine ne germe pas, même si les conditions de milieu sont favorables à la germination.

Drainage (sol drainant) : sol qui laisse facilement s'infiltrer et circuler l'eau, sans retenir l'humidité en excès.

Éclaircissage : opération qui consiste à supprimer une partie des plants lorsque ceux-ci sont trop nombreux, afin de laisser suffisamment d'espace aux restants pour se développer correctement.

Entomophilie : mode de pollinisation assuré par les insectes.

Entreprise semencière : société spécialisée dans la production, la sélection et la commercialisation de semences.

Fauchage : opération qui consiste à couper des plantes (en général, de l'herbe, des plantes fourragères ou des céréales) à la faux ou à la faucheuse, presque à ras du sol.

Floraison : phase de développement reproductif où la plante produit des fleurs, au sein desquelles a lieu la fécondation de l'ovule par le pollen.

Formation des graines : processus par lequel une plante produit des graines à partir de ses fleurs. Une fois fécondé, l'ovule se transforme en graine, et l'ovaire en fruit.

Germination : processus par lequel une graine commence à se développer, qui marque la transition de la graine dormante à une plantule active. Elle commence lorsque la graine absorbe de l'eau, ce qui active son métabolisme. La radicule est généralement le premier organe à émerger, suivie de la tigelle et des cotylédons.

Groupe botanique : ensemble de plantes qui partagent des caractéristiques communes et qui sont classées ensemble selon des critères phénotypiques ou génétiques.

Hermaphrodisme : présence des organes reproducteurs mâles (étamines) et femelles (pistil) dans une même fleur.

Hybridation : fécondation (non désirable dans ce contexte) entre deux plants appartenant à des variétés différentes dans une phase de multiplication.

Hypocotyle : portion de la tige située entre la racine embryonnaire (radicule) et les cotylédons (feuilles embryonnaires).

Isolement : espacement entre deux variétés qui assure l'absence d'hybridation.

Itinéraire technique : plan décrivant les étapes nécessaires pour produire une culture ou élever un animal.

Levée : moment où la plantule émerge au-dessus de la surface du sol. C'est le résultat visible de la germination.

Lit de semences : surface de sol préparée spécifiquement pour accueillir les semences afin de faciliter la germination et la levée.

Maladie cryptogamique : maladie des plantes causée par des champignons.

Maturation des graines : phase finale du développement d'une graine, au cours de laquelle elle perd de l'eau, se durcit et devient viable.

Montée en graines : phase du cycle de vie d'une plante où elle arrête sa croissance végétative pour produire les organes reproducteurs et former des graines.

Multiplicateur-rice : agriculteur-rice spécialisé-e dans la production de semences ou de matériel reproductif végétatif.

Nettoyeur-séparateur : machine permettant de trier les semences selon leur taille, poids et forme.

Normes d'agrément : règles ou critères officiels qui définissent la qualité minimale que doit respecter un produit agricole, pour être certifié, commercialisé ou utilisé en agriculture.

Palissage : technique culturale qui consiste à soutenir et guider la croissance des plantes à l'aide de tuteurs, de treillis ou de fils, afin qu'elles se développent de manière verticale ou structurée.

Peuplement : densité des plantes sur une parcelle cultivée.

Photopériode : durée relative d'éclairement et d'obscurité au cours d'un cycle de 24 heures.

Poids de mille grains : mesure utilisée pour caractériser la taille et la densité des semences. Il correspond au poids moyen de 1000 grains.

Pollinisation : processus par lequel le pollen, produit par l'organe mâle de la plante (l'étamine), est transféré vers l'organe femelle (le stigmate du pistil) afin de permettre la fécondation et la formation de graines ou de fruits.

Porte-graines : plante cultivée pour produire des semences.

Pureté spécifique : critère de qualité des semences qui indique la proportion de graines d'une même espèce dans un lot de semences.

Racème : type d'inflorescence en grappe, où les fleurs sont disposées le long d'un axe commun, selon un ordre précis : les fleurs les plus jeunes se trouvent à l'extrémité supérieure.

Rosette de feuilles : groupement de feuilles disposées en cercle ou en spirale autour de la base de la plante.

Rotation des cultures : technique agricole qui consiste à alterner différentes cultures sur une même parcelle au fil des années. Elle vise notamment à préserver la fertilité du sol, limiter les maladies et l'enherbement.

Sélection de conservation : méthode de sélection végétale dont l'objectif principal est de préserver les caractéristiques d'une variété existante. Elle consiste à supprimer les plants qui ne correspondent pas à la description de la variété.

Semences de base : dans le système formel de la sélection variétale, semences produites par l'obteneur-rice à partir des semences de prébase, une fois que l'administration valide l'enregistrement de la variété au catalogue officiel. Ces semences sont multipliées afin de maintenir la variété. Elles subissent systématiquement une sélection de conservation et vont être fournies au/à la multiplicateur-rice qui va produire des semences certifiées.

Silique : type de fruit sec déhiscent, allongé, étroit et composé de deux valves, caractéristique de la famille des Brassicaceae.

Taux de germination : indicateur de la qualité des semences, qui mesure la capacité d'un lot de graines à germer dans des conditions favorables.

Tubérisation : processus par lequel certaines plantes forment des tubercules, c'est-à-dire des organes de réserve souterrains.

Variété reproductible : variété de plante dont les caractéristiques restent stables d'une génération à l'autre lorsqu'elle est reproduite par semis.

Vernalisation : processus par lequel certaines plantes doivent subir une période de froid pour pouvoir fleurir correctement.

Verse : accident physiologique ou mécanique qui se produit lorsque les tiges d'une plante cultivée se couchent partiellement ou totalement sur le sol, au lieu de rester dressées.

Voile de forçage : tissu léger que l'on place sur les plantes pour protéger et accélérer leur croissance.



9. Bibliographie

Bingenheimer Saatgut AG. (2015a). *Minimum distance between crosspollinating crops in Elite and Seed production* [Rapport technique].

Bingenheimer Saatgut AG. (2015b). *Minimum numbers of flowering plants production Elite* [Rapport technique].

Boué, C. (2021). Produire ses graines de légumes. In *Produire ses graines BIO* (2^e éd., p. 97-197). Terre vivante.

Chéritel, A. (2020). Comment cultiver le radis noir ? *Terre Vivante*.
<https://www.terrevivante.org/contenu/radis-noir-semer-entretenir-recolter/>

Colcombet, L.-M. (2019). *Récolte 2018 : Malgré les aléas climatiques, les semences potagères dans la moyenne* (Statistiques agricoles 270; Bulletin semences). GNIS.
https://www.fnams.fr/wp-content/uploads/2020/01/BS_270_11-pot_38-42.pdf

Delpeuch, B. (2025, septembre 22). *Communication personnelle* [Communication personnelle].

DIRECTIVE 2002/55/CE DU CONSEIL du 13 juin 2002 concernant la commercialisation des semences de légumes., Pub. L. No. 2002/55/CE, 27 (2002).

Dorand, P. (s. d.). *Communication personnelle* [Communication personnelle].

Encyclopaedia Britannica. (s. d.). *Radish*. Consulté 2 octobre 2025, à l'adresse <https://www.britannica.com/plant/radish>

George, R. A. T. (2009). Cruciferae. In *Vegetable Seed Production* (3^e éd., p. 140-161). CABI.

INRAE. (s. d.). *Ephytia*. Consulté 3 juin 2025, à l'adresse <http://ephytia.inra.fr/fr/Home/index>

ISTA. (2017). *Règles Internationales pour les Essais de Semences 2017*.

Jobbé-Duval, M. (2017). Brassicacées. In F. Rey, A. Coulombel, M.-L. Melliand, M. Jonis, & M. Conseil (Éds.), *Produire des légumes biologiques—Tome 2 : Fiches techniques par légumes* (p. 128-191). ITAB.

Klaedtke, S., Gudinchet, M., & Groot, S. (2023). *Guide pratique pour le séchage et le stockage de semences potagères biologiques dans des structures artisanales ou fermière* (p. 40) [Guide technique]. Pojet Liveseeding.
<https://orgprints.org/id/eprint/52128/>

Kobayashi, H., Shirasawa, K., Fukino, N., Hirakawa, H., Akanuma, T., & Kitashiba, H. (2020). Identification of genome-wide single-nucleotide polymorphisms among geographically diverse radish accessions. *DNA Research*, 27(1). <https://doi.org/10.1093/dnares/dsaa001>

Minet, L. (2025, juillet 24). *Communication personnelle* [Communication personnelle].

Minet, L. (2025, octobre 30). *Communication personnelle* [Communication personnelle].

Morel, É. (2016). *Radis porte-graines* (p. 16) [Guide pratique].
<https://www.fnams.fr/wp-content/uploads/2016/11/2016-GP-Radis-1.pdf>

Nuijten, E., & Tiemens, M. (2014). *Handleiding Zaadvermeerdering en Selectie—Algemene inleiding* (Rapport technique 2014-025 LbP; p. 45). Louis Bolt Instituut.

Organic Seed Alliance. (2007). *Principles and Practices of Organic Radish Seed Production in the Pacific Northwest—Organic Seed Alliance* (p. 12) [Guide technique]. Organic Seed Alliance.

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

Rey, F., Coulombel, A., Jobbé-Duval, M., Melliand, M.-L., Jonis, M., & Conseil, M. (2017). *Produire des légumes biologiques—Tome 2 : Fiches techniques par légumes*. ITAB.

Singh, B. K. (2021). Radish (*Raphanus sativus* L.) : Breeding for Higher Yield, Better Quality and Wider Adaptability. In J. M. Al-Khayri, S. M. Jain, & D. V. Johnson (Éds.), *Advances in Plant Breeding Strategies : Vegetable Crops : Volume 8 : Bulbs, Roots and Tubers* (p. 275-304). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-66965-2_7

Swaamy, K. R. M. (2023). *Origin, distribution, genetic diversity and breeding of radish (Raphanus sativus L.)*. 13(26289).

Welbaum, G. E. (2024). Family Brassicaceae. In *Vegetable Seeds* (p. 136-167).

<https://doi.org/10.1079/9781789243260.0011>

Widmer, M., Seguin, S., & Widmer, O. (Réalisateurs). (2019, janvier 29). *Radis* [Enregistrement vidéo].

<https://www.diyseeds.org/fr/film/radish/>

Yamagishi, H. (2017). Speciation and Diversification of Radish. In T. Nishio & H. Kitashiba (Éds.), *The Radish Genome* (p. 11-30). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59253-4_2

