

SECONDE ÉDITION

La féverole

Une légumineuse à graines riches en protéines
et en énergie



Avec le soutien de la





SOMMAIRE



La féverole, un maître atout et ce tant au niveau agronomique qu'environnemental, en agriculture conventionnelle et biologique !	4
Conduite de la culture de la féverole d'hiver ou de printemps, en culture pure ou associée à une céréale, en agriculture conventionnelle ou biologique	7
La valorisation de la féverole	25
Conclusion	33

À PROPOS

Ce livret est une mise à jour du précédent livret édité en 2016 : « **LA FÉVEROLE : Une légumineuse à graines riches en protéines et en énergie.** »

Cette mise à jour a été menée par le CePiCOP asbl (Centre Pilote wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux) en collaboration avec le CRA-W (Centre wallon de Recherches Agronomiques) et Biowallonie asbl, dans le cadre du projet WALOPEA.

Le projet WALOPEA, dont le CePiCOP est partenaire, s'inscrit dans la stratégie Circular Wallonia (2022), avec le soutien du Plan de Relance de la Wallonie.

Avec le soutien financier de la Région wallonne.

Auteurs CePiCOP asbl :

CARTRYSSÉ Christine
VAN DER VERREN Benjamin
VANNOPPEN Noémie

Auteurs CRA-W :

CAMPION Morgane
WAVREILLE José

Auteur Biowallonie asbl :

SILVESTRE Patrick

Édition :

Mars 2024

Conception graphique :

Céline Kerpelt – Curlie.be

Crédit photo : Christine Cartrysse.

LA FÉVEROLE :

UN MAÎTRE ATOUT ET CE TANT AU NIVEAU AGRONOMIQUE QU'ENVIRONNEMENTAL, EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE ET BIOLOGIQUE !

AU NIVEAU AGRONOMIQUE ET EN TERMES DE VALORISATION

- Comme toute légumineuse, la féverole **fixe** l'azote de l'air grâce à ses nodosités et **enrichit le sol en azote**. Elle ne nécessite, dès lors, aucune fumure azotée organique ou minérale. C'est un **bon précédent culturel**. Par exemple, le froment bénéficiera d'une restitution en azote permettant un meilleur rendement qu'après une betterave, un maïs ou un froment (+ 500 à 800 kg/ha) et d'une diminution de la dose de fertilisation azotée apportée à la culture.
- Son intégration dans la rotation, en tant que tête de rotation ou de culture intermédiaire, permet d'**allonger la rotation**, de **diversifier les cultures** et, ainsi, de **faciliter la gestion des adventices et des maladies** et de **casser les cycles des ravageurs**.
- Sa conduite, du semis à la récolte, peut se faire au départ du matériel céréalière présent dans toutes les exploitations agricoles.
- La féverole présente de **nombreux débouchés**, principalement en alimentation animale (autonomie protéique locale) et en alimentation humaine (graine entière ou ingrédients alimentaires comme agent de blanchiment des farines, par exemple).

Ces éléments, combinés à l'objectif d'améliorer l'autonomie protéique, à l'échelle de la Région wallonne, font que les protéagineux bénéficient d'un **soutien couplé**, en culture pure ou associée, à hauteur de **375 €/hectare** (0,5 hectare minimum), dans le cadre de la PAC 2023-2027.

Les protéagineux peuvent, dans certains cas, bénéficier de certains **éco-régimes** (couverture longue du sol, cultures favorables à l'environnement, réduction d'intrants) sous certaines conditions, cumulables ou non avec le soutien couplé.

En agriculture biologique, les protéagineux bénéficient en Région wallonne d'une **aide au maintien**, cumulable avec le soutien couplé, de **420 €/hectare** de 0 à 60 hectares et de **252 €/hectare** au-delà de 60 hectares, lorsque les protéagineux sont prédominants dans le mélange. Des majorations existent pour les zones vulnérables.

Plus d'informations sur :



AU NIVEAU ENVIRONNEMENTAL

- Ses faibles besoins en azote conduisent à une **réduction de 50 % des besoins en énergie fossile, de 70 % des émissions de gaz à effet de serre**, en particulier du protoxyde d'azote, de 85 % des émissions de gaz acidifiants, en particulier l'ammoniac et à une **réduction des risques de fuite de nitrate** vers les eaux, si les reliquats laissés par la culture sont bien valorisés, par rapport à d'autres cultures recevant de 160 à 190 kg/ha d'azote.
- Ses fleurs sont attractives pour **les pollinisateurs et différents auxiliaires**, dont elles soutiennent l'activité.
- La féverole est capable de consommer 80 kg N/ha sans pénaliser le développement de ses nodosités, contrairement au pois protéagineux.

Le **taux d'approvisionnement en féverole** est relativement faible en Belgique par rapport à l'utilisation intérieure : la production annuelle allant de 3.000 à 5.600 T entre 2016 et 2022 pour une utilisation intérieure annuelle de 5.500 à 16.800 T sur cette même période (FAOstat). Néanmoins, cet approvisionnement est plus élevé qu'en pois protéagineux.

Pourquoi ?
Sa principale faiblesse : un **rendement irrégulier et inférieur à celui des céréales, suite à une plus forte sensibilité aux aléas climatiques (Tableau 1) !**
Toutefois, l'association avec une céréale permet de **compenser cette faiblesse**.

Tableau 1 : Impacts du climat sur la culture de la féverole.

FACTEURS DU CLIMAT	STADES DE LA FÉVEROLE	EFFETS SUR LA CULTURE	EFFETS SUR LE RENDEMENT
Eau			
Excès	Floraison	Maladies (botrytis, anthracnose)	-
	Après la floraison	Bon remplissage des gousses	+++
Sec	Semis	Bon départ	+
	Floraison	Insectes (pucerons, bruches)	--
	Après la floraison	PMG plus faible des graines	--
	Récolte	Facilité de récolte	+
Température			
Froid/gel	4/5 feuilles	Dégâts/destruction culture	-
Chaud : (T > 25°C)	Floraison	Rouille/Bruches	--
	Récolte	Facilité de récolte	+++

La quantité de pluies, cumulée sur la saison culturale, a un impact sur le niveau de rendement obtenu. **Les besoins totaux en eau** de la féverole, du stade 7 feuilles à maturité, sont de **300 l/m²**. Ces besoins sont équivalents à ceux du pois protéagineux mais sont répartis différemment sur le cycle. En effet, la féverole consomme **moins d'eau au début du cycle et en consomme plus à la fin** (Terres Inovia). Contrairement au pois protéagineux, la féverole est moins impactée par une pluviosité abondante en fin de cycle étant donné qu'elle consomme plus d'eau sur cette période et qu'elle est en général plus résistante à la verse.

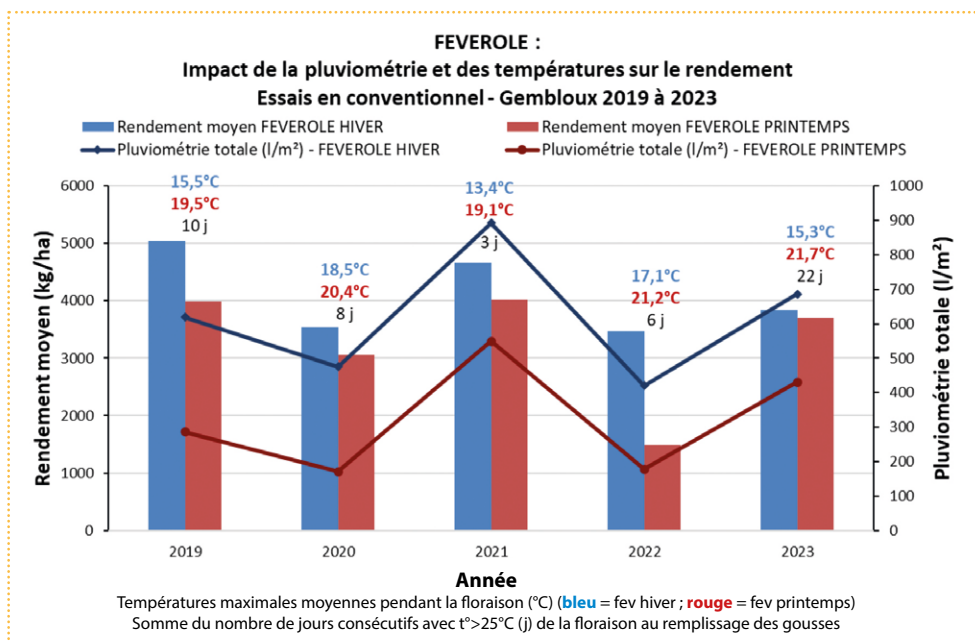
La féverole d'hiver est, par contre, **moins résistante au froid** que le pois protéagineux d'hiver, avec une résistance aux températures allant jusqu'à -12°C, pour les variétés les plus résistantes. De plus, elle a besoin d'une période d'acclimatation et supporte mal les gelées brutales, après une période de températures douces (Terres Inovia).

Sur la figure ci-contre, nous pouvons constater que la féverole préfère les années humides par rapport aux années sèches. En effet, les rendements obtenus en féverole d'hiver et de printemps sont plus élevés en 2021 qu'en 2022.

Lors de la floraison, la féverole est également **sensible au stress thermique**, lorsque des températures **supérieures à 25°C** sont enregistrées pendant plusieurs jours **consécutifs**. En effet, des rendements inférieurs ont été observés en 2023 par rapport à ceux de 2019.

De plus, lorsque le stress hydrique est couplé à un stress thermique, les rendements sont davantage impactés.

Figure 1 : Impact de la pluviométrie (sur le cycle) et des températures (à la floraison) sur les rendements en féverole d'hiver et de printemps. Résultats d'essais du CePicOP à Gembloux.



Féverole en culture pure. • Crédit photo : Christine Cartryse.

CONDUITE DE LA CULTURE DE LA FÉVEROLE

D'HIVER OU DE PRINTEMPS, EN CULTURE PURE OU ASSOCIÉE À UNE CÉRÉALE, EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE OU BIOLOGIQUE

La féverole peut être conduite en culture pure comme en association avec une céréale.

- La conduite en **culture pure** de la féverole présente des **risques** dus à la sensibilité de cette espèce aux aléas climatiques. Cette espèce est néanmoins moins sensible à la verse que le pois protéagineux et est qualifiée de plante « autoportante ». Elle n'a pas obligatoirement besoin d'une plante tuteur.
- La **maîtrise des adventices en fin de cycle** est délicate. En effet, la féverole perd ses feuilles à maturité, laissant les jeunes adventices profiter des conditions optimales pour leur développement (azote disponible, structure du sol, activité biologique intense et lumière).

- L'**association culturale avec une céréale** représente un levier agronomique permettant de **sécuriser** la culture et la récolte de la féverole. La céréale associée concurrence les adventices et permet de limiter la pression des maladies et des ravageurs. La culture associée **garantit toujours une récolte**, même si une espèce est en difficulté.
- L'association peut être composée de plus de deux espèces. Le terme « méteil » est alors plus approprié pour désigner ce type d'association. Le méteil peut être valorisé en ensilage immature, récolté en grain humide (inerté) ou en grain sec. En fonction du débouché, il sera nécessaire de trier les différentes espèces pour les valoriser séparément.

Les cultures associées sont possibles en agriculture **conventionnelle** et **biologique** (AB).

- L'association culturale en **agriculture conventionnelle** permet également de diminuer l'utilisation d'intrants, en plus de sécuriser la récolte.
- En **agriculture biologique** (AB), la féverole demande une attention particulière pour sa conduite au vu des risques de salissement considérable de la parcelle en fin de cycle. C'est pourquoi on l'associe à une céréale.



Association avoine de printemps/féverole de printemps en agriculture biologique. • Crédit photo : Patrick Silvestre.

CHOIX DE LA PARCELLE

- La féverole convient dans les **parcelles à cailloux** contrairement au pois protéagineux. Néanmoins, les sols superficiels sont à éviter.
- Les **précédents apportant beaucoup d'azote** (prairies labourées, luzernières comme précédent ou l'apport d'engrais de ferme) **sont à proscrire** car (1) ils risquent de provoquer un développement d'une végétation exubérante au détriment de la production de graines et (2) ils freinent voire arrêtent la fixation symbiotique !
- La féverole nécessite **une rotation longue** avec un retour de la féverole tous les **4 ans au minimum**.
- Dans les parcelles où il y a un problème d'**aphanomyces** (maladie racinaire transmise par un champignon du sol) affectant la culture du pois, la féverole y trouve sa place, car elle **n'y est pas sensible**.
- Des parcelles avec une faible pression en adventices seront à privilégier, étant donné le risque de salissement en fin de cycle.

En culture associée, en conventionnel et plus encore en AB, une attention particulière doit être apportée au choix de la parcelle et à son stock semencier d'adventices. Cela est d'autant plus vrai lorsqu'il y a une prédominance de féverole dans le mélange.

MISE EN PLACE DE LA CULTURE DE FÉVEROLE

- La féverole, étant **rustique**, n'est pas très exigeante au niveau du sol.
- La féverole est beaucoup **moins sensible à la structure du sol** que le pois protéagineux ; un travail du sol assez grossier suffit pour la féverole.
- La **féverole d'hiver** sera implantée à l'automne, idéalement entre le 25 octobre et le 10 novembre. Cette période peut s'étendre jusqu'au 15 décembre, en fonction des régions. Il est souhaité que le semis blanchisse un peu avant une future pluie. **Un semis trop précoce accroît le risque de destruction par le gel si les plantes sont trop développées avant l'hiver.**

!! La culture de féverole d'hiver n'est pas recommandée en Ardenne et en Haute Ardenne, au vu des conditions hivernales plus intenses !!

- La **féverole de printemps** sera implantée à partir du mois de février jusque mi-avril, selon les conditions météo de l'année et l'état du sol.

Les dates de semis sont identiques pour la culture en association, en culture d'hiver ou de printemps, que ce soit en agriculture **conventionnelle ou biologique**.

- En **féverole d'hiver**, la **densité de semis** sera de **25 à 35 grains/m²** (gr/m²) ; en **féverole de printemps**, elle sera de **40 à 50 grains/m²**. La féverole d'hiver ramifie à la base de la plante, c'est pourquoi elle doit être semée beaucoup moins dense que la féverole de printemps.



La densité de semis de la féverole d'hiver, en AB, sera plutôt de **35 à 40 gr/m²**. Pour la féverole de printemps, la densité de semis sera identique à celle de l'agriculture conventionnelle (40 à 50 gr/m²).

- La quantité de semences nécessaires, en **kg/ha**, sera calculée de la manière suivante :

$$\frac{\text{PMG (en g)} \times 30}{100}$$
 pour la féverole d'hiver et

$$\frac{\text{PMG (en g)} \times 50}{100}$$
 pour la féverole de printemps.

- Il est important de **vérifier le poids de 1000 grains** (PMG) des semences, vu les différences variétales et interannuelles (entre lots) qui existent (Tableau 2, p. 10), ainsi que la faculté germinative des semences.
- Il existe, depuis 2019, une variété de féverole de printemps ayant un PMG inférieur d'environ 50% par rapport aux autres variétés (Nanaux : PMG < 250 g), d'où l'importance de prendre en compte le PMG des semences. Ces différences de PMG influencent le coût du poste semences.

En culture associée, les densités de semis sont à définir **en fonction de la proportion de chaque espèce souhaitée à la récolte**.

Est-ce que je souhaite un mélange riche en féverole, équilibré (50%-50%) ou riche en céréales à la récolte ?

Exemple d'association en agriculture **conventionnelle** :

- Densité de féverole d'hiver : 20 gr/m²
- Densité de froment d'hiver : 150-200 gr/m²



En agriculture **biologique**, il est recommandé de s'orienter vers un mélange équilibré ou riche en céréales, pour le semis d'automne, et vers un mélange équilibré ou riche en féverole, pour le semis de printemps. Cela est encore plus vrai dans le cas de la culture d'hiver, au sud du sillon Sambre et Meuse, où la féverole d'hiver peut être endommagée par la longue période hivernale.

Exemple de densités d'un semis d'**automne**, pour un mélange **équilibré** à la récolte, en AB :

- Densité de féverole d'hiver : 20 gr/m²
- Densité de froment d'hiver : 300 gr/m²

Exemple de densités d'un semis de **printemps**, pour un mélange **riche en féverole** à la récolte, en AB :

- Densité de féverole de printemps : 40 à 50 gr/m²
- Densité de froment de printemps : 120 à 160 gr/m²

- Le semis se fera à une profondeur de **6 à 8 cm** pour la **féverole d'hiver**, et à une profondeur de **4 à 5 cm** pour la **féverole de printemps**, en prenant soin de bien recouvrir les semences afin d'éviter les dégâts dus aux oiseaux.

En association, la profondeur de semis sera un **compromis** entre les deux espèces, permettant de semer en un seul passage. Au vu de la différence de profondeur de semis existant entre les céréales et la féverole, la profondeur idéale dépendra des **conditions pédoclimatiques** de la parcelle ainsi que du type de semoir à disposition. La profondeur de semis recommandée se situe entre 3 et 5 cm.

Avec l'évolution du machinisme, il est possible de semer plusieurs semences à des profondeurs différentes, en un passage. Il existe également d'autres techniques telles que le semis à la volée, qui demande une maîtrise de la technique pour assurer une régularité de la levée.

- Les **semences utilisées seront saines, indemnes d'anthraxose**, car la présence de graines tachées c'est-à-dire infectées par ce champignon, menace l'état sanitaire de la culture. L'utilisation de semences fermières est particulièrement délicate si la culture-mère a été attaquée par l'anthraxose.



Parcelles expérimentales en féverole • Crédit photo : Christine Cartryse.

La féverole peut s'associer avec différentes espèces de céréales en agriculture **conventionnelle et biologique** : froment, orge, triticale, épeautre, avoine (vêtue ou nue), amidonnier,...

D'autres associations sont également possibles, aussi bien en culture d'hiver qu'en culture de printemps. Les informations sont disponibles dans les **fiches techniques bio** du programme Interreg SymbIOse (QR code). Dans ces fiches, le conseil de densité de semis du mélange est présenté en pourcentage de la dose pleine de chaque espèce. Ces fiches reprennent des doses pleines adaptées (augmentées) pour l'AB. Pour l'agriculture conventionnelle, il est conseillé de partir sur les doses pleines recommandées (réduites pour la féverole d'hiver ou identiques pour la féverole de printemps).

Liens vers les fiches « Féverole d'hiver » et « Féverole de printemps » en agriculture biologique :

<https://www.cra.wallonie.be/uploads/2023/01/fiche-feverole-hiver-fr.pdf>

<https://www.cra.wallonie.be/uploads/2023/01/fiche-feverole-printemps-fr.pdf>

QR code vers toutes les fiches du projet SymbIOse :



Tableau 2 : Tailles des graines des variétés de féverole et quantités de semences nécessaires au semis.

TAILLES DES GRAINES	TYPES DE FÉVEROLE	VARIÉTÉS	PMG INDICATIF (g)	QUANTITÉS SEMENCES (kg/ha)
Très petite graine	Printemps	NANAUX	250	125
Petite graine	Hiver	DIVA	490	150
	Printemps	NAKKA	480	240
Grosse graine	Hiver	VESPA	825	250
	Printemps	VICTUS	715	360

• Peut-on semer la féverole d'hiver, tôt à l'automne ?

La féverole d'hiver résiste à des températures allant de -5°C à -12°C, sans couverture de neige. Elle est donc moins résistante au froid que le pois protéagineux d'hiver. Pour cela, elle ne peut pas être trop développée à l'entrée de l'hiver; il ne faut donc pas la semer trop tôt, en octobre.



Féverole de printemps en culture pure. • Crédit photo : Christine Cartryse.

CHOIX DE LA VARIÉTÉ DE FÉVEROLE

- Critères de choix variétaux :
 - Les critères de choix seront basés sur la **stabilité** (Figures 2 et 3, p. 13) et le **potentiel de rendement** de la variété dans les **conditions pédoclimatiques locales** (Tableau 3, p. 12).
 - Même si la féverole est moins sensible à la verse, il faut tenir compte de la **résistance à la verse** des variétés, étant donné le climat belge avec des étés parfois pluvieux. En effet, une sensibilité à la verse peut voir ruiné, à la récolte, un potentiel de rendement prometteur au cours de la saison.
 - La **résistance aux maladies** est également un critère de choix à prendre en compte.
 - Pour les variétés d'hiver, la résistance au froid est primordiale. Dans ce contexte, le respect de la date de semis joue un rôle essentiel pour éviter d'avoir un développement trop important de la culture avant l'hiver, développement qui entraîne une diminution de la résistance au froid.
 - La **précocité à la maturité** est un critère variétal à considérer, en fonction des conditions climatiques locales.
 - Selon le débouché, la **couleur des fleurs et des graines**, la taille des graines et la qualité (teneur en protéines, présence ou absence de facteurs antinutritionnels) seront des critères importants lors du choix variétal.
- * Les variétés à faible teneur en vicine-convicine sont intéressantes en alimentation des volailles, essentiellement pour les poules pondeuses car ce facteur diminue la digestibilité de l'énergie et des protéines, et entraîne une diminution de la taille des œufs.



Féverole à fleurs colorées. • Crédit photo : Christine Cartryse.



Féverole à fleurs blanches. • Crédit photo : Christine Cartryse.



Graines de féverole. • Crédit photo : Christine Cartryse.

• Résultats de différents essais en agriculture conventionnelle et biologique, en culture pure et associée

Les résultats présentés ci-après sont issus d'essais variétaux menés en féverole d'hiver et de printemps, à Gembloux, en agriculture conventionnelle, sur cinq années de récolte (2019 à 2023).

Tableau 3 : Synthèse variétale en féverole d'hiver et de printemps testées dans les essais du CePiCOP en culture pure conventionnelle, à Gembloux, entre 2019 et 2023.

Vicine/ Convicine	Types de féverole	Variétés	Couleurs des fleurs (C/B)	Nb années d'essais à Gembloux	Rdt min (kg/ha)	Rdt max (kg/ha)	Rdt moyen (kg/ha)	Pays et 1 ^{ère} année d'inscription
Teneur élevée	Hiver	AUGUSTA	C	5	3455	5417	4554	DE-2018
		AXEL	C	5	1920	5533	3695	FR-2014
		DIVA	C	5	1900	5250	3862	FR-2001
		IRENA	C	5	2628	4731	3678	FR-2001
		NEBRASKA	C	5	2165	5103	3685	FR-2016
		TUNDRA	C	5	2873	5040	3924	UK-2013
		ORGANDI	B	4	2283	4260	3134	FR-2011
		VESPA	C	4	4175	6107	4729	UK-2017
		BERING	C	3	3511	5163	4415	UK-2017
		BUMBLE	C	3	3049	5264	4447	UK-2014
		HIVERNIA	C	3	2738	5088	4077	DE-1988
		HONEY	C	2	3058	5535	4297	UK-2011
		NIAGARA	C	2	4419	5097	4758	FR-2021
		WIZARD	C	2	4314	5295	4804	FR-2019
	Printemps	FANFARE	C	5	1628	4845	3581	DE/DK-2012
		LG CARTOUCHE	C	5	1408	4420	3140	UK-2017
		LG BANQUISE	B	4	1493	3884	2926	FR-2012
		GL SUNRISE	B	3	1583	3294	2702	AT-2017
		NANAUX	C	3	1356	3221	2262	FR-2019
		BIORO*	B	2	2469	2899	2684	AT-2000
		BOBAS	C	2	3517	3740	3629	PL-2002
Teneur faible	Hiver	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-
	Printemps	TIFFANY	C	5	1381	4439	3401	FR-2014
		NAKKA	C	4	1577	3829	3110	FR-2016
		VICTUS	C	4	1758	5633	3225	FR-2017
		ALLISON	C	3	1546	4920	3383	DE-2019
		BOLIVIA	C	3	1371	4718	3296	DK-2019
		DOSIS	C	3	1305	4474	3144	FR/DE-2021
		-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-

C/B : C = fleurs colorées, B = fleurs blanches ; Nb : nombre ; Rdt : rendement ; Rdt min : rendement minimum obtenu lors des années d'essais ; Rdt max : rendement maximum obtenu lors des années d'essais ; Rdt moyen : rendement moyen obtenu lors des années d'essais.

* BIORO : Teneur moyenne en vicine/convicine.

IRENA et AXEL résistent moins bien au froid que DIVA et NEBRASKA.

Néanmoins, le potentiel de rendement n'est pas toujours atteint, compte tenu de la sensibilité de la culture aux aléas climatiques. Pour cela, le choix variétal repose également sur la stabilité du rendement des variétés. Les figures suivantes illustrent le potentiel et l'instabilité de rendement des différentes variétés de féverole d'hiver (Figure 2) et de printemps (Figure 3) au cours de 5 années d'essais.

Figure 2 : Résultats de 5 années d'essais variétaux en féverole d'hiver, à Gembloux (CePiCOP).

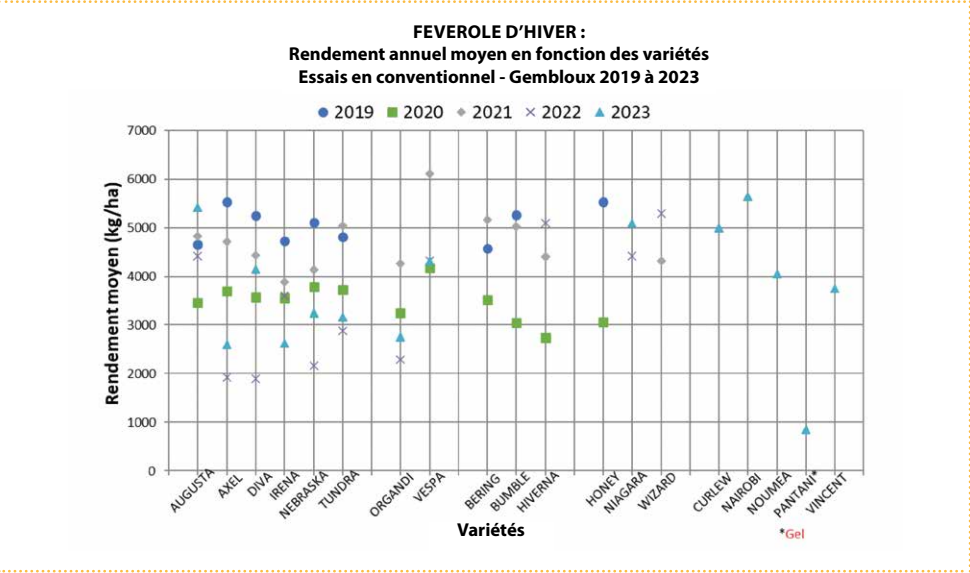
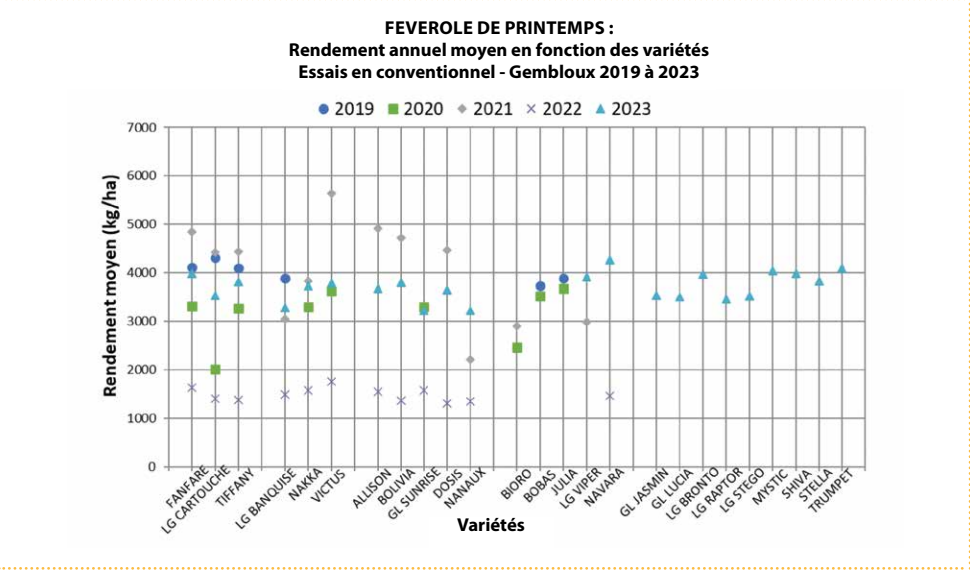


Figure 3 : Résultats de 5 années d'essais variétaux en féverole de printemps, à Gembloux (CePiCOP).



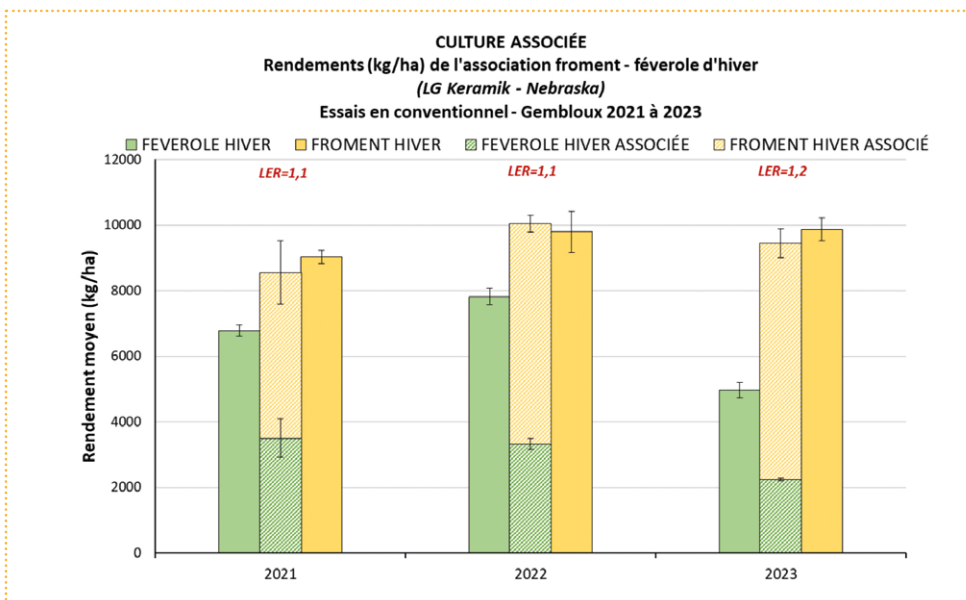
La conduite de la féverole en association demande de prendre en compte **des critères supplémentaires** pour choisir **l'espèce de céréale** à associer. Ces critères doivent également s'appliquer au moment du **choix de la variété**, que ce soit en agriculture conventionnelle ou biologique :

- Les espèces doivent être **synchronisées** au niveau de leur cycle de croissance et de leur maturité.
- Les espèces ne doivent **pas se concurrencer** pour la lumière lors de la montaison. Il est important de choisir des céréales **à port dressé** pour répondre aux besoins de lumière, de la féverole, lors de la floraison et de la fécondation.

- Les variétés de céréales doivent être **résistantes** à la verse et aux maladies.
- Le **potentiel d'expressivité** des espèces l'une envers l'autre doit également être pris en compte afin d'éviter la compétition.
- Afin d'évaluer ce potentiel d'expressivité, le CePiCOP caractérise chaque année les aptitudes d'un panel variétal de froment et de féverole d'hiver à être conduit en culture associée, en agriculture conventionnelle.

Ci-dessous, sont présentés les résultats de l'association culturale entre une variété de féverole d'hiver (Nebraska) et une variété de froment d'hiver (LG Keramik) dans les essais en conventionnel, menés par le CePiCOP à Gembloux, en Région limoneuse. Les densités de semis étaient de 20 et 150 à 200 gr/m², respectivement pour la féverole d'hiver et le froment d'hiver.

Figure 4 : Résultats de 3 années d'essais en association de féverole d'hiver et de froment d'hiver à Gembloux (CePiCOP).



Lorsque les cultures sont produites en association, il est fréquent de calculer un indicateur afin de caractériser la performance de cette association.

Cet indicateur est le « **LER** » (Land Equivalent Ratio), qui indique la capacité d'une association à plus ou moins bien utiliser les ressources du milieu par rapport à une culture pure. Il est calculé sur base des rendements obtenus en

culture pure et associée. Si le LER est supérieur à 1, cela signifie que la culture associée a produit plus de biomasse et de graines à la récolte que les cultures pures, pour une même surface. L'association aura alors utilisé de manière plus efficiente les ressources du milieu.

L'association culturale présentée dans la figure 4 a obtenu un LER supérieur à 1 sur les 3 années d'essais.



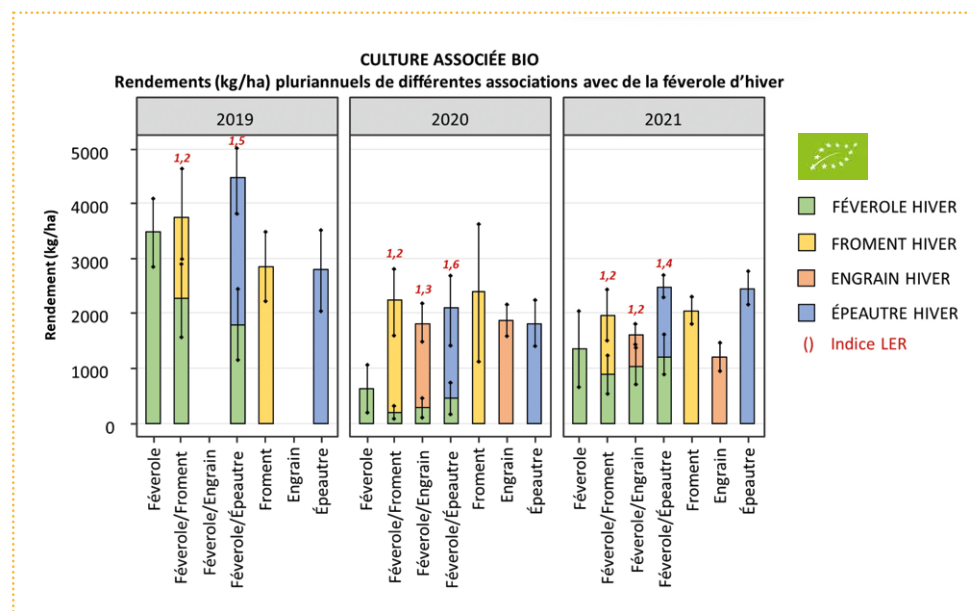
Dans le cadre du projet Interreg SymBIOse, plusieurs modalités d'association céréale-légumineuse ont été implantées par le CRA-W, en **agriculture biologique**, sur les terres de l'EPASC¹ à Ciney (sol limono-caillouteux peu profond avec une faible capacité de rétention d'eau). Les résultats sont présentés ci-dessous afin d'illustrer la diversité des associations possibles.

Il n'y a eu **aucun apport d'engrais** organique de ferme ni de commerce au cours des années d'essais, ce qui explique les faibles rendements obtenus en culture pure de céréales. Les **densités de semis** de féverole d'hiver (NEBRASKA) et de printemps (TIFFANY) en **association**, visant un produit **final riche en féverole**, étaient respectivement de 40 et 45 gr/m².

La diversité des espèces cultivées lors de ces essais a représenté un défi technique nécessitant le regroupement de certains travaux tels que les dates de semis, les désherbages et les dates de récoltes. Des attaques d'oiseaux sur des petites parcelles expérimentales arrivées à maturité ont parfois eu une influence négative sur le rendement, en plus des conditions climatiques parfois défavorables.

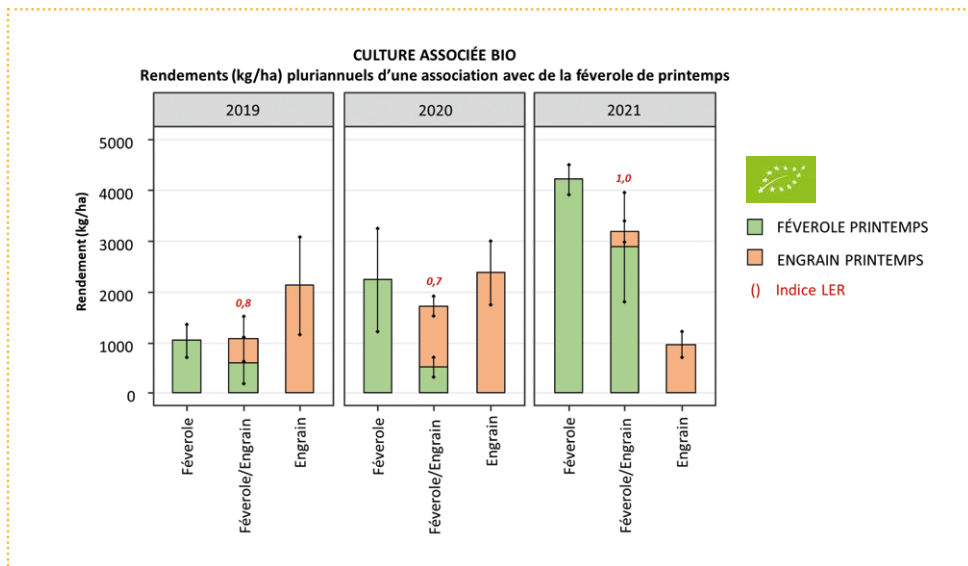
Les indicateurs LER sont supérieurs à 1 pour toutes les associations d'hiver. Cela signifie que les cultures associées ont produit plus de biomasse et de graines à la récolte que les cultures pures, à surface équivalente. Néanmoins, pour l'association engrain - féverole de printemps, cet indicateur s'est montré inférieur certaines années. L'association n'a donc pas utilisé de manière plus efficiente les ressources du milieu que les cultures pures.

Figure 5 : Résultats de 3 années d'essais en association céréale-légumineuse d'hiver à Ciney – Interreg SymBIOse – CRA-W.



1 - EPASC : Ecole Provinciale d'Agronomie et des Sciences de Ciney

Figure 6 : Résultats de 3 années d'essais en association céréale-légumineuse de printemps à Ciney – Interreg Sym-BIOse – CRA-W.



Féveroles avec gosses • Crédit photo : Christine Cartrysse.

FERTILISATION DE LA FÉVEROLE

- La féverole est une légumineuse, tout comme le haricot, le pois, le trèfle, la luzerne. Elle ne nécessite donc pas d'azote sous forme d'engrais minéral ou organique. L'apport d'azote est dès lors **défavorable** :
 (1) en limitant le développement des nodosités présentes sur le système racinaire de la féverole, nodosités qui sont les moteurs de la fixation de l'azote contenu dans l'atmosphère, par les légumineuses ;
 (2) en conduisant au développement d'une végétation excessive sensible à la verse, au détriment de la production de graines.

Un excès de fertilisation azotée de la culture précédente pénalisera le rendement de la féverole et augmentera le risque de verse.

- La fumure phospho-potassique sera fonction de la teneur du sol en ces éléments. Les exportations par les graines de féverole en P et K sont d'environ 1,2 kg de P_2O_5 et 1,5 kg de K_2O par 100 kg de graines de féverole produites ; ce qui correspond à 60 kg de P_2O_5 et 75 kg de K_2O pour un rendement de 5.000 kg/ha.
- La féverole nécessite un sol à pH neutre ($6 < pH < 7$) pour un développement idéal.

- En culture associée conventionnelle, la fertilisation azotée n'est pas obligatoire. Elle n'a un intérêt que pour soutenir le rendement de la céréale, lorsque l'on vise un produit équilibré (50%-50%) à la récolte ou majoritairement céréalier.
- En AB, la fertilisation azotée est généralement inutile et non rentable. Elle peut toutefois avoir un intérêt pour soutenir le rendement de la céréale des associations équilibrées ou riches en céréales.

PLUS ON FERTILISE EN AZOTE, MOINS LA FÉVEROLE SERA PRÉSENTE À LA RÉCOLTE.

- Pour l'obtention d'un mélange équilibré en féverole et froment d'hiver à la récolte, en plus de soutenir la céréale, le Livre Blanc Céréales recommande un apport de **100 u N/ha en 2 fractions** (40 u N/ha au stade fin tallage – début redressement de la céréale et 60 u N/ha au stade dernière feuille du froment). Il est **impératif** de réaliser ces apports sous forme solide afin de ne pas brûler les feuilles de féverole particulièrement **sensibles aux formulations liquides**.

DÉSHERBAGE DE LA FÉVEROLE

- La féverole est plus concurrentielle que le pois protéagineux par rapport aux mauvaises herbes. Néanmoins, la perte des feuilles de la féverole en fin de cycle laisse une opportunité aux adventices de se développer.
- Il est important de **raisonner la lutte chimique** en fonction de la flore adventice de la parcelle et de la **combiner avec le désherbage mécanique** que la féverole supporte bien et qui est efficace sur les dicotylédones.
- En **agriculture conventionnelle**, la lutte chimique sera généralement basée sur un traitement en pré-levée suivi, éventuellement, par un deuxième traitement en post-levée lorsque l'infestation est forte ou que l'efficacité du traitement de pré-levée est insuffisante.
- Avant toute utilisation de produits phytopharmaceutiques, il convient de vérifier leur autorisation en Belgique pour un usage agricole, sur le site officiel de Phytoweb. Les herbicides autorisés en Belgique sont indiqués sur le site www.fytoweb.fgov.be en sélectionnant la culture « fèves et féveroles (Vicia faba) ».
- Une liste regroupant les herbicides autorisés en Belgique en féverole (mise à jour annuelle) est disponible sur le site du CePICOP : <https://centres-pilotes.be/cp/cepiscop/proteagineux>.

- En **agriculture conventionnelle**, l'association de la féverole avec une céréale est parfois utilisée pour freiner le développement des mauvaises herbes et limiter l'utilisation de produits chimiques de synthèse.
- Le **désherbage mécanique** se prête également bien à une conduite de l'association en agriculture conventionnelle, à condition de respecter certaines recommandations (détaillées ci-dessous). Ces interventions réalisées en sortie d'hiver peuvent ainsi venir compléter l'action du désherbage chimique et prévenir tout salissement de la parcelle.
- Dans le cas où un désherbage chimique est nécessaire, la matière active utilisée devra **être autorisée pour les 2 espèces** cultivées. Il est possible d'effectuer une recherche sur Phytoweb en sélectionnant 2 cultures simultanément afin d'apercevoir les produits autorisés pour ces 2 cultures. Toutefois, il existe peu de matières actives autorisées pour 2 cultures associées.

► Dans le cas de l'association froment d'hiver/féverole d'hiver, une seule matière active est autorisée pour le désherbage ; il s'agit de la pendiméthaline (situation en mars 2024) :

* 910 g/ha de pendiméthaline, 1 application autorisée au stade de pré-émergence de la féverole et 1 feuille du froment (BBCH 01-08 en féverole et BBCH 11-12 en froment).

* Zone tampon de 20 m par rapport aux eaux de surface.

* L'efficacité du produit est favorisée par un bon travail du sol et par la présence d'humidité après le traitement.

• En **agriculture biologique**, la conduite de la féverole en association nécessite de mobiliser d'autres alternatives, telles que le désherbage mécanique. Celui-ci sera pratiqué assez tôt en culture, pour éviter d'occasionner des dégâts aux jeunes plantes.

• Le désherbage mécanique n'est plus recommandé dès l'apparition des premières fleurs de féverole, au risque de les faire tomber sachant que les étages du bas portent généralement les gousses les plus remplies.

• Le désherbage mécanique et le choix du matériel varieront en fonction du type de semis.

• Dans le cas du binage pratiqué après la levée de la féverole, il convient de prévoir l'écartement des lignes, lors du semis.

Semis classique (interligne entre 10 et 15 cm) :

• Semis d'automne : Il est très rare de pouvoir désherber mécaniquement avant l'hiver car le semis est volontairement plus tardif afin que les féveroles soient les plus petites possible pour passer l'hiver. Dès la fin de l'hiver et lorsque les conditions de sol sont portantes, sans gel nocturne prévu la nuit qui suivra le désherbage mécanique, il est possible de désherber avec une **herse étrille**, une **étrille rotative** ou une **houe rotative**. Cette dernière peut être utile si la terre est fort battue par les pluies. Il ne faut pas recouvrir entièrement les jeunes plantes avec de la terre, au risque de les asphyxier.

• Semis de printemps : les règles sont les mêmes que pour le semis d'automne mis à part qu'il est parfois possible de désherber mécaniquement avant

la levée (quelques jours seulement après le semis, en surveillant quotidiennement les germinations). Le germe de la féverole ne peut pas dépasser la hauteur de la graine, et le désherbage mécanique doit être superficiel pour faire rouler la terre et casser les germes des adventices.

« LES ADVENTICES QUE L'ON NE VOIT PAS SONT LES PLUS FACILES À DÉTRUIRE. »

Semis à plus grand interligne (entre 15 et 30 cm) :

• Il est possible de désherber mécaniquement les associations, avec une bineuse. Ce type de désherbage sera combiné avec l'utilisation d'autres outils, comme expliqué précédemment, et réalisé en fin d'hiver pour les semis d'automne et au printemps pour les semis de printemps.

• Si la bineuse est équipée de protège-plants, il est possible de biner la culture dès qu'elle atteint 3-4 cm de hauteur. Si on veut intervenir plus tôt, il faudra éviter de recouvrir complètement la culture avec de la terre. Souvent, il faudra attendre un développement légèrement plus avancé.

• La bineuse sera utilisée dans le sens du semis et doit donc avoir la même largeur que le semoir.

• Le binage peut être réalisé sur des sols glacés par des pluies.

• Dans le cas d'un binage plus tardif (après le stade épi 1 cm de la céréale), il sera préférable de travailler en fines roues du tracteur dans un espace qui peut être adapté au moment du semis (espacer les éléments semeurs pour tenir compte des passages de roues).

Semis à 45 cm :

• La féverole peut aussi être semée à 45 cm d'interligne en culture pure. En culture associée, cet interligne est trop grand car l'association sur la ligne ne permettra pas de concurrencer les adventices sur les 45 cm d'interligne, lors de la chute des feuilles de la féverole.

PROTECTION CONTRE LES RAVAGEURS DE LA FÉVEROLE

Parmi les ravageurs, on trouve essentiellement des insectes, des pigeons, des corvidés et, au sud du sillon Sambre-et-Meuse, des sangliers.

Le sitone, les pucerons noirs et la bruche constituent les principaux ravageurs rencontrés en culture de féverole.

• **Le sitone**, *Sitona lineatus*, est un petit charançon de couleur gris-brun, qui envahit les parcelles de féverole en volant depuis des zones refuges. Il est actif par temps ensoleillé et par températures supérieures à 12°C. Il peut y avoir plusieurs vols. L'adulte mord les feuilles en faisant des encoches semi-circulaires sur le bord des feuilles. Ce sont les larves, de couleur blanche avec une tête brun-jaune, sans patte, qui occasionnent le plus de dégâts en détruisant les nodosités et les racines. La nuisibilité sur le rendement semble faible en féverole sauf en cas d'attaques précoces. En agriculture conventionnelle, le seuil d'intervention se base sur la présence de nombreuses encoches sur les feuilles. Si un traitement insecticide est nécessaire, il devra avoir lieu avant le stade 6 feuilles. Après ce stade, le traitement ne sera plus efficace étant donné que les sitones adultes auront déjà pondu leurs œufs.



Dégâts de sitones sur feuilles de féverole.

Credit photo : Christine Cartrysse.

• **Les pucerons noirs**, *Aphis fabae*, forment des colonies ou manchons sur les tiges de féverole et peuvent transmettre des **viroses** aux plantes. Ils apparaissent fréquemment vers le début de la floraison de la féverole. Des observations régulières sont à effectuer avant la floraison et jusqu'à deux semaines après la floraison. Les pucerons affaiblissent les plantes, en pompant la sève, et ont un impact sur le rendement qui peut être réduit de 1,2 T/ha. Les pucerons verts du pois (*Acyrtosiphon pisum*) peuvent également attaquer les plantes de féverole à la floraison. Il est important de surveiller les parcelles de féverole dès le début du printemps,

principalement en cas d'hiver doux, et d'intervenir si besoin. Les seuils d'intervention, en agriculture conventionnelle, dépendront du stade de la culture (avant 6 feuilles : plus de 10 % des plantes portent des pucerons ; de 6 feuilles à boutons floraux : plus de 10 à 20 % de plantes avec des pucerons ; floraison : plus de 20 % de plantes avec des manchons de pucerons (Terres Inovia)). Toutefois, il convient d'évaluer la présence des auxiliaires (coccinelles, syrphes,...) avant d'intervenir avec un insecticide.



Pucerons noirs sur féverole d'hiver avec présence d'un auxiliaire (coccinelle). • Credit photo : Christine Cartrysse.

• **La bruche** de la féverole, *Bruchus rufimanus*, est un petit charançon qui peut être observé pendant la floraison lorsque les températures sont supérieures à 20-25°C. Les dégâts se produisent en végétation mais ne se voient qu'après la récolte, au cours du stockage des graines ; celles-ci sont « bruchées », c'est-à-dire qu'elles présentent un ou plusieurs trous bien ronds. C'est donc surtout la qualité visuelle qui est affectée (importante selon le débouché). L'adulte pond des œufs sur les gousses. Après éclosion, la larve pénètre directement dans la gousse et dans la graine. La larve se développe à l'intérieur d'une graine pour former un adulte qui sortira de la graine à la récolte ou pendant le stockage. En agriculture conventionnelle, la lutte insecticide en végétation vise uniquement les bruches adultes avant la ponte, lors des stades sensibles de la féverole (jeunes gousses jusqu'à la fin de la floraison). Les seuils de traitement sont atteints lorsque des bruches adultes sont présentes sur la culture et que les températures maximales journalières sont supérieures ou égales à 20°C pendant au moins 2 jours consécutifs, conditions favorables à l'activité de la bruche. La lutte au stockage permet de réduire les populations de bruches. Néanmoins, aucun produit de lutte au stockage n'est autorisé en Belgique. Contrairement aux charançons des céréales, la bruche ne se reproduit pas dans les graines de féverole stockées. Aucune nouvelle graine ne sera attaquée au cours du stockage.

► Des récentes recherches, menées dans le cadre du « projet FEVERPRO » et financées par la Région wallonne, ont identifié des méthodes de lutte innovantes contre ce ravageur spécifique de la féverole. L'utilisation de produits sémiocimiques (phéromones), en alternative à l'usage de produits phytopharmaceutiques, a été étudiée sur différentes parties de la plante et sur différents comportements de la bruche (colonisation, alimentation, accouplement et ponte).



Graines de féverole « bruchées » avec présence de bruches adultes.
Crédit photo : Christine Cartryse.

Point sur la lutte chimique :

- Avant toute utilisation de produits phytopharmaceutiques, il convient de vérifier leur autorisation en Belgique pour un usage agricole, sur le site officiel de Phytoweb. Les insecticides autorisés en Belgique sont indiqués sur le site www.fytoweb.fgov.be en sélectionnant la culture « fèves et féveroles (*Vicia faba*) ».
- La lutte contre les ravageurs, pendant la floraison de la féverole, veillera à tenir compte de la présence d'insectes pollinisateurs (abeilles, bourdons,...) et à intervenir en dehors des heures de butinage.

En culture associée conventionnelle, la lutte chimique contre les insectes ravageurs est possible uniquement avec des matières actives **autorisées pour les 2 espèces cultivées**, comme pour le désherbage.

Un des avantages de l'association est la moindre attractivité de la féverole pour les ravageurs, couplée à une meilleure attractivité vis-à-vis des **auxiliaires**. Les bordures enherbées ou les bandes aménagées à proximité des cultures permettent également d'améliorer la **biodiversité fonctionnelle** des auxiliaires, avec un aspect bénéfique sur la protection des cultures.



Cantharide - auxiliaire de culture contre les pucerons sur une plante de féverole en AB. • Crédit photo : Patrick Silvestre.

La féverole est également très attractive pour les **pigeons ramiers** (*Columba palumbus*).

- Les dégâts peuvent être observés dès la levée où les pigeons viennent se nourrir du germe des futures plantules. Le deuxième moment propice aux dégâts est lorsque la culture arrive à maturité. Les pigeons viennent se nourrir des graines.
- Afin de prévenir les dégâts, différents moyens préventifs sont mobilisables. Néanmoins, il n'existe aucun moyen miracle pour effaroucher les oiseaux. Les moyens d'effarouchement doivent être placés dès l'implantation de la culture, afin que les ramiers ne prennent pas l'habitude de venir se restaurer sur la parcelle, et doivent être déplacés de temps à autre. Les ballons prédateurs (avec des yeux holographiques) sont inefficaces au champ. Les oiseaux s'habituent très vite aux épouvantails « faits-maison » et au scarey man qui est un épouvantail gonflable automatique résistant aux intempéries.
- La meilleure solution reste la combinaison de plusieurs méthodes d'effarouchement comme le cerf-volant rapide, le cerf-volant éolien et le canon avec marche-arrière automatique et un nombre de coups par heure limité.
- En cas de population plus importante ou difficile à déloger, des canons plus agressifs avec détonations aléatoires ou des effaroucheurs sonores tels que les cris de rapaces ou les ultrasons, et la chasse, restent les moyens les plus efficaces.
- Il n'existe pas d'enrobage de semences permettant d'offrir un effet répulsif vis-à-vis des pigeons.
- En cas de dégâts, l'arrêté du gouvernement wallon (AGW) du 18 octobre 2002 permet la destruction de certaines espèces de gibiers (Moniteur Belge du 27/11/2002

– version coordonnée au 17 septembre 2015). Il faut introduire un formulaire de **demande d'autorisation**, à la DNF (Département de la Nature et des Forêts), pour la destruction du pigeon ramier en vue de prévenir des dommages importants dans certaines cultures. Un plan de situation des cultures à défendre sera également à joindre à la demande. La période autorisée pour la **féverole** et le pois de printemps va du **1^{er} mars au 31 août** tandis que pour le pois d'hiver, elle s'étend du 15 août au 30 juin. Pour le lupin, cette période va du 1^{er} avril au 15 novembre alors qu'elle s'étend du 1^{er} mars au 30 septembre pour les autres légumineuses.

- En Belgique, les pigeons ramiers peuvent avoir un comportement migrateur ou sédentaire.

Les **corvidés** tels que le corbeau freux, la corneille noire et le choucas des tours, sont également friands de la féverole au moment du semis. Les mesures classiques d'effarouchement peuvent également être utilisées. Néanmoins, ces corvidés sont protégés en Région wallonne par l'Article 2 de la loi du 12 juillet 1973. Il est toutefois possible d'obtenir une dérogation, en introduisant une demande auprès de la DNF, en vue de les détruire pour protéger les cultures des dommages importants. La destruction de ces oiseaux peut se faire toute l'année (du 1^{er} juillet au 30 juin).

Concernant les **sangliers**, la chasse reste le seul moyen de prévenir les dégâts.

- La chasse à l'approche et à l'affût du sanglier ne nécessite pas d'autorisation de destruction, uniquement sur un territoire de chasse chassable. Le cas échéant, la destruction du sanglier est autorisée, par le même AGW que le pigeon ramier, à la suite d'une demande d'autorisation de destruction via le formulaire de la DNF. Lorsqu'une trop grande quantité de sangliers est présente ou qu'ils occasionnent des dommages importants dans les cultures, le Ministre de l'Agriculture en RW peut autoriser le titulaire du droit de chasse à organiser des tirs en battues ou des battues de destruction.
- En cas de dégâts de sangliers, la loi du 14 juillet 1961 permet aux agriculteurs d'être indemnisés pour la réparation des dégâts causés par le gros gibier, les titulaires du droit de chasse du territoire étant responsables de ceux-ci. Il est important de vérifier les barèmes qui varient en fonction de l'évolution du marché. Ceux-ci sont mis à jour deux fois par an sur le « *logiciel informatique dégâts de gibier* » du SPW et de l'asbl Fourrages Mieux. La mise à jour est disponible à l'adresse suivante : https://www.fourragesmieux.be/gibiers_document_degat.html

Exemples (mars 2024, SPW) :

- 315 €/T de pois et de féverole en agriculture conventionnelle ;
- 435 €/T de pois et de féverole en agriculture biologique.

L'agriculteur doit tout de même pouvoir prouver l'existence du dommage et identifier la parcelle boisée d'où provient le gibier.

- Plus d'informations et formulaires en ligne sur : <https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-une-autorisation-de-destruction-du-gibier>
<https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-une-derogation-aux-mesures-de-protection-des-especes>

La pression des ravageurs est toutefois plus faible en féverole qu'en culture de pois protéagineux car la graine est plus amère. Cependant, en période de disette, tout est bon pour se nourrir.

PROTECTION CONTRE LES MALADIES DE LA FÉVEROLE

- Si l'année est humide, le **botrytis** (*Botrytis fabae*) et l'**anthracnose** (ascochytose) (*Ascochyta fabae*) sont les principales maladies favorisées.
- Si la floraison connaît des périodes chaudes et sèches, c'est la **rouille** (*Uromyces fabae*) qui est la principale maladie rencontrée. Des infections plus graves peuvent être rencontrées plus tard dans la saison, après une période de jours chauds et de nuits froides, avec une forte humidité.
- Dans le cas de terres ayant souvent porté des pois et avec des problèmes de fatigue du sol, la féverole représente une solution. En effet, cette culture **est très résistante à l'aphanomyces** (*Aphanomyces euteiches*) qui est un champignon se trouvant dans le sol et pouvant causer de gros dégâts en pois, s'il fait très humide au printemps (aussi bien en pois de conserverie qu'en pois protéagineux, en rotation courte). La féverole constitue une bonne alternative à la culture de pois protéagineux dans les parcelles infestées. Elle ne multiplie pas non plus l'inoculum et peut donc être cultivée en rotation avec le pois, tout en faisant attention au reliquat azoté.

Tableau 4 : Récapitulatif des symptômes des maladies de la féverole et illustrations.

NOMS	SYMPTÔMES ET NUISIBILITÉ	PHOTOS
Botrytis	Petites taches brun-chocolat délimitées par un pourtour foncé. Présentes en nombre élevé. Peuvent se regrouper et former une grande plage nécrotique (sans ponctuation noire au centre). Maladie fréquente.	
Anthraxnose (Ascochyte)	Taches plus ou moins diffuses (« coulures »), de couleur brun-cendré avec un contour brun-noir. Présence de ponctuations noires (« pycnides ») au centre des taches. Pouvant se nécroser et trouser les feuilles. Présence de symptômes sur tiges et gousses : nécroses circulaires.	
Rouille	Pustules brun-rouge entourées d'un anneau plus clair. Nuisibilité : de 2,5 à 4,0 T/ha de pertes de rendement. Maladie fréquente en année de sécheresse.	

Certains **leviers agronomiques** permettent de limiter l'apparition des maladies. Il est important de travailler avec des **rotations longues** et **diversifiées**, et de choisir des variétés **résistantes aux maladies**. De plus, des semences **indemnes de maladies et de virus** doivent être utilisées. En effet, certaines maladies, telles que l'anthraxnose, et certains virus tels que le virus PSbMV (Pea Seed-borne Mosaic Virus) sont transmis par la semence de féverole.

Comme pour les ravageurs, la culture associée **limite le développement des maladies par la diversité des espèces**. En effet, l'association va jouer un rôle de **barrière physique** (« effet barrière ») pour les maladies à dispersion aérienne et entraîner une sensibilité réduite aux maladies, due à la **moindre densité** de chacune des espèces (« effet dilution »). Le choix variétal reste également un levier important en association pour limiter l'apparition de certaines maladies. Une perte de rendement d'une des espèces de l'association n'est pas à exclure. Cependant, les **maladies** étant **différentes**, l'espèce non atteinte pourra se développer, assurant une certaine stabilité de récolte.

« ON RÉCOLTE TOUJOURS QUELQUE CHOSE. »

Autrefois, en agriculture conventionnelle, la désinfection de semences visait à lutter contre la fonte des semis et d'autres maladies. Néanmoins, le produit WAKIL, à base de métalaxyl-M, cymoxanil et fludioxonil, largement utilisé en semences de protéagineux, n'est plus autorisé depuis 2022 pour la désinfection des semences de féverole utilisées en plein champ, en Belgique. Il existe actuellement une seule matière active (fludioxonil - CELEST) utilisée en traitement de semences de féverole (situation *mars 2024*). Toutefois, celle-ci ne lutte pas contre la fonte des semis.

En agriculture conventionnelle, un **suivi régulier** de la culture permet de diagnostiquer au plus tôt les maladies et **d'intervenir au bon moment**. Si les conditions climatiques le justifient, la protection fongicide devra veiller à couvrir toute la période de floraison, car il s'agit de la période de la culture la plus sensible aux maladies. La durée d'action d'un traitement fongicide étant limitée à 8-10 jours, il conviendra de répéter l'opération, si nécessaire, tant que la floraison est présente, pour couvrir toute la biomasse produite.

Avant toute utilisation de produits phytopharmaceutiques, il convient de vérifier leur autorisation en Belgique pour un usage agricole, sur le site officiel de

Phytoweb. Les fongicides autorisés en Belgique sont indiqués sur le site www.fytoweb.fgov.be en sélectionnant la culture « fèves et féveroles (Vicia faba) ».

Une liste regroupant les fongicides autorisés en Belgique en féverole (mise à jour annuelle) est disponible sur le site du CePiCOP : <https://centrespilotes.be/cp/cepicop/proteagineux/>.

En culture associée conventionnelle, la lutte chimique est possible uniquement avec des matières actives **autorisées pour les 2 espèces cultivées**.

Dans le cas du froment d'hiver/féverole d'hiver, les matières actives autorisées pour lutter contre les maladies fongiques sont (situation en *mars 2024*) :

- Azoxystrobine 250 g/ha, 1 application à réaliser du stade début à pleine floraison de la féverole pour cibler les risques d'anthraxnose et de botrytis (BBCH 60-69 en féverole et BBCH 32-59 en froment). Cette strobilurine aura également un effet contre les rouilles (jaune et brune) en froment. Pour maximiser l'efficacité de ce traitement, il est conseillé d'intervenir lorsque la féverole est en pleine floraison.
- Metconazole 72 g/ha, 1 application au stade floraison du froment d'hiver pour protéger l'épi contre les risques de fusariose du froment (BBCH 50-69 en féverole et BBCH 31-59 en froment).

LA RÉCOLTE DE LA FÉVEROLE

Les gousses sont à maturité lorsqu'elles sont noires et lorsque les graines ne peuvent plus être rayées par l'ongle. Si les gousses sont trop sèches, il existe un risque d'égrenage. Néanmoins, cela permet de diminuer les risques de germination sur pied.



Gousses de féverole à maturité. • Crédit photo : Christine Cartrysse.

Les normes de commercialisation des graines de féverole sont de **14 % d'humidité** et **2 % d'impuretés**. La récolte peut être réalisée à partir de 18 % d'humidité et ne provoquera pas de graines cassées. Le stockage des graines de féverole est possible sans séchage, si elles sont récoltées sèches et propres. Si le taux d'humidité des graines dépasse 18 %, il faut veiller à sécher la récolte pour optimiser la conservation.

Pour limiter la casse des grains, les adaptations de la moissonneuse-batteuse pour la récolte de la féverole en grains secs sont :

- Au niveau du batteur : vitesse maximale (9 à 12 m/s).
- Serrer le batteur/contre-batteur à 14-15 mm.
- Utiliser des grilles à trous ronds.
- Ouvrir les grilles à « courtes pailles ».

Pour éviter que les gousses de féverole n'éclatent devant la barre de coupe, il est recommandé de ne garder qu'un rabatteur sur deux, d'éviter la sur-maturité et la récolte en pleine chaleur.

La table de coupe avancée de type colza, un contre-batteur mixte ou à maïs et une grille à trous ronds sont du matériel adapté à la récolte de la féverole, bien que non indispensable (Terres Inovia).

Lors de la récolte de la culture associée, les réglages se font toujours en fonction de la plus grosse graine de l'association et doivent être adaptés en fonction du résultat souhaité :

- Au niveau du batteur : vitesse de 10 m/s
- Au niveau du contre-batteur : 18 mm
- Ventilation : 80%, à ajuster

Si un triage est prévu après la récolte, il est possible de limiter les pertes lors du battage. Dans le cas contraire, une attention particulière sera portée quant à la présence d'impuretés qui risquent d'entraîner des réactions lors de la commercialisation.



LA VALORISATION DE LA FÉVEROLE



LE TRI DE LA RÉCOLTE

La récolte des cultures associées et des méteils peut être valorisée telle quelle en autoconsommation à la ferme pour les ruminants et les monogastriques à partir du moment où la proportion de chaque espèce végétale est connue et qu'elle permet d'avoir une ration équilibrée et constante pour les performances recherchées. Il faut prêter une attention particulière au démélange éventuel à la reprise, au fur et à mesure de l'incorporation dans les rations.

Dans le cas de présence de matières vertes dans la récolte, le tri rapide après la récolte permet d'éviter des montées en températures et en humidité ainsi que d'éviter des moisissures qui pourraient conduire à un refus de lot.

- Pour les fabricants d'aliments du bétail, et plus encore pour la valorisation en alimentation humaine, le tri est indispensable.
- Le tri des graines de féverole entières et d'une céréale se réalise facilement avec un trieur séparateur.
- Lorsqu'une grande quantité de graines de féverole est cassée et que l'on souhaite extraire cette fraction de grains cassés, un trieur alvéolaire est nécessaire.
- Pour l'alimentation humaine, des techniques plus poussées, comme le trieur optique, permettent d'obtenir un produit parfaitement pur, mais avec un coût supérieur par rapport aux autres trieurs. Par exemple, l'absence de céréales est recherchée par l'industrie agro-alimentaire afin de proposer des produits sans gluten, répondant au cahier des charges.



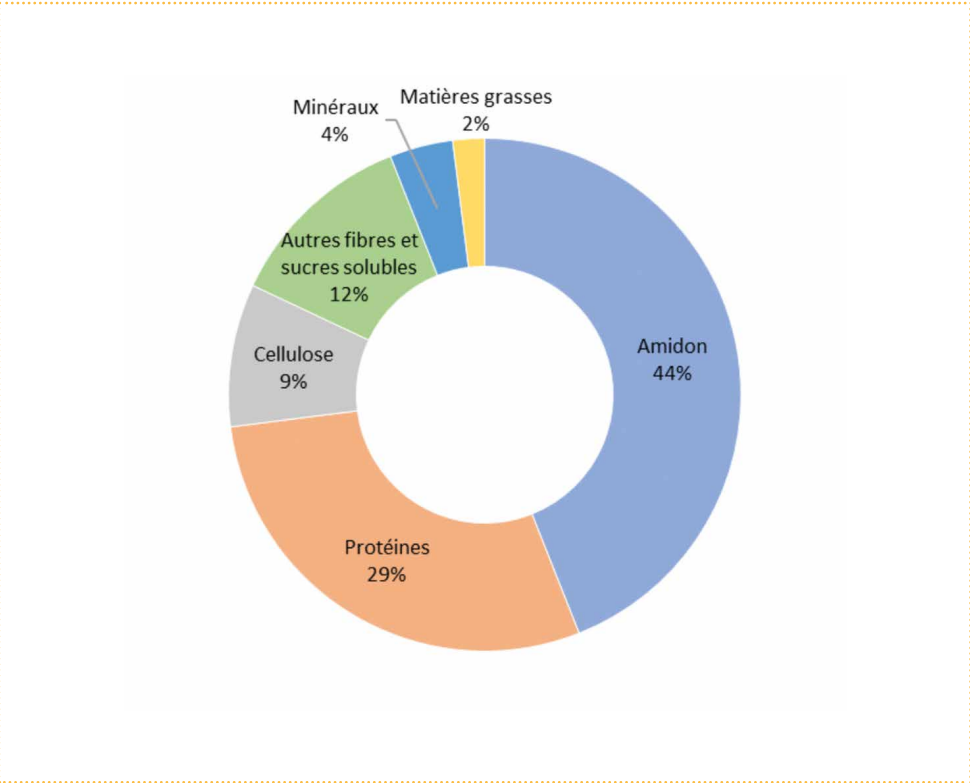
Crédit photo : Patrick Silvestre.

Trieur alvéolaire combiné à un trieur séparateur. • Crédit photo : Patrick Silvestre.

LA COMPOSITION DE LA GRAINE DE FÉVEROLE

La graine de féverole contient de l'ordre de 30% de protéines et 35 à 40% d'amidon sur base de la matière sèche ; le reste étant essentiellement constitué de fibres.

Figure 7 : Composition de la graine de féverole (% de matière sèche). (Source : PROLEA).



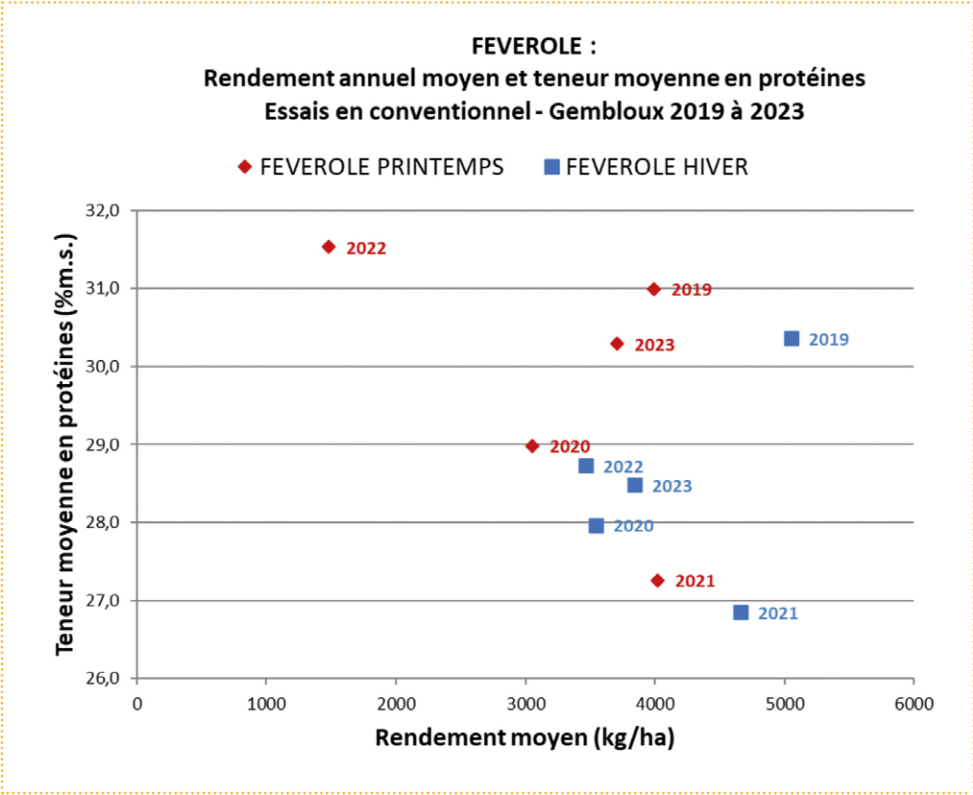
• Teneur en protéines de la graine de féverole

Il est important de bien connaître la qualité de la féverole pour ajuster au mieux les rations et obtenir une bonne valorisation en alimentation animale. En effet, la teneur en protéines peut fortement varier d'une variété à l'autre et d'une année à l'autre.

Le graphique ci-contre illustre les résultats issus d'essais pluriannuels en féverole d'hiver et de printemps, menés à Gembloux par le CePiCOP en agriculture conventionnelle. Les teneurs en protéines des graines de féverole sont majoritairement situées entre 27% et

31% de la matière sèche. Ces teneurs sont influencées par le **génotype variétal** et par les **conditions culturelles** de l'année. Par exemple, lorsque la pluviométrie a été extrêmement abondante en juin et juillet, en 2021, les rendements étaient hauts alors que les teneurs en protéines étaient plus faibles. Au contraire, lors d'une année très sèche, comme en 2022, des rendements bas et des teneurs en protéines élevées ont été observés en féverole de printemps, par un effet de concentration des protéines dans la graine.

Figure 8 : Résultats d'essais – Teneurs en protéines de la féverole d'hiver et de printemps en fonction du rendement et de l'année culturale (CePiCOP).



En association culturale, la féverole permet d'améliorer la qualité de la graine de céréale associée, en augmentant la teneur en protéines de cette dernière, tout en apportant des quantités moindres d'engrais azoté.

Ces bonifications sont liées à la valorisation par le froment d'hiver, d'éléments nutritifs libérés lors de la sénescence des nodosités présentes sur le système racinaire de la féverole. Ces échanges apparaissent vers le stade dernière feuille de la

céréale et sont présents jusqu'à la maturité des deux espèces. Ces exsudats, riches en composés azotés, permettent un complément nutritif à des stades végétatifs importants pour le remplissage du grain de la céréale.

Pour connaître les teneurs en protéines des cultures associées, une étape de tri est nécessaire afin d'analyser séparément les grains de chaque espèce, par spectrométrie dans le proche infra-rouge (NIR).

• Teneur en acides aminés

Si la teneur en protéines est un élément important, il faut toutefois utiliser la **teneur et la digestibilité des acides aminés** (lysine, méthionine, méthionine + cystéine, tryptophane et thréonine) pour formuler correctement les aliments des monogastriques (porcs et volailles).

Tableau 5 : Teneurs en acides aminés, exprimées en g/kg de matières riches en protéines.

	LYSINE (Lys)	MÉTHIONINE (Met)	CYSTÉINE (Cys)	TRYPTOPHANE (Trp)	THRÉONINE (Thr)
Féverole à fleurs colorées	16,6	1,8	3,2	2,1	9,1
Féverole à fleurs blanches	17,2	1,9	3,4	2,2	9,5
Pois protéagineux	14,8	2,0	2,8	1,8	7,8
Lupin blanc	16,3	2,6	5,5	2,3	12,4
Lupin bleu	15,2	2,6	5,4	2,2	11,8
Graine de colza	11,5	4,1	4,7	2,4	8,9
Tourteau de colza (huile<5%)	18,1	6,8	8,1	4,2	14,6
Tourteau de soja 48 (huile <5%)	28,8	6,6	7,3	6,4	17,7
Tourteau de tournesol non décortiqué (huile <5%)	11,2	6,1	4,6	3,5	10,0
Concentré protéique de luzerne	31,5	10,7	5,0	25,0	8,0
Concentré protéique de pommes de terre	58,9	17,0	10,5	10,8	43,4

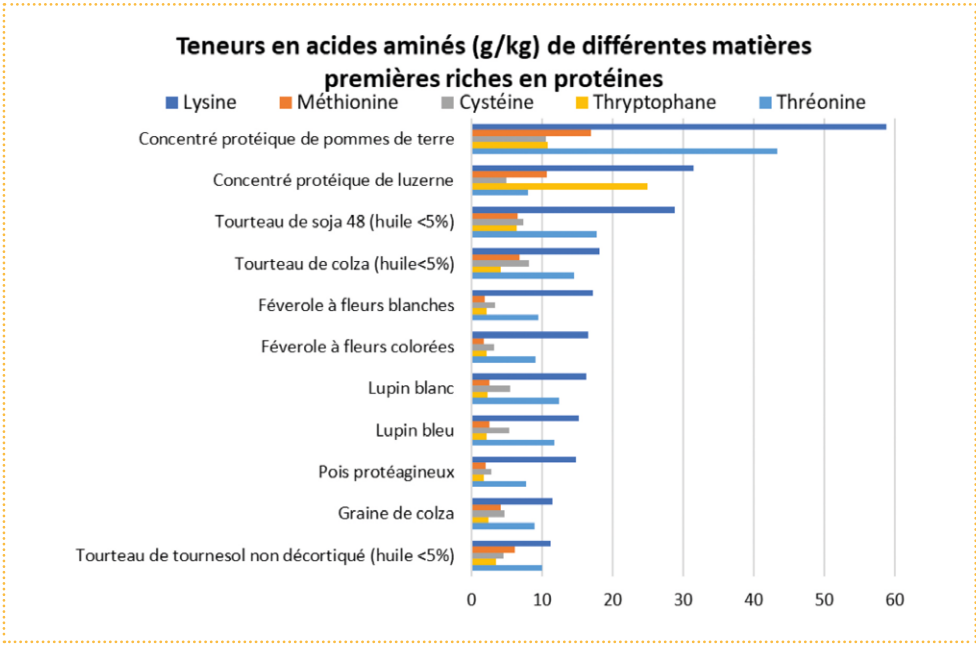
(Feedtables.com ; tables INRAE-CIRAD-AFZ d'alimentation des animaux 2021)

Des régressions linéaires entre la teneur en azote (N = PB (protéines brutes, % sur brut) / 6,25) et celle de chaque acide aminé sont également disponibles : Lys (%) = 451 x N (%) ; Met (%) = 58 x N (%) ; Cys (%) = 85 x N (%) ; Trp (%) = 60 x N (%) ; Thr (%) = 133 x N (%) + 330 (AJINOMOTO ANIMAL NUTRITION EUROPE). Les coefficients de digestibilité peuvent être obtenus dans des tables alimentaires et des outils en ligne tels que EvaPig® (logiciel gratuit sur www.evapig.com).



Crédit photo : Christine Cartrysse.

Figure 9 : Teneurs en acides aminés de différentes matières premières riches en protéines.



LA GRAINE DE FÉVEROLE EN ALIMENTATION ANIMALE

• Traitement des graines avant utilisation

Certains traitements peuvent être appliqués à la graine de féverole avant de l'utiliser, tels que le décortiquage, le toastage, le floconnage ou l'extrusion, etc.

► Le **décortiquage** est notamment utilisé par les fabricants d'aliments pour réduire la teneur en tanins, lectines et inhibiteurs de trypsine, et pour augmenter la valeur protéique et la digestibilité.

► Après cette étape, les graines peuvent être toastées. Le **toastage** des graines de féverole rend les protéines et l'amidon plus résistants à la dégradation dans le rumen. Ce traitement permet d'augmenter certaines valeurs nutritionnelles et d'éliminer certains facteurs antinutritionnels.

► D'autres éléments peuvent être ajoutés aux graines toastées afin de répondre à certains besoins spécifiques, tels que les protéines « bypass » chez les bovins, grâce à l'ajout de sucre.

Comment pratiquer le toastage à la ferme ?

► Il est possible de toaster les graines de féverole à la ferme, en utilisant un toasteur mobile.

► Inagro, basé à Rumbeke-Beitem, organise la venue d'un toasteur mobile provenant de France durant l'automne. Le déplacement a lieu à condition qu'il y ait minimum 50 T de graines à toaster (possibilité de rassembler la récolte de plusieurs fermes). Le coût indicatif du toastage, auquel peut être ajouté un coût de transport, est de 70 €/T de graines traitées (2023).

Pour plus d'informations :
051 27 33 53 • 0489 76 65 25
stijn.pauwelyn@inagro.be • www.inagro.be

• Valeur nutritionnelle de la féverole

Chez les ruminants, la valeur nutritionnelle de la féverole est approximativement de 1100 VEM (énergie nette), 110 g de DVE (protéines digestibles dans l'intestin) et +122 g d'OEB (équilibre entre l'azote et l'énergie fermentescibles dans le rumen). Plus riche en OEB que le pois, sa valeur nutritionnelle, en termes de VEM et de DVE, est équivalente mais n'atteint pas celle du lupin.

Tableau 6 : Valeur nutritionnelle des protéagineux pour les ruminants.

	ENERGIE NETTE (VEM)	DVE (g/ kg MS)	VALEUR OEB (g/ kg MS)
Pois protéagineux	1214	118	+ 77
Féverole	1053	106	+ 122
Lupin doux blanc	1320	134	+ 137
Tourteau de soja	1219	252	+ 187

- La féverole dans les rations d'élevage

Contrairement au pois, la féverole peut contenir des **facteurs antinutritionnels**. Toutes les variétés peuvent être utilisées chez les ruminants, alors que des variétés sans tanins (à fleurs blanches) devront être utilisées de préférence en alimentation porcine et des variétés sans vicine-convicine (engendrant une diminution du poids des œufs) chez la poule pondeuse.

Chez les ruminants, 1 kg de féverole est équivalent sur le plan nutritionnel à 0,35 kg de tourteau de soja et 0,65 kg de céréales. Avec le toasting, 1 kg de féverole est équivalent à 0,60 kg de tourteau de soja et 1 kg d'orge². Comme tous les protéagineux, la féverole devra être grossièrement concassée avant la distribution aux bovins : seuls les veaux de moins de 6 mois sont capables de valoriser correctement la graine entière. Comme le pois, la féverole est **riche en amidon** : il est donc recommandé de fractionner autant que possible les apports chez le ruminant et de limiter les autres céréales dans la ration pour réduire les risques d'acidose, à

un niveau élevé d'incorporation. De même, l'éleveur devra veiller à respecter des transitions alimentaires régulières de 500 à 700 g/semaine chez les bovins. Chez les vaches laitières à haut potentiel de production, la féverole, tout comme le pois, ne pourra pas remplacer la totalité du tourteau de soja dans l'alimentation. Elle peut servir de **correcteur protéique** unique pour une production de 25-28 L/j de lait, selon la composition de la ration.

La féverole est plus **riche en phosphore** que le pois et le lupin, qui eux-mêmes contiennent plus de cet élément que les céréales. Comme tous les protéagineux, sa teneur en **méthionine digestible** peut être limitante pour la production laitière, contrairement à sa teneur en **lysine digestible** plus élevée.

Tout comme le pois, la féverole peut être utilisée sous forme de **graine entière** chez le petit ruminant ou, selon la taille de la graine, grossièrement **concassée** (jamais aplatie). Une attention particulière sera accordée à l'équilibre minéral de la ration à base de féverole (apport en calcium nécessaire).

Tableau 7 : Niveau d'incorporation des graines de féverole dans les rations animales.

		REMARQUES
BOVINS • Vaches laitières • Vaches allaitantes • Bovins à l'engraissement • Jeune bétail	Maximum (kg brut/jour) 6 kg/animal/jour ; 1-4 kg/animal/jour ; 1-4 kg/animal/jour ; 1-3 kg/animal/jour ; Selon le type d'alimentation	Broyage grossier. Quantités maximales dépendantes du pouvoir acidogène de la ration (apport en amidon par les autres constituants).
OVINS • Brebis • Agneaux	0,4 – 0,5 kg/brebis/jour ; 40-50 % de l'aliment concentré	A distribuer entier à partir de 1 à 2 mois d'âge. Broyage grossier éventuel selon la taille des graines (pour les agneaux).
CAPRINS • Chèvres	0,8-1,5 kg/chèvre/jour	A distribuer entier avec des fractionnements de 0,3 kg/repas.
PORCS • Truies • Porcelets • Porcs à l'engraissement	10 % de l'aliment ; 10-20 % de l'aliment ; 35 % de l'aliment	Utiliser des variétés sans tanins en alimentation porcine (graines issues de variétés à fleurs blanches). Broyage fin. 35% maximum pour le total pois + féverole chez le porc à l'engraissement.
VOLAILLES • Poules pondeuses • Poulets	15-20 % de l'aliment ; 20-25 % de l'aliment	Utiliser des variétés sans vicine – convicine. Broyer finement.

2 - https://interreg-protectcow.eu/media/1100/solution_4_f%C3%A9verole_toast%C3%A9_protectcow.pdf

Les variétés avec de petites graines intéressent plutôt l'oisellerie, car elles sont utilisées entières. Pour les autres débouchés en alimentation animale, les grosses graines sont broyées ou moulues.

LA GRAINE DE FÉVEROLE EN ALIMENTATION HUMAINE

- La féverole peut être consommée en alimentation humaine pour sa richesse en protéines.
- Fréquemment consommée en Egypte, la féverole européenne y était largement exportée. Néanmoins, ce marché a été remplacé par les exportations de graines de féverole décortiquées pour la pisciculture en Norvège, à cause de la problématique de la bruche.
- La qualité visuelle de la féverole doit être impeccable ; les graines ne peuvent pas être bruchées. Cette sensibilité à la bruche entraîne des difficultés de commercialisation. Les lots bruchés pourraient être utilisés mais cela ajoute des frais et est risqué pour l'industriel. C'est pour cette raison que les produits industriels ont plus de difficultés à se développer et que cela reste, à l'heure actuelle, au stade de petites start up ou de projets de recherche.
- Les graines de féverole peuvent être consommées fraîches ou sèches, entières, concassées, sous forme de purée ou de farine, en tant qu'ingrédients pour enrichir les recettes en protéines et en fibres (isolat, protéine texturée, fibre). Contrairement au pois, l'amidon de la graine de féverole n'est généralement pas utilisé.
- Le goût de la graine est assez spécial (sûre) alors que le pois est plus neutre. Ce goût disparaît après transformation sous forme d'ingrédients.
- Les principaux avantages des ingrédients issus de la féverole sont la capacité blanchissante de la farine, appréciée en boulangerie, la richesse en protéines et le caractère non allergène (contrairement au soja).
- Actuellement, il n'existe pas d'entreprises transformatrices de graines de féverole en Belgique.
- Pourtant, les innovations alimentaires à base de féverole se multiplient dans le cadre des aliments santé, avec l'apparition de substituts alimentaires protéinés, de farines pour enrichir des préparations en protéines (pâtes, pain,...), de féverole moulue sous forme de purée (style houmous) en remplacement du pois chiche, des préparations veggie type falafels ou encore de pâte à tartiner (Graine de choc - France).

- La féverole pourrait concurrencer le soja concernant les substituts de viande.
- Un nouveau marché pour la féverole verra le jour en Belgique d'ici quelques années. En effet, le groupe Südzucker se concentre sur de nouvelles activités émergentes, telles que la protéine. Un projet en voie de développement visera à développer les cultures de protéagineux, en se focalisant sur la féverole dans un premier temps. La Belgique sera une zone éventuelle de livraison. La première usine est en construction en 2024 en Allemagne. Un contrat sera établi avec les producteurs via les services de la Raffinerie Tirlenmon-toise. Des variétés à faibles teneurs en vicine - convicine seront cultivées en agriculture conventionnelle. La commercialisation des produits finis se fera sous la coupole du groupe Bénéo. Pour plus d'informations, contactez l'agronome de chaque région. Si vous ne connaissez pas la personne responsable de votre région, contactez la raffinerie via cette adresse : AgroRaftir@raftir.be



CONCLUSION



La féverole est une culture aux débouchés multiples en alimentation humaine et animale, dont les atouts agromonomiques et environnementaux ne sont plus à prouver. Néanmoins, sa place dans les rotations de nos régions n'est pas encore conquise, compte tenu de sa sensibilité aux aléas climatiques. En effet, la féverole d'hiver est moins résistante au froid que le pois protéagineux d'hiver. La sélection génétique se poursuit avec l'arrivée de nombreuses nouvelles variétés de féverole d'hiver et de printemps.

Certaines variétés présentent des potentiels de rendement intéressants. De plus, la pratique de l'association culturale avec une céréale présente de nombreux avantages permettant de sécuriser la récolte et les rendements. Enfin, dans le cadre de la PAC 2023-2027, dans l'objectif d'améliorer l'autonomie protéique à l'échelle de la Région wallonne, les protéagineux bénéficient, en culture pure et associée, d'un soutien couplé à hauteur de 375 €/hectare, non négligeable pour améliorer la rentabilité de cette culture.

ENVIE D'EN SAVOIR PLUS ?

PHYTOTECHNIE

CePiCOP | CARTRYSSE Christine • Oléagineux et protéagineux • 081/62.21.37 ou 0497/53.84.47 • cc@cepicop.be

CePiCOP | VAN DER VERREN Benjamin • Froment et froment associé • 0491/93.11.14 – bv@cepicop.be

CePiCOP | VANNOPPEN Noémie • Chargée de projet • 0490/16.49.97 • nv@cepicop.be

CRA-W | CAMPION Morgane • Unité systèmes agricoles • 081/87.50.24 • m.campion@cra.wallonie.be

Biowallonie | SILVESTRE Patrick • Grandes cultures bio • 0475/38.53.30 • patrick.silvestre@biowallonie.be

ALIMENTATION ANIMALE

CRA-W | WAVREILLE José • Unité productions animales • 081/87.45.01 ou 0478/78.07.62 • j.wavreille@cra.wallonie.be



La féverole

