

III. Cultures associées : froment d’hiver – protéagineux d’hiver

N. Vannoppen¹, J. Pierreux² et B. Dumont³

1	Situation des cultures associées : froment d’hiver – pois protéagineux d’hiver	130
2	Résultats d’essais de l’association culturale froment d’hiver – féverole d’hiver (2021-2023)	130
2.1	Description du panel variétal testé depuis 2021	131
2.2	Performances globales des associations froment-féverole.....	131
3	Adapter la conduite pour sécuriser la récolte.....	133
3.1	Recommandations pour un semis réussi.....	134
3.2	Désherbage : des modes d’action complémentaires	134
3.3	Fumure et protection de l’association.....	134

¹ CePiCOP – asbl Centre Pilote Wallon des Céréales et des Oléo-Protéagineux – Subventionné par SPW DGARNE

² ULiège – Gembloux Agro Bio Tech – Ferme Expérimentale

³ ULiège – Gembloux Agro Bio Tech – Plant Sciences Axis, Phytotechnie Tempérée (Crop Science)

III. Cultures associées : froment d’hiver – protéagineux d’hiver

Les cultures associées « céréales – légumineuses », telles que froment d’hiver - pois protéagineux d’hiver, ou froment d’hiver - féverole d’hiver, présentent de nombreux avantages agronomiques, environnementaux et économiques. Cette pratique permet avant tout de sécuriser un rendement global, la culture des légumineuses étant très sensible aux conditions climatiques, en assurant toujours une récolte de céréales. Dans le cas du pois, la céréale sert de plante tuteur et permet d’en limiter la verse. Les associations concurrencent les adventices et limite la prolifération des maladies (“effet de barrière physique” et “effet de dilution” par la diversité des espèces). La pression des ravageurs est également réduite grâce à une attractivité meilleure et plus diversifié de l’association vis-à-vis des auxiliaires. Enfin, l’association avec une légumineuse fixatrice d’azote permet une « fertilisation naturelle » pour les céréales, permettant d’améliorer la qualité des graines de la céréale associée en augmentant la teneur en protéines, tout en apportant des quantités moindres d’engrais azoté.

Néanmoins, la profondeur de semis pourrait être un frein à l’implantation de cultures associées au vu du compromis devant être fait entre les profondeurs de semis idéales respectives des deux espèces. De plus, l’étape du tri de la récolte peut s’avérer nécessaire, ou indispensable, en fonction du débouché, entraînant un coût supplémentaire.

1 Situation des cultures associées : froment d’hiver – pois protéagineux d’hiver

Depuis 2018, une des missions du CePiCOP est de caractériser les aptitudes d’un panel variétal de froment et de pois à être conduit en culture associée. Cette année, les essais se sont intéressés à la caractérisation de neuf variétés de froment d’hiver et de six variétés de pois protéagineux d’hiver. Cependant, les conditions climatiques exceptionnelles de l’année ont été particulièrement dommageables pour cette légumineuse. En effet, l’anthracnose, une maladie aérienne assez fréquente ces dernières années et due à un complexe de 3 champignons nécrotrophes pouvant être présents individuellement ou simultanément, a entraîné des pertes de rendements importantes. Cette situation avait déjà été rencontrée en 2023.

Les essais ont toutefois permis de mettre en avant des différences variétales. Certaines variétés de pois protéagineux se sont maintenues jusqu’à la récolte, même si la situation ne leur a pas permis d’exprimer pleinement leur potentiel de rendement. Toutefois, grâce à l’association, une récolte a pu être assurée, contrairement à la plupart des champs de pois protéagineux cultivés en pure. Dans une volonté de produire des protéagineux dans nos régions, l’association permet de sécuriser une certaine valeur de récolte.

2 Résultats d’essais de l’association culturale froment d’hiver – féverole d’hiver (2021-2023)

Depuis 2021, le CePiCOP s’intéresse également à l’association froment d’hiver-féverole d’hiver.

2.1 Description du panel variétal testé depuis 2021

En froment d’hiver, la variété **LG Keramik** a été étudiée en culture associée durant les 3 ans d’essais. D’autres variétés ont déjà été testées mais n’ont pas obtenu 3 ans de résultats ou n’ont plus été conduites dans l’essai au vu de renouvellement variétal important.

Tableau 1 – Caractéristiques variétales du froment d’hiver testé en association avec la féverole d’hiver dans les essais menés à Lonzée (source : Livre Blanc Céréales).

Variété	Hauteur (cm)	Verse	Maladies*			Précocité à l'épiaison **	Précocité à la maturité **
			Rouille brune	Septoriose	Rouille jaune		
LG Keramik	102	peu sensible	7,2	6,9	8,7	5,9	2,7

* Cotation '1-9' : 1 = très sensible

** Cotation '1-9' : 1 = le plus précoce

LG Keramik a été sélectionnée pour sa hauteur élevée, son comportement intéressant face aux maladies et à la verse. Cette variété est assez précoce malgré que le choix variétal pour une culture associée froment-féverole d’hiver devrait préférentiellement s’orienter vers des variétés de froment plutôt tardives.

En féverole d’hiver, de nombreuses nouvelles variétés arrivent sur le marché, même si le turnover variétal est moins important qu’en céréales. Les trois variétés testées au cours des saisons culturales de 2021 à 2023 sont **Nebraska, Tundra et Axel**.

Les variétés ont été choisies pour leur hauteur moyenne afin de ne pas entrer de manière excessive en compétition pour la lumière avec le froment. Leur tolérance à la verse est également un critère important, surtout en année humide où la féverole produit beaucoup de biomasse. La précocité à la maturité de la féverole d’hiver est un choix crucial pour tenter de faire coïncider la maturité des 2 espèces.

Tableau 2 – Caractéristiques variétales des différentes variétés de féverole d’hiver testées en association avec le froment d’hiver dans les essais menés à Lonzée (source : <https://www.myvar.fr/>).

Variété	Hauteur	Verse	Froid	Précocité		Couleur des fleurs	Teneur en vicine/convicine
				Floraison	Maturité		
Nebraska	moyenne	assez tolérante	tolérante	mi-tardive	mi-précoce	colorées	élevée
Tundra	-	-	-	-	-	colorées	élevée
Axel	moyenne	assez tolérante	moyennement tolérante	mi-précoce	mi-précoce	colorées	élevée

- = informations non disponibles

2.2 Performances globales des associations froment-féverole

2.2.1 Utilisation des ressources du milieu

Le calcul du LER (Land Equivalent Ratio) permet d’objectiver 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. Un LER supérieur à 1 signifie que la culture associée a produit plus de grains en comparaison aux cultures pures sur une surface équivalente.

De manière générale, le LER était supérieur à 1 pour toutes les associations sur les 3 ans d’essais. En 2023, les rendements en culture pure de féverole étaient inférieurs aux autres

III. Cultures associées : froment d’hiver – protéagineux d’hiver

années, suite à la vague de froid observée en décembre 2022. L’association a permis de mieux valoriser les ressources du milieu en produisant plus de biomasse totale, ce qui s’illustre par un LER supérieur.

Tableau 3 – Indice LER (Land Equivalent Ratio) mesuré pour les associations LG Keramik – Nebraska, Tundra, Axel de 2021 à 2023 dans les essais menés à Lonzée.

Association froment-féverole	LER Récolte		
	2021	2022	2023
LG Keramik - <i>Nebraska</i>	1,1	1,1	1,2
LG Keramik - <i>Tundra</i>	1,0	1,1	1,1
LG Keramik - <i>Axel</i>	1,1	1,1	1,2

2.2.2 Performances agronomiques du panel variétal de féverole d’hiver en association avec le froment d’hiver

La figure 1 présente les résultats des différentes variétés de féverole d’hiver associées à la variété de froment d’hiver **LG Keramik**.

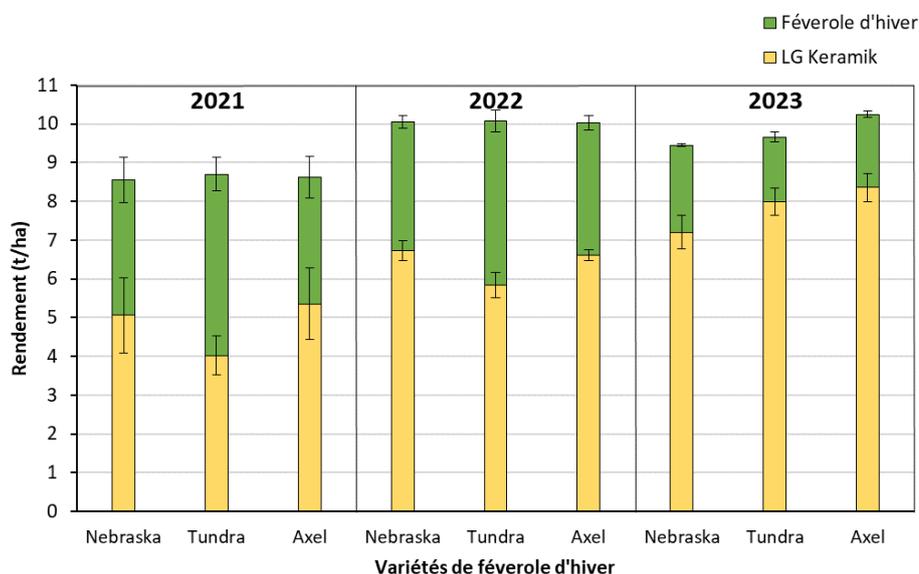


Figure 1 – Rendements de l’essai variétal en culture associée. Variétés de féverole d’hiver associées au froment d’hiver LG Keramik. Les résultats ont été obtenus dans les essais menés à Lonzée en 2021, 2022 et 2023.

D’après ces résultats, pour une même année, les rendements des associations sont assez proches l’un de l’autre. Ils se situent aux alentours de 8,6 t/ha en 2021, 10,0 t/ha en 2022 et 9,6 t/ha en 2023. La proportion de chaque espèce à la récolte est influencée par la variété de féverole utilisée. La variété **Tundra** montre une plus grande proportion de féverole à la récolte avec une production de 4,7 t/ha en 2021 et 4,2 t/ha en 2022. Les différences de rendement entre **Nebraska** et **Axel** sont très faibles en 2021 et 2022. Les variétés se sont plus différenciées en 2023 où **Nebraska** a obtenu le meilleur rendement (2,2 t/ha), suivie de **Axel** (1,9 t/ha) et enfin **Tundra** (1,7 t/ha) qui a montré un plus faible rendement.

2.2.3 Recommandations pour un choix variétal approprié

En culture associée froment d'hiver-féverole d'hiver, le choix variétal repose tout d'abord sur le débouché de la récolte. En effet, les féveroles contiennent des molécules spécifiques, appelées vicine et convicine, qui peuvent provoquer des troubles de digestibilité chez les monogastriques, notamment pour les poules pondeuses. Ces facteurs antinutritionnels dépendent de la variété. Il existe des variétés à faibles teneurs et à teneurs élevées en vicine/convicine. De même, les variétés à fleurs colorées contiennent des tanins dans les téguments des graines. Pour l'alimentation animale, une variété sans tanins devra être choisie pour les monogastriques ; un décorticage des graines sera nécessaire le cas échéant. Une variété à teneurs faibles en vicine/ convicine sera sélectionnée pour les volailles. Pour les bovins, il n'y a pas de restriction au niveau du choix variétal.

La variété de féverole choisie devra être tolérante à la verse et au froid. Certaines variétés, comme **Axel**, sont moyennement tolérantes au froid et conviendront moins bien dans des régions plus froides. Une variété comme **Nebraska** est plus tolérante au froid. Néanmoins, la féverole d'hiver n'est pas recommandée en Ardenne et Haute Ardenne. Il convient également de s'orienter vers des variétés précoces pour synchroniser les maturités des deux espèces. Au contraire, la variété de froment devra elle être plutôt tardive mais aussi résistante à la verse et aux maladies.

En fonction de la proportion de féverole attendue à la récolte, il est important d'adapter son choix variétal en prenant en compte le potentiel d'expressivité de la féverole. Dans ces résultats, la variété **Tundra** semble montrer un bon potentiel d'expressivité. Il convient de réfléchir à son objectif avant de choisir une variété qui prendra légèrement le dessus sur le froment. Le froment devra également avoir un potentiel d'expressivité élevé pour ne pas entrer en compétition avec la féverole.

Les essais devront encore être menés afin de tester un panel plus large de variétés de froment et de féverole d'hiver. L'expressivité des deux espèces sera évaluée dans ces associations. Les résultats de la récolte 2024 montrent des potentiels intéressants. L'association **LG Keramik – Vespa** a produit un rendement équilibré à hauteur de 8,7 t/ha.

3 Adapter la conduite pour sécuriser la récolte

Au-delà de cet aspect variétal, la réussite de l'association froment-féverole est également liée au bon respect de certaines règles afin d'optimiser et de sécuriser la récolte, mais aussi pour éviter d'éventuels accidents culturaux. Les travaux réalisés au sein de l'unité de Phytotechnie Tempérée de la faculté de Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège) de 2012 à 2018⁴ ont permis de mettre au point un itinéraire technique pour la conduite de l'association froment d'hiver-pois protéagineux d'hiver. Le même itinéraire technique, sauf pour les densités et profondeur de semis, est applicable pour cultiver en association du froment et de la féverole. Cette partie de l'article reprend quelques recommandations concernant le semis, le désherbage chimique, la fumure et la protection fongique.

⁴ « Produire durablement des graines riches en protéines en optimisant la conduite de la culture associée de pois protéagineux d'hiver et de froment d'hiver ». Projet mené par J. Pierreux et subventionné par le SPW-DGO3 (D31-1311; D31-1346 et D31-1365).

3.1 Recommandations pour un semis réussi

Les densités de semis ont été adaptées afin de garantir une bonne complémentarité entre la céréale et la féverole afin d'optimiser le fonctionnement de l'association. Il est conseillé de semer le froment à 150 grains/m² et la féverole à 20 grains/m². La période idéale pour semer cette association se situe entre le 25 octobre et le 15 novembre. L'objectif est d'avoir une féverole qui ne soit pas trop développée avant le début de l'hiver afin de limiter sa sensibilité au froid. 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. Il ne faut donc pas la semer trop tôt en octobre.

La profondeur de semis de cette association est un critère plus limitant. La féverole d'hiver se sème à une profondeur de 6 à 8 cm. Un compromis entre les deux espèces donc doit être fait si le semis se réalise en un seul passage. La profondeur recommandée se situe entre 3 et 5 cm. Elle dépendra des conditions pédoclimatiques ainsi que du semoir à disposition.

3.2 Désherbage : des modes d'action complémentaires

De manière générale, la bonne complémentarité entre le froment et la féverole pour occuper l'espace et exploiter les ressources permet de réduire naturellement la pression exercée par les adventices, surtout en fin de cycle. Cependant, un désherbage peut tout de même être recommandé pour des parcelles qui présentent un état de salissement important.

Actuellement, une seule matière active est agréée à la fois pour le froment et la féverole. Il s'agit de la pendiméthaline (à raison de 910 g/ha), molécule qui rentre dans la composition de certains herbicides anti-dicotylées. Pour éviter tout risque de phytotoxicité pour la féverole, le désherbage chimique doit être effectué à l'automne avant la levée de la légumineuse et lorsque le froment est au stade une feuille. L'efficacité du produit est favorisée par un bon travail du sol mais également par la présence d'humidité après le traitement.

3.3 Fumure et protection de l'association

La fumure recommandée, afin d'obtenir un mélange équilibré et de soutenir le rendement de la céréale, est de 40 kg N/ha au stade fin tallage-début redressement du froment et 60 kg N/ha au stade dernière feuille du froment. Ces applications se font uniquement sous forme solide pour ne pas brûler les feuilles de la féverole, particulièrement sensible aux formulations liquides. Il est tout de même important de rappeler que plus une légumineuse reçoit de l'azote, au moins celle-ci sera présente à la récolte.

Concernant la protection de l'association, les matières actives autorisées sont :

- Azoxystrobine 250 g/ha, 1 application à réaliser du stade début à pleine floraison de la féverole d'hiver pour cibler les risques d'anthracnose et de botrytis (législation : 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.
- Metconazole 72 g/ha, 1 application au stade floraison du froment d'hiver pour protéger l'épi contre les risques de fusariose du froment (législation : BBCH 60-69 en féverole et BBCH 31-65 en froment).

De manière générale, ce type d'association à tout son avenir dans nos régions puisqu'en plus de donner une récolte de qualité, elle permet également de diminuer les intrants comme la fumure et les produits phytopharmaceutiques.