

FICHE CULTURE



Culture pluriannuelle


La luzerne



Valorisation énergétique

La luzerne est actuellement utilisée pour l'alimentation animale. Elle est également une candidate intéressante pour la production de biocarburant de 2^{ème} génération et pour la méthanisation.

Combustion	Méthanisation	Biocarburant de 2 nd e génération
Récolte « en sec »	Récolte « en vert » (ensilage)	

 Valorisation(s) envisagée(s) la plus probable

 Valorisation à valider

1. Présentation de la culture

1.1 Généralités

La luzerne est une légumineuse (famille des *Leguminosae*). Les variétés cultivées sont des hybrides entre les espèces *Medicago sativa L.* et *Medicago falcata L.*

La luzerne est actuellement cultivée pour la production fourragère et l'alimentation animale sous forme déshydratée. Les surfaces en production sont actuellement de l'ordre de 200 000 ha, principalement dans les zones d'élevage au sud de la France (zones méridionales et aquitaine) et en Champagne-Ardenne pour la déshydratation

ATOUPS ET CONTRAINTES

Atouts principaux

- + supporte des **températures élevées** et un **climat relativement sec**
- + **potentiels de productivité** connus, **intéressants** et **réguliers** (plusieurs récoltes dans l'année)
- + **récolte** avec un **matériel courant** (selon le mode de récolte, similaire à un foin)
- + culture **pluriannuelle facile à implanter** dans la rotation du fait de sa durée d'implantation limitée à 3 à 5 ans et à son intérêt agronomique (bonne tête d'assolement, impact positif sur la structure du sol et reliquat azoté pour la culture suivante)
- + **faibles intrants** (aucune fertilisation azotée)

Contraintes principales

- exige un **sol sain** dont le **pH** est **proche de 6,5** pour le développement de la symbiose avec le rhizobium.
- sensibilité à la **verse**
- **masse volumique faible** du produit à la récolte
- peu de débouchés actuels en valorisation non alimentaire de la biomasse
- itinéraire technique à adapter pour la production de biomasse en plante entière par rapport à la production fourragère.
- **coût de production élevé** en raison, essentiellement, des 3 ou 4 récoltes par an

1.2 Description de la culture et de son cycle

La luzerne est une plante pluriannuelle. La plante pousse d'avril à octobre. Au printemps le départ en végétation est plus tardif que celui des graminées (exigence en lumière élevée).

La luzerne accomplit plusieurs cycles de production au cours de l'année. Mis à part en automne la luzerne fleurit à chaque cycle. Pour valoriser au mieux la productivité de la luzerne il est nécessaire de procéder à plusieurs récoltes dans l'année, en général à chaque floraison. Ainsi la luzerne peut reconstituer ses réserves racinaires, gage d'une meilleure pérennité.

Comme toutes les légumineuses, la luzerne n'a pas besoin de fertilisation azotée, grâce à la fixation symbiotique de l'azote de l'air (symbiose avec la bactérie *Rhizobium meliloti* au niveau des nodules présents sur les racines).

La luzerne possède une racine pivotante pouvant descendre profondément dans le sol, lui conférant une bonne résistance à la sécheresse.

Une fois implantée, la culture peut être exploitée pendant 3 à 5 ans.

Sources : [1] [3] [5] [6]



Flours de luzerne

2. Adaptation au milieu

La luzerne s'adapte facilement à des milieux divers en terme de climat et de pluviométrie. Elle a une bonne tolérance aux températures relativement élevées (jusqu'à 30° C). Toutefois elle donne les meilleurs rendements en **terres profondes, sans obstacles à son enracinement, et saines, dans les sols dont le pH est supérieur à 6,5** (conditions nécessaires au bon fonctionnement de la symbiose avec le *Rhizobium meliloti*). Elle est mal adaptée aux sols lourds et engorgés d'eau qui limitent le développement des nodules.

En cas d'implantation dans un sol n'ayant jamais reçu de luzerne, ou dont le pH est inférieur à 6 il sera nécessaire d'inoculer la semence de luzerne avec le *Rhizobium meliloti*.

De plus dans les sols dont le pH est inférieur à 6 il sera nécessaire d'apporter un amendement basique afin de relever le pH.

Sources : [1] [3] [5] [6]

3. Éléments de conduite de la culture

3.1 Préparation du sol

Du fait de la petite taille des graines de la luzerne (400 à 500 graines/g), le travail du sol devra être soigné pour que l'implantation soit réussie.

On mettra en œuvre une **préparation du sol comparable au semis de prairie** : un lit de semences très émiétté, sur un sol bien rappuyé et sans discontinuité en profondeur. Plusieurs faux semis préalables pour nettoyer la parcelle peuvent être nécessaires.

L'implantation sans labour est envisageable si la structure du sol est favorable.

Sources : [1] [3] [5][6]

3.2 Semis

Le semis s'effectuera au printemps (entre le 1^{er} et le 20 avril) ou en fin d'été, selon le précédent et sa date de récolte.

Le **semis au printemps** est préférable pour garantir une **humidité du sol suffisante** et ainsi garantir la levée. Il permettra une pleine récolte dès l'année suivante.

Dans le cas d'un semis d'été il est conseillé de semer juste après récolte du précédent pour bénéficier de la fraîcheur du sol. L'implantation est possible jusqu'à mi septembre dès le retour des pluies.

Le semis s'effectue en surface (entre 0,5 et 1 cm), avec un **semoir à céréales classique**, la dose de semis utilisée est **de 20 kg/ha au printemps, 25 kg/ha en été**. Un **roulage après semis** est fortement conseillé.

Sources : [1] [3]

3.3 Désherbage

La luzerne est très sensible à la concurrence des adventices au stade plantule. Un **désherbage à la levée** permettra à la plantule de s'implanter correctement. Il doit viser les adventices très concurrentielles comme le colza ou les repousses de graminées.

En culture installée, un **désherbage** sera nécessaire **chaque hiver au cours du repos végétatif** (de décembre à janvier). On peut également intervenir après une coupe, mais l'efficacité du traitement sera moindre.

Sources : [1] [3] [5]

3.4 Fertilisation

Comme pour toute légumineuse, **aucune fertilisation azotée n'est nécessaire**, grâce à la fixation symbiotique de l'azote de l'air par les *Rhizobium meliloti* contenus dans les nodules présent sur les racines. Elle laissera également après sa destruction un reliquat d'azote non négligeable pour la culture suivante (environ 50 unités).

Une fertilisation pour compenser les exportations en phosphore, potassium ou calcium peut parfois être nécessaire. La luzerne est une espèce très exigeante vis-à-vis du phosphore. Il conviendra de prévoir **60 à 80 unités de P₂O₅ et 150 à 200 unités de K₂O**.

L'équilibre constant entre potasse et magnésium dans le sol doit être maintenu pour un bon développement de la luzerne : **rapport K₂O/ MgO compris entre 2 et 5**. Dans les sols non calcaire il faudra prévoir un chaulage d'entretien pour maintenir le pH entre 6 et 6,5.

Sources : [1] [3] [5]

3.5 Irrigation

Une irrigation peut être envisagée pour favoriser l'implantation en cas de sécheresse. En culture installée, aucune irrigation n'est nécessaire.

3.6 Maladies et ravageurs

De nombreux ennemis (insectes, nématodes, plantes) ou maladies peuvent affecter la luzerne.

Le choix variétal permet de limiter les dégâts dus aux nématodes et au verticillium (au nord de la Loire). Pour ces deux ravageurs il est aussi conseillé de respecter un intervalle de 5 ans entre deux implantations.

La luzerne est également sensible à la verse. Le choix d'une variété résistante permettra de limiter cet inconvénient.

3.7 Récolte

⇒ Cas d'une récolte type foin

Pour obtenir un produit sec, le mode de récolte préférentiel est identique à la récolte d'un foin : **fauchage, andainage, pressage et stockage à l'abri**. Le produit récolté a une densité faible (170 kg M.S./m³ pour des grosses balles carrées).

La première exploitation s'effectuera à la floraison (début juin), le matériel aura un fort taux d'humidité et les conditions climatiques ne sont pas toujours favorables à un séchage rapide.

Les seconde et troisième exploitations interviennent cinq à six semaines après la première récolte, à une époque où les conditions climatiques sont plus favorables à un séchage rapide.

La quatrième et dernière exploitation intervient vers octobre, à une époque où le fauchage est risqué. Pourtant, on a toujours intérêt à récolter cette dernière coupe pour éviter que les parasites s'y développent.

Pour assurer la meilleure pérennité possible à la luzerne, il est impératif de laisser fleurir la luzerne au moins une fois dans l'année.



Andains de luzerne

Le mode d'exploitation à **quatre coupes** présente un meilleur rendement que trois coupes : outre le bonus apporté par la quatrième exploitation d'automne, un rythme un peu plus rapide en été permet de récolter l'essentiel de la production (moins de perte par sénescence) et de profiter d'une meilleure repousse.

Les feuilles de luzerne sont fragiles et tombent facilement lors de la manipulation du fourrage. Malgré des précautions dans l'utilisation des outils, les pertes à la récolte peuvent atteindre 30 % de la matière sèche produite.

⇒ Cas d'une récolte en ensilage

Un mode d'exploitation en ensilage (de type luzerne déshydratée) peut être envisagé si les conditions de stockage et les voies de valorisation sont optimisées. La première exploitation aura lieu au début du bourgeonnement (fin mai). Les exploitations suivantes interviennent sur des repousses de cinq à six semaines. La **densité est un peu supérieure à celle du foin** (200 kg M.S./m³).

4. Productivité, potentiel et qualité

4.1 Productivité en fonction des conditions pédoclimatiques

En première année après un semis de printemps la productivité est faible : 4 à 6 t de MS/ha. Après un semis de fin d'été il n'y a pas de production récoltable.

Dès la deuxième année la productivité attendue est de l'ordre de **10 à 12 t de MS/ha/an**. En cas de disponibilité en eau importante, le rendement annuelle peut atteindre 15 t de MS/ha.

Le tableau ci-après présente la productivité attendue en situation favorable et en condition limitante.

La **situation favorable** est définie comme une parcelle en **sol profond et sain**, de préférence en **sol calcaire** avec un **pH proche de la neutralité**, avec une **bonne alimentation en eau** (forte RU et / ou pluviométrie régulière sur la période de végétation).

La situation limitante est comprise entre cette situation favorable et les limites d'exclusion :

- faible profondeur de sol
- déficit hydrique
- sols hydromorphes
- sols à pH inférieur à 5,5

⇒ Productivité de la luzerne

	Délai d'entrée en production	Pérennité	Période de récolte	Taux de MS (%)	Rendement 1 ^{ère} année (si semis de printemps)	Rendement années suivantes
Situation favorable	1 an si semis au printemps	3 à 5 ans	3 à 4 coupes par an entre juin et septembre	25 à 35 % pour une récolte en ensilage	4 à 6 t MS/ha	10 à 12 t de MS/ha
Situation limitante	6 mois si semis en fin d'été		2 à 3 coupes par an entre juin et septembre	80% pour une récolte après fauchage pressage	n/a	Moins de 10 t de MS/ha

Ces données de productivité sont issues d'expérimentations réalisées depuis quelques années en France, et sont données à titre indicatif.

Sources : [1] [3]

4.2 Qualité, productivité énergétique et données physico-chimiques

Les données des tableaux ci-dessous sont issues de la base de données qualité, réalisée lors du programme REGIX.

Luzerne, plante entière

Unité	Données physiques			Analyse élémentaire							
	Humidité	Masse volumique		Carbone (C)	Hydrogène (H)	Oxygène (O)	Azote (N)	Soufre (S)	Chlore (Cl)	Potassium (K)	Silicium (Si)
		en vrac broyé	pressé en balle								
	%	kg MS/m ³	kg MS/m ³	% MS	% MS	% MS	% MS	% MS	% MS	% MS	% MS
Effectif	12	-	-	6	6	6	14	8	13	13	13
Moyenne	72,1	100 à 130	170 à 200	45,8	5,8	36,5	2,6	0,2	0,4	2,3	0,2
Écart-type	10,1	-	-	0,9	0,1	1,6	0,4	0,03	0,1	0,5	0,15

	Analyse chimique			Données énergétiques		Cendres				
	Lignine (Klason)	Cellulose	Hémi- cellulose	PCI anhydre	PCS	Taux de cendres	Température de fusion de cendre			
							T° de contraction	T° de déformation	T° d'hémisphère	T° d'écoulement
Unité	% MS	% MS	% MS	MJ.kg ⁻¹ MS	MJ.kg ⁻¹ MS	% MS	°C	°C	°C	°C
Effectif	7	8	8	6	6	14	3	5	5	5
Moyenne	9,9	24,3	7,3	17,041	18,370	9,2	654	722	1058	1136
Écart-type	1,9	3,2	1,5	0,679	0,696	1,1	39	106	384	314

Sources : [1] [2]

Pour la méthanisation, nous nous appuyons sur les références utilisées par Méthasim. Le pouvoir méthanogène est donné en m³ de méthane pour une tonne de matière sèche.

Luzerne en vert à 23% M.S. : 273 m³ CH₄/t M.S.

Foin de luzerne à 86% M.S. : 217 m³ CH₄/t M.S.

Sources : [7]

4.3 Éléments économiques

Le coût d'implantation s'amortit sur la durée de la culture, le facteur de variation le plus important est le coût de la récolte : trois à quatre récoltes par an, pour un produit de densité faible et avec un fort taux d'humidité.

Charges opérationnelles : (semences, engrais, protection phytosanitaire)	130 €/ha	Source : Estimations réalisées dans LIGNOGUIDE à partir d'itinéraires techniques type
Charges spécifiques (travaux réalisés par entreprise)	523 €/ha	

Sources : [1] [3] [4]

4.4 Impacts environnementaux

⇒ Impacts sur l'eau : quantité

La luzerne a un fonctionnement proche d'une prairie fauchée et possède un système racinaire qui lui permet de prélever de l'eau en profondeur. Une **réduction du drainage sous luzerne** par rapport à une rotation de cultures annuelles a déjà été observée expérimentalement. Celle-ci pourrait donc avoir une consommation en eau supérieure à celle des cultures annuelles.

Par ailleurs, s'agissant d'un couvert permanent, la luzerne possède des atouts indéniables sur le plan de l'érosion des sols en hiver en particulier.

⇒ Impacts sur l'eau : nitrate

De **faibles pertes d'azote par lixiviation** ont aussi été observées sous luzerne, en effet, cette culture prélève efficacement l'azote du sol, et de manière prioritaire par rapport à la fixation symbiotique.

⇒ Impacts sur l'eau : molécules phytosanitaires

La luzerne nécessite **peu d'apports de produits phytosanitaires**. La pression phytosanitaire liée aux pratiques est donc faible, voire nulle (cas des calculs réalisés à partir des itinéraires techniques type élaborés dans LIGNOGUIDE, sans traitement phytosanitaire).

⇒ Production et consommation d'énergie

La consommation énergétique liée aux engrais est très faible pour la luzerne, en raison de l'absence de fertilisation azotée. Par contre, la fréquence de récolte élevée (3 fois par an) implique une **consommation de carburant importante**, représentant près de 75% de la consommation totale d'énergie. La **production d'énergie est nettement supérieure à cette consommation** (rapport de 1 à 40).

FICHE CULTURE

La luzerne

⇒ Emissions de gaz à effet de serre (GES)

La luzerne possède un **très faible niveau d'émission de GES par hectare** (inférieur à 500 kg eq. CO₂/ha, d'après les calculs réalisés dans LIGNOGUIDE). En effet, les émissions liées à la fertilisation sont très faibles pour cette culture (pas d'apport de fertilisants azotés). Les émissions liées à l'utilisation de carburant représentent le poste le plus important en raison de la fréquence élevée de coupes.

Sources : [4]

Bibliographie

- [1] Biomasse pour l'énergie. Colloque final du programme REGIX, 2010
- [2] Base de données qualité. REGIX, 2012
- [3] Fiche culture : la Luzerne. Etude AGRICE, ARVALIS / ADEME, 1998
- [4] LIGNOGUIDE – guide d'aide au choix des cultures lignocellulosiques. CASDAR, 2013
- [5] Principales espèces fourragères et éléments de conduite. Brochure ARVALIS – Institut du Végétal, GNIS, 2012
- [6] Best practice guidelines for applicants to DEFRA'S Energy Crops Scheme ; DEFRA, 2001
- [7] Méthasim : Outil de simulation technico-économique pour la méthanisation. Ifip, Aile, Solagro, Trame, Chambres d'Agriculture de Bretagne, ITAVI, IDELE, ADEME, CEMAGREF, 2010

Autres références :

Site Internet du GNIS, rubrique Luzerne (<http://www.gnis-pedagogie.org/pages/plantaprotein/luzerne/1.htm>)

La luzerne - Culture utilisation. Brochure ARVALIS – Institut du Végétal, GNIS, Institut de l'Elevage - 2003

Bonnes pratiques de fabrication de l'ensilage pour une meilleure maîtrise des risques sanitaires. AFSSA, 2004

Contacts au sein du RMT Biomasse

Luzerne :

Alain BESNARD	ARVALIS – Institut du Végétal	02 40 98 64 66
Sylvain MARSAC	ARVALIS – Institut du Végétal	05 62 71 79 39
Elodie NGUYEN	Chambre d'agriculture de Picardie	03 22 33 69 53
Fabien FERCHAUD	INRA	03 22 85 75 15
Marie-Laure SAVOURE	Agro-Transfert Ressources et Territoires	03 22 85 35 20

Coordination du RMT Biomasse pour toute information complémentaire :

Elodie NGUYEN	Chambre d'agriculture de Picardie	03 22 33 69 53
---------------	-----------------------------------	----------------

Les partenaires du RMT Biomasse

