



HAL
open science

Compte-rendu d'avancement du projet LEGUMIP (CLE 130 50 966)

Claire Jouany

► To cite this version:

Claire Jouany. Compte-rendu d'avancement du projet LEGUMIP (CLE 130 50 966). [Contrat] CLE 130 50 966, 2017. hal-02785046

HAL Id: hal-02785046

<https://hal.inrae.fr/hal-02785046v1>

Submitted on 4 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Compte-rendu d'avancement du projet LEGUMIP (CLE 130 50 966) Période du 1^{er} novembre 2015 au 31 octobre 2017

Organisme gestionnaire du projet : INRA UMR 1248 AGIR TOULOUSE

Date : 31 octobre 2017

Auteur : Claire Jouany, responsable du projet, INRA, UMR 1248 AGIR, TOULOUSE

1. Etat d'avancement des différents lots de travail

Lot 1. Coordination et animation

Au cours de la période évaluée, plusieurs réunions de travail ont été organisées dans le cadre de Legumip ; elles ont permis d'organiser les interactions entre les différentes équipes du consortium, de préciser les travaux menés dans les différentes tâches, de faire un bilan de l'état d'avancement du projet sur la base des résultats acquis et de construire un plan de valorisation. Il s'agit des réunions suivantes :

- 19 février 2016 Réunion annuelle bilan de fin de deuxième année de projet (CR)
- 4 mars 2016 : réunion de travail entre UMR AGIR et UMR ECOLAB Lot 4
- 25 mai 2016 : visite du dispositif Legumip sur le domaine de l'INRA pour les doctorants et personnels de l'UMR AGIR
- 22 novembre 2016 : réunion de travail UMR LCA et UMR AGIR Lot 2 (CR).
- 24 avril 2017 : réunion de travail réunion de travail UMR LCA et UMR AGIR Lot 2.
- 7 juillet 2017 : réunion de travail réunion de travail UMR LCA et UMR AGIR Lot 2.
- 21 septembre 2017 Réunion consacrée au plan de valorisation du projet (CR).

La plateforme expérimentale implantée à l'automne 2013 sur le domaine de l'INRA et les dispositifs de RAGT2n (Druelle) ont servi de support aux essais menés dans le cadre de Legumip. Une base de données regroupe l'ensemble des mesures obtenues à ce jour sur ces deux sites.

Lot 2. Caractérisation minérale, biochimique et valeur nutritive

Sur l'ensemble des 20 espèces testées dans le projet, on a mesuré différentes caractéristiques liées à la valeur fourragère (composition minérale et biochimique et digestibilité *in vitro*) ; l'analyse des composés secondaires d'intérêt industriel ou pharmaceutique a été conduite sur 14 espèces. Ces travaux ont été menés, pour partie, dans le cadre de 2 stages encadrés par les partenaires scientifiques du projet ; le premier portait sur la prévision de la digestibilité d'espèces de légumineuses à partir d'une méthode de digestibilité *In Vitro*, le second sur l'extraction, la caractérisation et la quantification de composés d'intérêt industriel.

Les résultats obtenus montrent que, au stade 'début floraison', la digestibilité *in vitro* varie sur une gamme relativement large comprise entre 50 et 80% selon les espèces. Parmi les espèces 'innovantes' testées, on met en évidence plusieurs espèces 'prometteuses' présentant des valeurs relativement élevées, qui de ce fait pourraient présenter, pour ce critère, une valeur d'usage intéressante pour les éleveurs ; il s'agit d'*Anthyllis vulneraria* et dans une moindre mesure de *Bituminaria bituminosa*. L'analyse de la composition minérale (N et P) des fourrages, récoltés à différentes dates sur l'ensemble du cycle de croissance de 2015 et 2016 a été réalisé comme prévu.

En ce qui concerne la caractérisation chimique, ce volet a été pris en charge par le LCA et réalisé en plusieurs étapes. Dans un premier temps, on a mis au point les protocoles du LCA afin de les adapter au matériel végétal disponible. Ainsi, nous avons décidé, en concertation dans le consortium, de faire ces mises au point des protocoles sur les échantillons de la récolte de 2014. Ces analyses ont portées sur deux organes différents : graines et biomasse verte. La caractérisation a comporté les analyses suivantes : teneur en azote et en protéines (méthode Kjeldahl), teneurs en phénols (méthode Folin-Ciocalteu) et activité antioxydante (méthode DPPH) dans les parties vertes et dans le tourteau après extraction de l'huile de la graine, teneur en sucres solubles (méthode à l'anthrone), les teneurs en cendres, en cellulose, hémicellulose, lignine, fibres insolubles dans les détergents neutres (NDF), fibres insolubles dans les détergents acides (ADF) selon la méthode de Van Soest.

Tableau 1, liste des légumineuses produites en 2014 et analysées au LCA (2015-2016).

Espèces	Parties vertes	Graines
Lathyrus pratensis	+	-
Lotier norton	+	+
Medicago lupulina	+	+
Medicago sativa	+	-
Melilotus officinalis	+	+
Melilotus alba	+	-
Onobrychis sativa	+	+
Psoralee bituminosa	+	+
Trifolium campestre	+	+
Trifolium fragiferum	+	-
Trifolium incarnatum	-	+
Trifolium pratense	+	+
Trifolium repens	+	-
Vicia cracca	+	-
Vicia hirsute	-	+
Ononis	-	+

Par ailleurs, les graines ont été utilisées pour des analyses exploratoires et complémentaires au projet. La teneur en huile, la composition en acide gras et en stérols ont été mesurées.

Les protocoles ont été adaptés pour les analyses des légumineuses durant l'année 2015. Les analyses des échantillons de la récolte 2015 pour les deux expérimentations ont été réalisées pour les teneurs en cendres, en cellulose, hémicellulose, lignine, fibres insolubles dans les détergents neutres (NDF), fibres insolubles dans les détergents acides (ADF). Cette méthode est très gourmande en temps (6 jours pour une analyse complète d'un échantillon). L'analyse chimique complète de ces échantillons a été terminée au cours du 3^{ème} trimestre 2017.

Le volet consacré à l'analyse des composés biochimique confirme la valeur fourragère des légumineuses conventionnelles (luzerne, trèfle blanc, lotier) ; ce travail a également fourni des références sur de nouvelles espèce qui présentent des activités anti oxydante et des teneurs en protéines susceptibles d'être valorisées industriellement ; il s'agit de *Lotus norton*, *Onobrychis sativa* *Bituminaria bituminosa* et *Trifolium campestre*.

Enfin la caractérisation des graines a permis d'identifier 3 espèces qui présentent des caractéristiques intéressantes du point de vue de leur teneur en protéines et de leur activité anti oxydante ; il s'agit de *Lotus Norton*, *Ononis campestre* et *Trifolium incarnatum*.

Un travail méthodologique a été réalisé en 2015 afin d'évaluer et de proposer une méthode de mesure de la digestibilité des fourrages au NIRS (spectroscopie proche infrarouge). Ce travail a été mené en partenariat avec l'INRA de Clermont Ferrand. Cette étude n'était pas prévue initialement, elle contribue aux travaux menés dans la tâche 2.

Lot 3. Caractérisation du fonctionnement-Mesures de traits foliaires

Dans le cadre du Lot 3, on a réalisé une première série de mesures afin de caractériser les propriétés agronomiques et fonctionnelles des espèces testées dans Legumip. Il s'agit de mesures qui rendent compte des capacités d'accumulation de biomasse des tissus foliaires et caulinaires au cours de la croissance (capacité

d'interception de la lumière et efficacité de transformation en biomasse), d'un suivi de la phénologie et d'une série de mesures de traits fonctionnels foliaires (teneur en matière sèche, surface spécifique foliaire) qui a été réalisée au printemps 2015.

A ce jour, un jeu de données complet est disponible pour 10 espèces ; l'analyse de ces premiers résultats a permis de mettre en évidence que le groupe d'espèces testées présentent des propriétés agronomiques largement contrastées, aussi bien en termes de capacité d'accumulation de biomasse que de valeur alimentaire.

Les mesures de Radiation Use Efficiency montrent des fonctionnements contrastés entre les différentes espèces testées ; ceci se traduit par des taux de croissance variant entre un minimum de 67 kg/ha/j pour *Lotus corniculatus* et un maximum de 215 67 kg/ha/j pour *Vicia cracca*. *Quatre espèces* se distinguent par leur fort taux de croissance : *L. tenuis*, *O. sativa*, *M. sativa*, et surtout *V. cracca* qui possède la valeur la plus élevée. *S. varia*, *L. pratensis* et *T. repens* possèdent des valeurs intermédiaires. En revanche, *M. officinalis*, *T. pratense* et *L. corniculatus* sont les espèces ayant le plus faible taux de croissance.

Les mesures de traits foliaires confirment qu'il existe une large gamme de fonctionnement au sein de ce groupe d'espèces ; le jeu de données disponible a été utilisé pour construire une première typologie de légumineuses qui doit permettre aux éleveurs de choisir les espèces les mieux adaptées aux divers usages possibles au sein de leur exploitation. Les mesures de traits racinaires réalisées au printemps 2017 sont en cours d'analyse et devraient permettre de proposer une typologie fonctionnelle opérationnelle pour choisir des espèces adaptées à des niveaux de ressources (eau et phosphore) contrastés.

Lot 4. Mise en évidence de traits marqueurs des types de fonctionnement des espèces. Corrélations entre traits aériens et souterrains

L'évaluation des fractionnements isotopiques en ^{13}C et ^{15}N en tant que traits marqueurs du fonctionnement des plantes en conditions limitantes et non limitantes en eau et en phosphore a été réalisée sur des échantillons de feuille obtenues en conditions contrôlées sur 13 légumineuses et 6 céréales. Dans cet objectif nous avons réalisé un nombre important de mesures de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ sur :

- 331 échantillons (feuilles) le 20 juin 2014
- 66 échantillons (feuilles) le 3 décembre 2014
- 187 échantillons (racines et graines) le 19 juin 2015
- 136 échantillons (feuilles) octobre 2015
- Echantillons de sols et plantes non fixatrices pour l'estimation de beta Fix.

Une première série de données analysée met en évidence des capacités fixatrices pour N largement contrastées entre les différentes espèces testées dans le projet.

A l'échelle spécifique, on obtient pour la luzerne des relations significatives entre le fractionnement isotopique du C13 et le poids spécifique foliaire (g/m²) un trait qui rend compte de la capacité à résister à des stress hydriques.

Les mesures relatives à la caractérisation des systèmes racinaires ainsi que l'analyse des relations traits aériens-traits souterrains ont été réalisées pour partie dans le cadre du stage de Pauline Camguilhem (Lot 4b).

2. Valorisation scientifique

Les résultats obtenus dans le cadre des lots 3 et 4 du projet sont déjà valorisés dans trois publications scientifiques dans des revues d'IF élevé et de notoriété 'Excellente' [(1) ; (2) ; (3)].

- Fort, F., Jouany, C., Cruz, P. (2015). Hierarchical traits distances explain grassland Fabaceae species' ecological niches distances. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1-11. DOI : 10.3389/fpls.2015.00063
- Fort, F., Cruz, P., Catrice, O., Delbrut, A., Luzarreta, M., Stroia, C., Jouany, C. (2015). Root functional trait syndromes and plasticity drive the ability of grassland Fabaceae to tolerate water and phosphorus shortage. *Environmental and Experimental Botany*, 110, 62-72. DOI : 10.1016/j.envexpbot.2014.09.007
- Fort, F., Cruz, P., Lecloux E., Bittencourt de Oliveira, L., Stroia, C. and Jouany, C. (2015) Grassland root functional parameters change along a community-level economics spectrum in response to long-term cumulative effects of N and P fertilization. *Journal of Vegetation Science* Doi: 10.1111/jvs.12405

- P. Cruz, F. Fort, E. Lecloux, L. Lambs, O. Merah, I. Moussa, L. Saint-Pierre, C. Jouany, Présentation du projet de recherche Legumip, pp 198-199 Journées AFPP Les légumineuses fourragères et prairiales, 21-22 Mars 2016
- P. Cruz, L. Saint-Pierre, L. Chauchard, C. Jouany, E. Lecloux, T. Ritzka, L. Lambs, O. Merah, I. Moussa, F. Fort, Pertinence des traits fonctionnels foliaires pour la sélection des individus productifs chez la luzerne, pp 200-201, Journées AFPP Les légumineuses fourragères et prairiales, 21-22 Mars 2016
- P. Cruz, L. Latchoumane, T. Ritzka, E. Lecloux, F. Fort, L. Lambs, O. Merah, I. Moussa, L. Saint-Pierre, C. Jouany, Une première ébauche de typologie fonctionnelle de légumineuses fourragères, pp 202-203, Journées AFPP, Les légumineuses fourragères et prairiales, 21-22 Mars 2016
- Issam Moussa, Florian Fort, Claire Jouany, Eric Lecloux, Pablo Cruz, Othmane Merah, Laure Saint-Pierre, Luc Lambs Use of isotopic discrimination ($d^{13}C$ and $d^{15}N$) for screening drought tolerance of grassland species. Communication présentée au Joint European Stable Isotopes User Group Meeting Ghent University, Belgium 4–9 September 2016

Stages réalisés sur la période évaluée

- Estelle Duriez : DUT IUT-Auch (mars-juin 2016, **AGIR**) Caractérisation agronomique et fonctionnelle de légumineuses natives et cultivées (Lot 3).
- Julie Hivernat : L2 INP-Toulouse (mai-juin 2016, **AGIR**) Caractérisation fonctionnelle des systèmes racinaires d'espèces de légumineuses en vue de leur sélection (Lot 4).
- Julia Bedouret L3 Chimie UPS Castres (avril- juillet 2016, **LCA**) Caractérisation biochimique de légumineuses fourragères (Lot 2).
- Gaëtan Tressières : BTS Anabiotech LEGTA-Rodez (février 2016, **AGIR, LCA**) Analyse de la composition minérale d'espèces de légumineuses à partir d'une méthode de digestibilité *In Vitro* (Lot 2).
- Pauline Camguilhem : DUT IUT-Auch (mars-juin 2017, **AGIR**) Caractérisation agronomique et fonctionnelle de légumineuses natives et cultivées – Etude du système racinaire (Lot 3).

3. Valorisation pédagogique

- Visite du dispositif Legumip de l'INRA dans le cadre du module 'Gestion Durable de N et P' (9 décembre 2015) ; 17 étudiants en spécialisation AGREST (ENSAT-INP-Toulouse)