

Mémoire de fin d'études

Présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome

Spécialité : Agronomie

Option : Production Végétale Durable (PVD)

Créer des références techniques et économiques pour accompagner un groupement d'éleveuses paysannes de volailles biologiques du Vaucluse et des Bouches du Rhône dans l'amélioration de l'autonomie alimentaire de leurs fermes



Présenté par Clémence Berne

Année de soutenance : 2022

Organisme d'accueil :
Agribio84

Mémoire de fin d'études

Présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome
Spécialité : Agronomie
Option : Production Végétale Durable (PVD)

Créer des références techniques et économiques pour accompagner un groupement d'éleveuses paysannes de volailles biologiques du Vaucluse et des Bouches du Rhône dans l'amélioration de l'autonomie alimentaire de leurs fermes



Présenté par Clémence Berne

Mémoire préparé sous la direction de :
Stéphane De Tourdonnet

Organisme d'accueil :
Agribio84

Soutenu le : 13 Septembre 2022 à 9h

Maître de stage :
Fausta Gabola

Sous le jury composé de :
Stéphane De Tourdonnet, Tuteur
Marc Moraine, Rapporteur
Léo Garcia, Président

Résumé

Titre : Créer des références techniques et économiques pour accompagner un groupement d'éleveuses paysannes de volailles biologiques du Vaucluse et des Bouches du Rhône dans l'amélioration de l'autonomie alimentaire de leurs fermes

Ce mémoire s'intègre dans un projet d'accompagnement d'un Groupement d'Intérêt Economique et Environnemental de 5 éleveuses de volailles biologiques du Vaucluse et des Bouches du Rhône. Ce groupe a été créé pour travailler sur des problématiques d'autonomie sur les fermes et d'amélioration des performances. Un levier de gain d'autonomie repose sur l'amélioration de l'autonomie alimentaire des élevages. Dans ce cadre, nous avons cherché à créer des références technico-économiques sur la mise en place d'un atelier de fabrication d'aliment à la ferme et sur le semis de couverts fourragers nutritifs sur les parcours. Nos résultats montrent qu'à partir de matières premières locales, il est possible de créer un aliment à la ferme pour les volailles de chair qui soit techniquement satisfaisant, et moins cher qu'un aliment industriel. La mise en place et le fonctionnement de l'atelier de fabrication peuvent cependant rencontrer diverses problématiques notamment en raison du manque de stabilité des approvisionnements et du temps nécessaire à la stabilisation des performances d'élevage. Concernant les parcours, pour cette première expérimentation, nos semis de couverts végétaux n'ont présenté que de faibles résultats de production de biomasse. Celle-ci s'est avérée insuffisante pour couvrir les besoins des volailles et rentabiliser la pratique de semis. Nous avons posé l'hypothèse que ces faibles productions sont en partie expliquées par une compétition importante avec les espèces naturellement présentes sur les parcours et par les conditions climatiques peu propices à la croissance des végétaux, de cette année 2022 en Provence. Cependant, nos résultats ont également montré l'intérêt que représente l'enrichissement des parcours par des couverts fourragers nutritifs, avec des relevés montrant une consommation rapide et une appétence des volailles pour les espèces semées. La richesse azotée des mélanges permet également de conclure quant à l'intérêt nutritionnel des couverts. Le semis de couvert fourrager présente donc un potentiel certain d'amélioration des performances technico-économiques des élevages mais son itinéraire technique doit être amélioré.

Mots clés : Groupement d'Intérêt Economique et Environnemental (GIEE), autonomie alimentaire des élevages, fabrication d'aliment à la ferme, couvert fourrager nutritif.

Abstract

Title: Creating technical and economic references to support a group of organic poultry farmers from Vaucluse and Bouches du Rhône in the improvement of their feeding autonomy

This essay fits into a project supporting a Group of Economic and Environmental Interest, which includes 5 poultry farmers from two French departments (Vaucluse and Bouches du Rhône). These farmers came together to work on farm autonomy and the improvement of their performances. One way to increase autonomy is to develop feed autonomy. To achieve this objective, we studied the economic and technical implementation of a feed mill on the farms and set up nutritious cover crop trials on fowl runs. Our results showed that it is possible to create a poultry feed made with local ingredients which is technically satisfying, and cheaper than an industrial feed. Building and operating this feed mill remains challenging, especially to stabilise grain supplies and breeding performance. In the first cover crop trial, the fodder showed low biomass production. This production was insufficient to cover poultry needs and recover investments. We hypothesize that low production may be explained by competition with spontaneous species and climatic conditions which negatively affected plant growth this year in Provence. However, our results also show the nutritional interest of the enriched runs... Animals ate sown plants quickly and showed a preference for them in comparison with spontaneous plants. In addition to this, the nitrogen levels of the cover crop allow us to conclude on the nutritional interest of this practice. Indeed, fodder sowing has the potential to improve technical and economic performance for poultry breeding, even though the technological itinerary must be improved.

Key words: Group of Economic and Environmental Interest (GIEE), feeding autonomy, feed mill on farm, nutritious and fodder sowing.

Remerciement

Je tiens à remercier Samantha, Manon, Elisabeth, Carole, Julia, Valérie, et Aurore, les éleveuses du groupe GIEE. Merci pour votre curiosité, pour nos échanges et votre accueil. J'admire votre engagement et votre courage. Vous défendez avec véhémence des valeurs fortes et un système alternatif qui a tellement de potentiel. J'espère que vous continuerez longtemps de mener vos barques au travers des tempêtes.

Merci à mes collègues d'Agribio84, Anne, Fausta, Emilien et Valentine pour leur accueil dans la structure et nos échanges. Je tiens en particulier à remercier Fausta pour son encadrement : merci pour ton écoute bienveillante et tes conseils de rédaction avisés. Merci également à tous les membres du Bout du cool pour m'avoir fait découvrir le réseau de l'agriculture paysanne et avec qui j'ai pu partager une belle ambiance de bureau.

Merci à Stéphane de Tourdonnet pour les échanges quant à mon stage et la rédaction du mémoire.

Merci à toute la team PVD. Quel plaisir que d'avoir partagé cette dernière année à SupAgro à vos côtés. Je ne vanterais jamais assez vos qualités de joueurs de Mølkky.

Merci aux professeurs encadrants de cette spécialisation pour la diversité des cours suivis, et pour leur bienveillance.

Je remercie également Léonie, Clément, Marion et Nathan. Merci d'exister car sans vous je n'aurais probablement jamais su apprécier la richesse lexicale et la poésie de Traficante et Clic clic pan pan. Quelle vie de rêve nous avons mené à La Villa... Une pensée toute particulière à Elise et Alfred qui ont toujours su nous surprendre.

Merci à Simon, mon poulet, pour ses conseils que j'ai parfois pris plaisir à ne pas écouter.

Merci à mon père pour ses incroyables contacts et sa réactivité. Si vous avez une question qui concerne l'agriculture n'hésitez pas à le contacter. Globalement, si vous avez n'importe quelle question concernant la vie, vous pouvez contacter mes parents, ils sont supers.

Table des matières

Résumé.....	2
Abstract	3
Remerciement	4
Liste des tableaux	8
Liste des figures	9
Sigles et acronymes	10
Introduction.....	11
1. Etat de l'art.....	12
1.1 Elevage de volailles et agriculture biologique en France et en PACA	12
1.1.1 Poules pondeuses.....	12
1.1.2 Volailles de chair.....	12
1.1.3 La réglementation bio en élevage de volailles	13
1.2 La fabrication à la ferme : de la compréhension du système digestif des volailles et de leurs besoins nutritionnels à la mise en place de l'atelier	14
1.2.1 Mécanismes de digestion et besoins alimentaires des volailles	14
1.2.2 Facteurs de variation de la consommation	15
1.2.3 La fabrication d'aliment à la ferme : mise en place et intérêt de la pratique.....	15
1.3 Le parcours : un espace aux multiples fonctions et levier de gain d'autonomie alimentaire.....	16
1.3.1 Un apport alimentaire par l'ingestion de fourrages.....	16
1.3.2 Une fréquentation et valorisation variable du parcours par les volailles	17
1.3.3 Quels aménagements des parcours permettent d'améliorer la valorisation des surfaces plein air ?.....	18
2. Contexte, problématique et démarche.....	20
3. Matériel et méthode	22
3.1 Etude prospective de mise en place d'un atelier de fabrication d'aliment à la ferme pour les poulets de chair.....	22
3.1.1 Formulation et évaluation de différentes rations alimentaires à partir de matières premières locales pour les poulets de chair	22
3.1.2 Prospection des céréaliers locaux intéressés par un partenariat avec des éleveurs de volailles et estimation du coût des rations	22
3.1.3 Dimensionnement technique et économique de la mise en place de l'atelier FAF et évaluation de son intérêt vis-à-vis de l'achat d'aliments industriels	23
3.2 Semis de couverts fourragers des parcours de volailles	24
3.2.1 Présentation du dispositif expérimental	24
3.2.1.1 Localisation des fermes et parcelles, type de production et chargement des parcours ..	24
3.2.1.2 Diagnostic des parcelles à semer	24
3.2.1.3 Mise en place du couvert fourrager : travail du sol, choix des espèces à semer et semis	25

3.2.2 Suivi agronomique du couvert	26
3.2.3 Evaluation de l'intérêt du couvert pour les volailles	27
3.2.4 Analyse statistique des données	27
3.2.5 Evaluation de l'intérêt technique et économique du semis de couverts fourragers sur les parcours.....	28
4. Résultats	29
4.1 Etude de faisabilité de mise en place d'un atelier de fabrication d'aliment à la ferme pour les poulets de chair	29
4.1.1 Intérêt nutritionnel des matières premières.....	29
4.1.2 Choix des matières premières	29
4.1.2.1 Blé et triticale pour les céréales	29
4.1.2.2 Pois chiches, pois (blanc) et soja toasté pour les légumineuses	29
4.1.2.3 Tourteau de tournesol et de colza	30
4.1.2 Formulations de rations	31
4.1.3 Plusieurs céréaliers locaux intéressés par un partenariat avec les éleveuses	32
4.1.4 Un investissement matériel conséquent mais rentable.....	32
4.2 Une réussite hétérogène des semis des couverts sur les parcelles	34
4.2.1 Résultat du suivi agronomique du couvert	34
4.2.1.1 Des parcelles agronomiquement différentes.....	34
4.2.1.2 Une hétérogénéité de production de biomasse intra-parcellaire.....	34
4.2.1.3 Une hétérogénéité de production de biomasse semée inter-parcellaire	35
4.2.1.4 Une pression des adventices forte sur la majorité des parcelles.....	36
4.2.1.5 De moins bons résultats de production de biomasse de la modalité enrichie quand elle est implantée en fond de parcelle.....	37
4.2.1.6 Croissance et production différentes selon les espèces	38
4.2.2 Résultat de l'évaluation de l'intérêt du couvert pour les volailles.....	39
4.2.2.1 Une quantité d'azote dans les prélèvements intéressante.....	39
4.2.2.2 Une consommation rapide et préférentielle pour les espèces semées.....	39
4.2.2.3 Les espèces résistantes à la pression de consommation des volailles sont des espèces aux tiges rigides et lignifiées	40
4.2.3 Une rentabilité économique de la pratique limitée du fait de la faible production de biomasse sur les parcelles	41
5. Discussion	42
5.1 La FAF en élevages avicoles paysans : viabilité économique et faisabilité technique	42
5.1.1 Pour commencer, discutons du chiffrage économique proposé	42
5.1.2 La fabrication d'aliment à la ferme, une pratique viable permettant plus d'autonomie des élevages	42
5.1.3 D'éventuelles difficultés de mise en place et pérennisation de la pratique	43

5.1.3.1 Difficultés d’approvisionnement et de stabilisation des prix.....	43
5.2.2.2 Difficultés techniques de stabilisation des performances	43
5.5.2.3 Points de vigilance d’ordre pratique	44
5.2 Le semis de couverts fourragers : intérêt économique et nutritionnels, pistes d’amélioration, et valorisation des résultats	45
5.2.1 Le semis de couverts fourragers : une capacité productive limitée. Hypothèses explicatives et pistes d’amélioration.....	45
5.2.1.1 Résultats et hypothèses explicatives.....	45
5.2.1.2 Pistes d’amélioration.....	46
5.2.2 Discussion des résultats de production des différentes espèces semées.....	46
5.2.3 Intérêt du semis pour les volailles.....	47
5.2.4 Expérimentation en milieu paysan et valorisation des résultats	48
Conclusion	49
Bibliographie.....	51
Annexes	58
Annexe 1 : Méthodologie suivi pour le test bêche sur les parcelles	58
Annexe 2 : Schéma des parcelles	60
Annexe 3 : Représentation schématique du recouvrement végétal.....	65
Annexe 4 : Coefficient d’abondance-dominance de Braun-Blanquet.....	66
Annexe 5 : Coefficient de sociabilité et représentation schématique des coefficients	67
Annexe 6 : Apport énergétique potentiel des différentes céréales.....	68
Annexe 7 : Régions de production des différentes matières premières.....	69
Annexe 8 : Intérêt nutritionnel des différentes rations formulées : tables complètes de sortie de l’outil de rationnement	72
Annexe 9 : Photo de la croûte de battance observée sur la parcelle C à proximité des trappes du poulailler.....	74
Annexe 10 : Masses sèches des prélèvements des espèces semées des modalités ‘Appétent’ et ‘Diversifié’ sur toutes les parcelles.....	75

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Comparaison des différentes normes d'élevage de poulet de chair selon le type de production. (Source : CIWF France)</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 2 : Besoins protéiques journaliers de différentes volailles et apports protéiques d'espèces fourragères (Sources : Crawley, 2015 ; Bordeaux et al. 2015)</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 3 : Résumé des informations recherchées dans le cadre du dimensionnement de l'atelier de FAF et des ressources</i>	<i>23</i>
<i>Tableau 4 : Présentation d'une partie des fermes du GIEE. (Légende : PP = Poules pondeuses, PC = Poulets de chair, PI = Pintades, VC = Volailles de chair (poulets + pintades))</i>	<i>24</i>
<i>Tableau 5 : Observations et mesures effectuées pour diagnostiquer les parcelles à semer.</i>	<i>24</i>
<i>Tableau 6 : Résumé par parcelle des interventions culturales effectuées pour le semis des couverts végétaux</i>	<i>26</i>
<i>Tableau 7 : Présentation de l'ensemble des indicateurs et méthodes suivis au cours de l'expérimentation</i>	<i>26</i>
<i>Tableau 8 : Détails chronologiques de l'organisation de l'expérimentation</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 9 : Détail des calculs pour l'évaluation de l'intérêt technique et économique du semis de couverts fourragers</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 10 : Détails de composition des 4 rations formulées. (Légende : Tt = Tourteau). (Source des prix : 1 : Prix d'achat aux producteurs des céréales bio par une coopérative spécialisée ; 2 : Données récoltées par communication avec des spécialistes ; 3 : Devis)</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 11 : Intérêt nutritionnel des différentes rations formulées et estimation du coût d'achat des MP. « MIN » et « MAX » représentent les valeurs seuils objectifs pour répondre aux besoins de production des volailles de chair</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 12 : Listing du matériel constituant une chaîne de FAF et prix des différentes machines. (Source des prix : Devis d'Electra entreprise spécialisée en FAF)</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 13 : Dimensionnement et chiffrage de chaînes FAF selon la stratégie d'investissement choisie</i>	<i>33</i>
<i>Tableau 14 : Coût de fabrication de l'aliment à la tonne et économie vis-à-vis de l'achat d'un aliment industriel. (1 Le broyeur mélangeur utilisé dans le chiffrage permet la fabrication de 1000kg d'aliment en 1 heure)</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 15 : Résultat du diagnostic agronomique réalisés sur les parcelles avant le semis</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 16 : Importance relative et comportement phytosociologique des espèces adventices les plus récurrentes dans les relevés effectués</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 17: Détails des calculs pour l'évaluation des jours d'autonomie en fourrages et du bilan économique</i>	<i>41</i>

Liste des figures

<i>Figure 1 : Schéma des composantes des aliments consommés par les animaux sur la ferme</i>	20
<i>Figure 2 : Plan des semis sur les parcelles C et EPP</i>	25
<i>Figure 3 : Apports énergétiques, protéiques et de matières grasses des 3 grandes catégories de MP utilisées en nutrition de poulets de chair. (Source : Labidalle et al. 2020)</i>	29
<i>Figure 4 : Apports potentiels en acides aminés limitants de différentes légumineuses. (Source : Labidalle et al. 2020)</i>	30
<i>Figure 5 : Apport potentiel en acides aminés limitants de différents tourteaux. (Source : Labidalle et al. 2020)</i>	30
<i>Figure 6 : Masses sèches des prélèvements des espèces semées des modalités 'Appétent' et 'Diversifié' à J+40 et J+55 pour toutes les parcelles</i>	35
<i>Figure 7 : Evolution de la masse sèche moyenne des prélèvements d'espèces semées pour les modalités 'Appétent' et 'Diversifié' pour toutes les parcelles</i>	35
<i>Figure 8 : Masses sèches des prélèvements d'espèces semées pour les modalités 'Appétent' et 'Diversifié' pour les parcelles C, EPP, S1 et V à J+100. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.</i>	35
<i>Figure 9 : Part des masses sèches des espèces adventices et semées sur les différentes parcelles pour le relevé J+55 des modalités 'Appétent', 'Diversifié' et 'Enrichi'. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.</i>	36
<i>Figure 10 : Masses sèches des prélèvements des espèces semées de la modalité 'Enrichi' selon les groupes pour différents relevés dans les zones protégées. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plot sont différentes.</i>	37
<i>Figure 11 : Masses sèches des prélèvements des espèces semées des modalités 'Appétent', 'Diversifié' et 'Enrichi' des parcelles S1 et EPP pour différentes dates de relevé. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.</i>	37
<i>Figure 12 : Taux de recouvrement total dans les zones de relevés de chaque modalité sur les parcelles S1 et EPP à J+15 et J+30. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des taux de recouvrements sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.</i>	38
<i>Figure 13 : Masses fraîches des espèces semées prélevées à J+55 et J+100 sur toutes les parcelles, toutes modalités confondues. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.</i>	39
<i>Figure 14 : Parcelle V, J+100 : Couverture végétale dans la zone protégée (à gauche) et dans la zone consommée (à droite)</i>	39
<i>Figure 15 : Masses sèches des prélèvements sur toutes les parcelles à J+75 et J+100 dans les modalités 'Appétent' et 'Diversifié' des : a) espèces semées et b) espèces adventices.</i>	40
<i>Figure 16 : Masses fraîches des espèces prélevées dans les zones consommées des modalités 'Appétent' et 'Diversifié' à J+100 sur toutes les parcelles (sauf EVC).</i>	41

Sigles et acronymes

AB : Agriculture biologique

AOP : Appellation d'origine contrôlée

ATP : Adénosine Tri Phosphate

C2 : Production en deuxième année de conversion à l'agriculture biologique

CAB : Coordination Agrobiologique des Pays de la Loire

CASDAR : Compte d'Affectation Spécial au Développement Agricole et Rural

EMAn : Energie Métabolisable Apparente à bilan Azoté nul. Données en mégajoules par kilogramme (MJ/kg)

FAF : Fabrication d'Aliment à la Ferme

FAFeur : Agriculteur faisant de la Fabrication d'Aliment à la Ferme

FEADER : Fédération Associative pour le Développement de l'Emploi Agricole et Rural

GIEE : Groupement d'Intérêt Economique et Environnemental

g, mg, kg : Grammes, Milligrammes et Kilogrammes

ha : Hectare

HT : Hors taxes

IGP : Indication Géographique Protégée

INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement

ITAB : Institut Technique de l'Agriculture Biologique

ITAVI : Institut Technique de l'AViculture

J : Jours

MAT : Matière Azotée Totale

MP : Matière Première

MS : Masse sèche

PACA : Provence Alpes Côte d'Azur

PAT : Protéines Animales Transformées

RGA : Ray Grass Anglais

Tt : Tourteau

Introduction

La charte de l'agriculture paysanne de la Fédération Associative pour le Développement de l'Emploi Agricole et Rural (FADEAR) définit son système agricole paysan comme suit : « L'agriculture paysanne permet à un maximum de paysannes et de paysans répartis sur tout le territoire de vivre décemment de leur métier, en produisant sur une exploitation à taille humaine une alimentation saine et de qualité, accessible à tous et toutes, sans remettre en cause les ressources naturelles de demain. » (FADEAR, 1998). Cette forme d'agriculture alternative au contrepied de l'agriculture dite « conventionnelle » vise à remettre les hommes et le respect de la nature au centre du système de production. Recentraliser les approvisionnements, la production et la vente à l'échelle du territoire est au cœur des préoccupations des paysans en recherche d'une plus grande autonomie de fonctionnement et économie des ressources. (FADEAR, s.d). Dans un système d'élevage avicole biologique paysan, l'autonomie alimentaire des animaux est ainsi un objectif à plus ou moins long terme.

L'autonomie alimentaire en élevage peut être définie comme « le rapport entre les aliments produits sur la ferme, et les aliments nécessaires à l'alimentation du bétail pour assurer un objectif de production et des objectifs socio-économiques (travail, coûts de production) fixés par l'éleveur » (Fages, et al. 2016). En élevage avicole, deux stratégies complémentaires, qui peuvent permettre de gagner en autonomie alimentaire, sont à étudier : la fabrication de l'aliment des volailles à la ferme et l'enrichissement des parcours pour optimiser l'exploitation des ressources fourragères disponibles.

Actuellement le système de nutrition des volailles repose principalement sur l'apport d'un aliment composé de céréales, de graines d'oléo-protéagineux, de vitamines et de minéraux, répondant aux besoins précis et spécifiques des animaux. Principalement produit par des entreprises spécialisées et importé sur les élevages, cet aliment très riche est cher. En moyenne, 60 à 65% des charges de production des élevages avicoles correspondent aux achats d'aliments et compléments. Cela en fait la charge principale des exploitations (Bernadet & Lague, 2017). Fabriquer l'aliment à la ferme peut être un moyen de gagner en autonomie alimentaire et de s'affranchir des industries spécialisées. Pratique plutôt marginale en élevage avicole paysan en région Provence Alpes Côte d'Azur (PACA) du fait de sa complexité technique, l'intérêt des éleveurs pour la fabrication d'aliments à la ferme (FAF) est pourtant très important car cette pratique peut permettre de relocaliser les approvisionnements des élevages en axant le raisonnement alimentaire sur des besoins en matières premières produites localement et de maîtriser davantage ses charges en privilégiant des achats de céréales et légumineuses en direct producteurs ou en produisant sur l'exploitation les matières nécessaires à la formulation.

Les parcours, quant à eux, ont longtemps été négligés d'un point de vue alimentaire. Mais de récentes études ont montré qu'ils peuvent représenter jusqu'à 10% de l'ingéré journalier (Brachet, 2015), et leur composition diversifiée peut permettre un apport énergétique et protéique intéressant selon les mélanges utilisés (Tufarelli et al. 2018 ; Rivera-Ferre 2007). Certaines espèces végétales ont des propriétés ou compositions pouvant être valorisées en élevage de volailles (propriétés médicinales et antiparasitaires, richesse en xanthophylles pour la coloration des jaunes d'œufs, plantes attractives pour les insectes...) (Russel & Uzureau, 2022). Enrichir les parcours est donc un moyen de compléter l'apport alimentaire des volailles, ce qui peut être particulièrement intéressant en association avec une fabrication d'aliment à la ferme, qui ne permet pas toujours de couvrir tous les besoins en protéines.

En région PACA, la plupart des élevages de volailles bio sont des élevages paysans (AgenceBio, s.d). Dans une dynamique de recherche d'autonomie explicitée plus haut, 5 éleveuses du Vaucluse et des Bouches du Rhône ont décidé de se réunir et de bénéficier de l'accompagnement d'Agribio84, en créant en 2019, un Groupement d'Intérêt Economique et Environnemental (GIEE) pour travailler sur les problématiques suivantes : « Comment améliorer l'autonomie et les performances économiques, environnementales et sociales des exploitations de volailles sur le territoire ? Comment améliorer la maîtrise des intrants sur

ces fermes ? ». Elles avaient, entre autres, pour intérêt de travailler sur l'alimentation des volailles, ou comment gagner en autonomie et baisser le coût de cet approvisionnement ; et sur l'amélioration des parcours des animaux. Ce stage et ce mémoire cherchent donc à répondre aux besoins d'informations techniques et économiques formulés par les éleveuses.

Notre travail contribue à l'accompagnement des éleveuses du GIEE vers plus d'autonomie alimentaire par la création de références technico-économiques. Nous avons cherché à évaluer si la mise en place d'une fabrique d'aliment sur la ferme et le semis de couverts fourragers nutritifs, leviers d'amélioration de l'autonomie alimentaire sur les fermes, sont possibles et peuvent permettre une amélioration des connaissances techniques des éleveuses et des performances économiques de l'élevage. Dans un premier temps, nous allons chercher à savoir s'il est possible de créer un aliment local, techniquement satisfaisant, et moins cher qu'un aliment industriel. Dans un deuxième temps, nous avons évalué s'il y avait un intérêt alimentaire, et économique à enrichir les parcours avec des mélanges fourragers.

Ce mémoire présentera dans un premier temps un état de l'art sur la filière poule pondeuse et volailles de chair françaises, sur l'alimentation des volailles et la FAF, et sur l'intérêt et les aménagements des parcours. Nous détaillerons ensuite le contexte du stage et la problématique avant de décrire le matériel et les méthodes utilisées pour répondre à la problématique. Enfin, nous présenterons les résultats obtenus, et discuterons de ces résultats et de la méthode suivie.

1. Etat de l'art

1.1 Elevage de volailles et agriculture biologique en France et en PACA

1.1.1 Poules pondeuses

La France est le premier producteur européen d'œufs de consommation avec près de 15 milliards d'œufs produits en 2020. (FranceAgriMer, 2022a) Ces dernières années ont été marquées par une transition importante des systèmes de production : si en 2001 seuls 15% du cheptel pondeuses était conduit en système dit « alternatif » (élevage biologique, label rouge au sol ou plein air), en 2020 il représentait 64% du cheptel pondeuses. La conversion en agriculture biologique a notamment été importante puisqu'en 5 ans la part des poules pondeuses élevées selon le cahier des charges biologique en France est passé de 8% (2015) à 16% (2020) du cheptel national (Œuf info, s.d).

La Bretagne est la première région productrice de France, en œufs conventionnels et œufs bio. La région Provence Alpes Côte d'Azur (PACA) est la 6^{ème} région (sur 11 en France Métropolitaine) possédant le plus grand nombre d'exploitations de poules pondeuses bio mais l'avant dernière région en termes de cheptel, derrière l'Île de France. Cela semble traduire une taille des exploitations et des cheptels associés plutôt faible. A noter qu'en PACA, le nombre de têtes de poules pondeuses certifiées bio a augmenté de 51% entre 2019 et 2020. Le Vaucluse est le département qui possède le deuxième plus grand cheptel de poules pondeuses bio en PACA (21 640 têtes) (Agence Bio, s.d).

1.1.2 Volailles de chair

La France est le 3^{ème} pays producteur de volailles de chair de l'Union Européenne, derrière la Pologne et l'Espagne. On inclut sous le terme volailles de chair différentes productions, la principale production en nombre de têtes est le poulet de chair, viennent ensuite les dindes, et les canards gras et à rôti, et enfin les pintades et les « volailles de Noël » (pouillardes, chapons, oies...) (FranceAgriMer, 2022b).

67 % du cheptel de poulet de chair correspond à des poulets standards et certifiés, on retrouve ensuite 15% des volumes de poulets abattus sous cahier des charges Label Rouge, et 10 % commercialisés sous

divers signes de qualité (AB, AOP, IGP...). (FranceAgriMer, 2022b). La part des élevages de poulets de chair alternatifs et de qualité est donc bien inférieure à celle des élevages de poules pondeuses.

Les deux premières régions productrices de poulets de chair biologiques sont les Pays de la Loire et la Nouvelle Aquitaine qui concentrent 65% du cheptel poulet bio français en 2020. Ces exploitations élèvent en moyenne 19 000 poulets par an. La région PACA est la région la moins productrice de poulet bio en France, ses 26 exploitations élèvent en moyenne 2000 poulets par an, le Vaucluse étant le premier département producteur de poulet de chair de la région (Agence Bio, s.d).

1.1.3 La réglementation bio en élevage de volailles

Le cahier des charges bio, en plus de réglementer l'origine des poussins, et les traitements sanitaires, a mis en place de nombreuses règles concernant l'alimentation des volailles, les conditions d'élevage et le bien-être animal.

Concernant l'alimentation, la ration alimentaire doit désormais être constituée à 100% de matières premières biologiques. En effet, auparavant il était possible d'ajouter aux formulations jusqu'à 5 % de matières premières issues de l'agriculture conventionnelle, sous forme de concentrés protéiques (gluten de maïs, protéines de pommes de terre, tourteaux...), mais cette dérogation a pris fin en 2017. Toutefois, il reste possible d'incorporer dans l'aliment jusqu'à 30% de matières premières en 2^{ème} année de conversion bio (C2) si elles sont achetées en extérieur de la ferme et jusqu'à 100% si elles sont autoproduites. (Chambre d'agriculture de Bretagne, 2018). Certains complémentaires vitamines et minéraux sont autorisés et listés dans l'annexe VI du règlement européen N°889/2008 (Bordeaux, et al. 2015). Des matières premières d'origines animales sont également autorisées comme les huiles et farines de poisson, la farine de moules (issues de pêche durable), et plus récemment les protéines animales transformées (PAT) d'origine porcines, et les PAT d'insectes (Crawley, 2015b). Enfin, du fourrage grossier, frais ou sec, doit être ajouté à la ration, notamment via l'usage des parcours.

Concernant la conduite de l'élevage, pour les poules pondeuses bio, il n'y a pas de limite de taille d'élevage mais il ne peut y avoir plus de 3000 poules pondeuses par compartiment de bâtiment, les bâtiments doivent contenir au maximum 6 poules par mètre carré. Les poules doivent pouvoir passer au minimum 1/3 de leur vie en extérieur, et concernant les parcours, en bâtiment fixe, ils doivent être dimensionnés de sorte à ce que chaque poule ait accès au minimum à 4 mètres carrés (Chambre d'agriculture des Hautes Alpes, 2020).

La réglementation des élevages de poulets de chair labellisés (Label Rouge, AB) est bien différente de celle des élevages de poulets standards. C'est en élevage bio que l'on retrouve des normes de densités les plus faibles : 10 poulets par m² au maximum dans les bâtiments et 4m² disponibles par poulet sur les parcours (contre 20 à 25 poulets par m² dans les poulaillers de poulets standards, sans accès à l'extérieur). L'âge d'abattage et la souche de la volaille sont également contrôlés garantissant une qualité organoleptique des produits (Table 1).

Tableau 1 : Comparaison des différentes normes d'élevage de poulet de chair selon le type de production. (Source : CIWF France)

	Poulet standard	Poulet Label Rouge	Poulet AB
Souche	Croissance rapide	Rustique à croissance lente	Rustique à croissance lente
Age d'abattage	35 à 40 jours	81 jours minimum	81 jours minimum
Taille du poulailler	Pas de norme	400 m ² maximum	480 m ² maximum
Densité poulailler	20 à 25 poulets par m ²	11 poulets/m ² maximum	10 poulets/m ² maximum
Espace en plein air	Aucun	2 à 4m ² /poulet	4 m ² par poulet

Que ce soit donc en élevage de poules pondeuses ou de volailles de chair en agriculture biologique, les animaux doivent avoir un accès à l'extérieur, l'aménagement et l'intérêt de ces parcours est largement documenté par la recherche nous allons nous y intéresser.

1.2 La fabrication à la ferme : de la compréhension du système digestif des volailles et de leurs besoins nutritionnels à la mise en place de l'atelier

1.2.1 Mécanismes de digestion et besoins alimentaires des volailles

Les volailles sont des oiseaux monogastriques. La digestion des aliments est à la fois chimique et mécanique et se déroule en plusieurs temps. L'aliment est ingéré par le bec, sans mastication, avant d'être stocké dans le jabot (poche extensible dans l'œsophage). Ensuite le proventricule permet une première digestion chimique par sécrétion acide de l'ingéré, puis le gésier, par de puissantes contraction contribue mécaniquement à la digestion. La dernière digestion chimique et solubilisation des nutriments se déroule dans l'intestin grêle par l'action des sucs pancréatiques et biliaires puis dans les caeca contenant des bactéries fermentaires. Urines et fientes sont excrétés ensemble par le cloaque. Bien que les étapes de digestion soient nombreuses l'ensemble des nutriments ingérés n'est pas exploité. La digestibilité d'un aliment correspond à sa capacité à être correctement digéré, à laisser le moins de résidus dans les selles. La digestibilité d'une matière première dépend de l'animal (souche, âge), de la composition de l'aliment (présence ou non de facteurs antinutritionnels, ce sont des composés qui interfèrent avec l'absorption des nutriments comme par exemple les tanins), et du traitement qu'a pu subir la matière (par exemple, faire chauffer les graines de soja permet de dénaturer certains facteurs antinutritionnels, et d'améliorer leurs digestibilités). Ces notions de facteurs antinutritionnels et de digestibilité conditionnent les taux maximums d'incorporation d'une matière première dans l'alimentation et la quantité d'énergie ou d'acides aminés réellement apportés par cette matière pour l'animal. C'est deux facteurs sont indispensables à connaître pour travailler les formulations des rations.

En élevage, le besoin nutritionnel des animaux correspond au cumul des besoins d'entretien, de croissance et de production. Les besoins d'entretien sont l'ensemble des besoins nécessaires au métabolisme de base, au maintien de la température du corps et à l'activité physique de l'animal. Les besoins de croissance sont ceux spécifiques à la période de croissance durant laquelle la taille et le poids de l'individu est en augmentation quotidienne. Enfin, les besoins de production varient selon les objectifs de production (quantité, qualité, coût...). Ainsi en élevage de volailles, pour couvrir les besoins des animaux, des recommandations nutritionnelles sont disponibles pour chaque souche d'élevage selon les objectifs de production et le stade de croissance du lot.

La volaille comme tout animal a des besoins énergétiques, protéiques et minéraux. Les besoins énergétiques sont alimentés par deux sources : l'amidon et les matières grasses, tous deux métabolisés pour produire de l'adénosine triphosphate (ATP). En volailles c'est l'énergie métabolisable qui est utilisée pour raisonner la nutrition, et plus précisément l'énergie métabolisable apparente à bilan azotée nul (EMAn). Les besoins en protéines, et plus particulièrement en acides aminés nécessaires à la protéosynthèse (c'est-à-dire la synthèse de protéines nécessaires au fonctionnement de l'organisme et à la production), sont très importants à raisonner en nutrition avicole. Le métabolisme des volailles ne permet pas de synthétiser certains acides aminés qui doivent donc nécessairement être apportés par l'alimentation. On parle d'acides aminés essentiels. En volailles, il y a 4 acides aminés limitants qui sont par ordre décroissant d'importance : la Méthionine, la Lysine, la Thréonine et le Tryptophane. Enfin, les volailles ont également des besoins en minéraux, oligo-éléments et vitamines. Pour les formulations, on s'intéresse en particulier au sodium, au calcium et au phosphore. Le sodium et le calcium doivent très souvent être complémentés. En effet, les céréales ou tourteaux sont très pauvres en sodium ne permettant pas de combler les besoins des animaux. Le calcium, quant à lui, en plus de jouer un rôle dans

la régulation de nombreuses fonctions cellulaires, est nécessaire à la croissance des animaux et à la fabrication de la coquille des œufs (Larbier & Leclercq, 1991).

1.2.2 Facteurs de variation de la consommation

La composition et la granulométrie de l'aliment ont un impact sur la consommation des volailles et sont donc importantes à maîtriser dans le cadre de la conduite de l'alimentation.

L'aliment industriel des volailles est présenté au choix sous 3 formes : en farine, en miettes, ou en granulés. La vitesse de consommation et l'efficacité de l'ingestion dépendent de l'environnement et des caractéristiques physiques de l'aliment proposé (taille, dureté des particules). Dans un environnement stable, plus la taille des particules est fine et moins la consommation est rapide (Picard & Faure 1997). De même plus la particule est dure et plus elle sera consommée rapidement (Picard, et al. 1997). En plus de la vitesse de préhension, il a été démontré que les volailles ont une préférence pour les particules de grande taille (Picard, et al. 2000). Il est important de chercher à obtenir un aliment à la granulométrie globalement homogène car par exemple chez la poule pondeuse, une étude a montré que dans un système d'élevage industriel, les plus grosses particules de l'aliment sont consommées en premier tandis que les particules les plus fines seront prélevées en dernier (Rousselle & Rudeaux, 1994). Cette différence de consommation peut induire des carences en cas de refus des particules fines contenant très souvent les compléments (minéraux, oligoéléments...). De plus, pour les volailles de chair en croissance, donc dont la forme et la dimension du bec change il est important de varier la granulométrie pour s'adapter à la capacité de préhension de l'animal. En cas de changement de granulométrie, les volailles réagissent presque instantanément et une diminution de la consommation est observée le temps de l'adaptation de l'animal à son nouvel aliment (cette période d'adaptation peut durer plusieurs heures à plusieurs jours) (Nir, et al. 1990).

Chez tous les animaux monogastriques, le niveau de consommation est déterminé par la satisfaction du besoin énergétique. Cela est particulièrement vrai chez les poules pondeuses aux œufs blancs. Cependant pour les pondeuses aux œufs bruns, cet effet est moins vérifié. En effet, elles semblent consommer d'autant plus que l'aliment à disposition est énergétique et leur poids vif important. De même cette régulation homéostatique semble limitée chez les poulets de chair (Blum, et al. 1989).

Des déséquilibres en acides aminés ou en oligoéléments et vitamines influenceront l'appétit des volailles. Une carence ou un excès d'acides aminés essentiels (carence en tryptophane, ou excès de leucine notamment) pourront entraîner une diminution de l'appétit. De même, les carences en vitamines chez les animaux en croissance, ou en minéraux (Sodium, Chlore, Calcium) chez les jeunes et les adultes entraîneront une baisse de l'appétit (Bordeaux, et al. 2015).

Enfin, l'appétence des aliments a également un rôle dans le mode de consommation des animaux. Les aliments pauvres en protéines sont plus appétents pour les volailles. L'amertume de certains aliments, du fait de leur teneur en facteurs antinutritionnels, diminuera l'appétence de la ration et l'appétit des animaux. Un stockage des matières premières dans de mauvaises conditions (manque d'aération, trop peu de séchage...) favorise le développement de mycotoxines. Ces toxines produites par certaines espèces fongiques modifient l'appétence de l'aliment et ainsi sa consommation par les animaux (Bordeaux, et al. 2015).

1.2.3 La fabrication d'aliment à la ferme : mise en place et intérêt de la pratique

Mettre en place un atelier de fabrication d'aliment à la ferme consiste à investir dans du matériel de stockage et de fabrication afin de produire un aliment répondant à l'ensemble des besoins énergétiques, protéiques, et de minéraux des volailles. Pour formuler une ration il est important de se renseigner sur

les caractéristiques nutritionnelles et compositions chimiques des différentes matières premières pour doser chaque matière et les associer pour former un aliment complet.

Fabriquer son aliment constitue ainsi une montée en compétence de l'éleveur car mettre en place cet atelier nécessite des connaissances fines du mécanisme digestif des volailles, de leurs besoins nutritionnels et des apports des différentes céréales... Mais au-delà de l'aspect purement nutritionnel, devenir un éleveur FAFeur c'est également maîtriser le stockage et la conservation des matières premières, et éventuellement leur production. Il s'agit donc d'un investissement, premièrement économique pour mettre en place l'atelier et éventuellement acheter ou louer des terres et les cultiver, technique pour l'acquisition de nouvelles compétences et de temps puisqu'il faut prévoir du nouveau temps d'astreinte pour la recherche de fournisseurs, la réception et/ou la production des différentes matières premières, leur surveillance et la fabrication de l'aliment complet (Bordeaux, et al. 2015).

Au vu de ces nouvelles contraintes il est intéressant de se demander quelles sont les motivations des éleveurs à se convertir à la FAF. Une enquête a interrogé 28 éleveurs de volailles dans le cadre du projet AviAlim Bio sur leur pratique de FAF et sur leurs motivations. Les réponses vont dans le sens d'une motivation d'ordre moral, avec une recherche de cohérence quant à leur mode de production (AB) et d'autonomie, et d'ordre économique et de sécurisation des approvisionnements (Pattier & Uzureau, 2014). En effet, comme nous avons déjà pu l'évoquer précédemment, en moyenne, 60 à 65% des charges de production des élevages avicoles correspondent aux achats d'aliments et compléments (Bernadet & Lague, 2017). Ces deux dernières années la France et l'Europe connaissent une hausse très importante du prix de l'aliment des animaux d'élevage. Entre juin 2021 et juin 2022, le prix de l'aliment a augmenté de 40,6% en poulet standard et 42.2% en poulet Label Rouge (aliment non OGM). En cause notamment : la hausse du prix du blé conventionnel de 73.9% entre 2021 et 2022 (hors transport) ou encore du maïs (+43.7%) et des tourteaux (+18.4% pour le tourteau de soja non OGM, +40.2% pour le tourteau de tournesol, +34.9% pour le tourteau de colza) (ITAVI, 2022a). En ce qui concerne l'aliment bio pour les poules pondeuses, son prix moyen a augmenté en moyenne de 35% entre 2020 et 2022 avec une augmentation très nette des coûts dès le premier trimestre 2022 (ITAVI, 2022b). Face à une telle augmentation, produire soi-même ses matières premières ou travailler en direct avec des producteurs locaux semblent être des manières de maîtriser davantage ses charges. Dans la pratique, peu d'études économiques récentes ont été réalisées en volailles sur l'intérêt économique de la FAF. Dans l'enquête du projet AviAlim Bio, 50% des éleveurs citent comme plus-value de la FAF le gain économique (Pattier & Uzureau, 2014).

1.3 Le parcours : un espace aux multiples fonctions et levier de gain d'autonomie alimentaire

1.3.1 Un apport alimentaire par l'ingestion de fourrages

Depuis 2019, les élevages biologiques doivent fournir à leurs volailles une alimentation 100% AB. Cela constitue une difficulté pour les éleveurs car il s'agit ici de réussir à combler les besoins en protéines des volailles et notamment en acides aminés essentiels : lysine, méthionine et cystine. Ces acides aminés doivent obligatoirement être apportés par l'alimentation car les volailles ne peuvent pas le synthétiser par leur métabolisme. Optimiser l'usage du parcours par les volailles et sa composition floristique peuvent aider les éleveurs à tendre vers une alimentation 100% biologique. En effet, on peut considérer les parcours comme des ressources alimentaire pouvant compléter les rations alimentaires distribuées (Moerman, 2019).

Une étude menée en 2015 montre que le poulet de chair peut ingérer entre 0,2 et 15,4 g de masse sèche de fourrages par jour. Ainsi, au maximum un poulet peut prélever 10% de son alimentation en fourrages sur les parcours. Le niveau d'ingestion varie cependant selon la saison (lorsque les températures sont

trop extrêmes les volailles ont tendance à rester à l'abri), la composition du couvert et son niveau de dégradation, et l'équilibre de la ration (Brachet 2015).

Les fourrages peuvent entre autres apporter des vitamines et des minéraux aux volailles. A titre d'exemple, le calcium généralement apporté dans l'alimentation par du calcaire ou de la coquille d'huître est hautement biodisponible dans des légumineuses telles que la luzerne. Les poulets de chair tirent 7% de leurs besoins en protéines du parcours avec des fourrages dans lesquels les acides aminés (méthionine et lysine) sont facilement utilisables grâce au fonctionnement du système digestif des volailles (Tufarelli et al. 2018). Bien que pauvres en énergie, les fourrages contribuent aux besoins énergétiques des volailles. Une étude a montré que pour des volailles élevées en pâturage, les fourrages permettent de couvrir 3% de leurs besoins énergétiques (Rivera-Ferre 2007).

Certaines études relèvent cependant des troubles pouvant subvenir avec la consommation de fourrages. On notera notamment la dilution des nutriments (par l'utilisation de fourrages moins concentrés en nutriments que l'aliment distribué), le déséquilibre de la balance électrolytique alimentaire (c'est-à-dire l'équilibre acido-basique de l'organisme, influençant le métabolisme des volailles) et une surcharge du tractus gastro-intestinal (composé de l'estomac, l'intestin grêle et le gros intestin) (Singh et Cowieson 2013).

1.3.2 Une fréquentation et valorisation variable du parcours par les volailles

Nous nous sommes intéressés jusqu'à présent aux différentes fonctions que peuvent remplir les parcours en termes d'apports alimentaires et d'amélioration du bien-être animal, mais pour que ces fonctions soient remplies encore faut-il que les volailles sortent sur ces parcelles. Certains articles ont montré qu'en moyenne sur toute la journée entre 15 à 22% des poulets sont présents en extérieur. Mais si certains individus ne sortent jamais d'autres explorent leurs parcours pendant presque 75% de leur temps (Stadig, et al. 2014 ; Singh & Cowieson 2013). Un autre groupe de recherche a quant à lui mesuré que 75% des individus sortent sur les parcours entre 3 et 5 fois par jour pour une durée moyenne d'une demi-heure (Chapuis, et al. 2011). Il semblerait ainsi que la prospection des parcours varie grandement selon les élevages. Mais quels facteurs influencent cette fréquentation ?

Un des premiers facteurs est l'âge des animaux. En effet, plus les animaux grandissent et plus le temps qu'il passent sur le parcours augmente (Almeida, et al. 2012). Avec le temps, les oiseaux acquièrent confiance et connaissent davantage leur environnement, ils restent alors en extérieur plus longtemps et prospectent une plus grande surface. La différence est par exemple notable en comparant le comportement exploratoire des poules pondeuses (réformées entre 1 an et 2 ans de production) et des poulets de chair (abattu après 90 à 120 jours d'élevage). Une enquête réalisée en 2018 a mis en lumière qu'une sortie plus précoce des jeunes poulets de chairs permettait de favoriser le comportement exploratoire futur des animaux sans impacter leur santé (Experton, et al. 2018). Il semble donc que plus les animaux sont en contact avec l'extérieur et plus la valorisation des parcours pourra être intéressante.

Les conditions climatiques impactent également la fréquentation des parcours. Cette variabilité a été analysée à l'échelle quotidienne et saisonnière. Un essai a montré que les volailles prospectent les parcours essentiellement en début de matinée (45% des animaux) et en fin de journée (29%). Au milieu de la journée les animaux montrent plutôt des comportements de repos et bains de poussières (Sossidou, et al. 2015). Une autre étude menée en Australie a analysé les déplacements des poulets sur le parcours et a montré qu'environ 30% des animaux sortent sur les parcours en hiver contre 80% en été (Taylor, et al. 2017). L'ingestion herbacée est alors plus importante en été qu'en hiver. En lien avec les deux points précédents, la température et l'ensoleillement ont un impact sur le comportement prospectif des animaux. La température de confort des Gallus gallus adulte est comprise entre 15 et 25°C. Au-delà de ces températures une partie de l'énergie des animaux est utilisée pour la régulation thermique au

détriment de la production (Nayet, 2022). Concernant l'exposition au soleil, il a été montré que les zones les plus exposées sont souvent délaissées au profit des zones d'ombre (Decruyenaere, et al. 2016).

Enfin, des facteurs liés aux modes d'élevages ont un impact sur le comportement de sortie des animaux. Une étude menée sur des poules pondeuses a montré que dans des bandes de 500 poules pondeuses, 42% d'entre elles sortaient sur le parcours contre 5% pour des bandes de 2500 poules (Bestman & Wagenaar, 2003). Il y a donc un effet significatif de la taille des bandes sur la prospection du parcours. Plus le nombre d'individus est important et plus la proportion d'animaux sortant sur le parcours est faible. La génétique et le sexe jouent également sur le comportement des oiseaux. Les poulets de chair à croissance rapide sont moins actifs et sortent moins que ceux à croissance lente (Stadig, et al. 2014). La sortie des mâles sur les parcours est également significativement plus importante que celle des femelles (Chapuis, et al. 2011). Enfin, la qualité de la ration distribuée va influencer la quantité d'aliments fourragers ingérés. Un aliment moins riche en protéine qui ne couvre pas correctement les besoins des animaux favorise leur sortie sur les parcours (Brachet 2015).

1.3.3 Quels aménagements des parcours permettent d'améliorer la valorisation des surfaces plein air ?

L'ancêtre des poules et poulets d'élevage est le *Gallus gallus* un oiseau des forêts. De cet ancêtre les Gallinacées ont gardé son attrait pour les abris et les parcours couverts sécurisants (Lubac 2014). Ces dernières années de nombreux travaux ont été menés pour identifier les aménagements forestiers favorisant la sortie des animaux et le bien-être animal. Une étude s'est intéressée au taux de sortie des volailles en comparant 3 aménagements de parcours : une prairie engazonnée non arborée, un parcours enrichi avec du sorgho et un parcours enrichi d'oliviers. Il a été montré que c'est dans la modalité enrichie par des arbres que la sortie des volailles était la plus importante (Dal Bosco, et al. 2014). D'autres études confirment l'importance des aménagements forestiers, favorisant le nombre d'individus en extérieur et leur dispersion (Singh et Cowieson 2013), effet d'autant plus fort que le nombre d'arbres est important (Dawkins, et al. 2003).

Encourager la sortie des volailles peut également passer par un enrichissement de la composition fourragère en proposant aux animaux un couvert diversifié et protéique. Une étude a montré qu'une composition enrichie du couvert végétal dans les parcours était le meilleur moyen de faire sortir les animaux (suivi de l'effet des haies brise-vents et de l'ombre) (Spencer 2013). Actuellement, la majorité des parcours de volailles sont couverts de graminées (Almeida, et al 2012) pourtant la composition et la qualité du couvert sont essentielles car elles ont une influence significative sur le prélèvement alimentaire des volailles sur le parcours. En effet, l'intérêt nutritionnel est certain du fait de l'apport protéique, vitaminique ou énergétique des fourrages mais une diversification des espèces présentes permet également d'attirer une diversité d'insectes pouvant attirer les volailles et compléter les ressources alimentaires du parcours (Westaway, 2017).

Le choix des variétés à semer dans les parcours repose sur un compromis entre intérêt nutritionnel (appétence, richesse azotée des espèces) et intérêt agronomique en mettant en place des mélanges résistants au pâturage des volailles, et dont les espèces sont sociables pour favoriser le mélange.

Un essai mené à l'INRAE de Magneraud a étudié « l'impact de la mise à disposition d'un parcours riche en biomasse et en protéines sur les performances zootechniques du poulet de chair, son intérêt vis-à-vis des plantes et son comportement d'exploration ». Ils ont testé différentes modalités de couverts en semant des espèces en pur et des espèces en mélange. Le choix des espèces reposait sur 2 critères principaux : la richesse en protéine notamment en ce qui concerne les légumineuses (luzerne, lotier, trèfle blanc et trèfle violet), et le port du végétal (ras ou dressé) pour obtenir une diversité de hauteur et recouvrement (Fétuque élevée, Ray Grass Anglais, Chicorée). Dans les parcours semés en pur, la consommation des différentes espèces était hétérogène. Certaines espèces ont été analysées comme

plus appétentes car elles ont été consommées en plus grande quantité, plus rapidement. Ainsi en classant par ordre décroissant d'appétence en pur les espèces semées, on retrouve en premier la luzerne et la chicorée, viennent ensuite les trèfles blancs, trèfles violets (avec une préférence pour le trèfle blanc) et le Ray Grass Anglais (RGA), et enfin les espèces les moins appétentes sont la fétuque et le lotier. Cette différence d'appétence et consommation est effacée lorsque les différentes espèces étaient mélangées, puisque dans les modalités où 2 ou de multiples espèces étaient semées en mélange, la consommation des couverts était homogène sans tri particulier. Le nombre d'individus présents sur le parcours n'était pas impacté significativement par le type de mélange ou d'espèces en pur semées. Cependant il a été observé que les animaux sortaient plus facilement en période de forte chaleur si le parcours fournit un couvert haut (avec la chicorée ou la fétuque élevée). Enfin, le type de couvert végétal n'a pas eu d'influence sur les performances de rendement à la découpe ou le Gain Moyen Quotidien par lot (GMQ), mais les volailles pâturant sur les parcours enrichis présentaient un indice de consommation significativement plus faible que ceux pâturant une prairie de graminées spontanée (Brachet & Germain 2019).

Au niveau nutritionnel, les teneurs en protéines et acides aminés essentiels présents dans les espèces semées sont détaillées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Besoins protéiques journaliers de différentes volailles et apports protéiques d'espèces fourragères (Sources : Crawley, 2015 ; Bordeaux et al. 2015)

Besoins protéiques des volailles				
Volaille	Besoin en protéines (% de l'ingéré)	Besoin en Lysine (% de l'ingéré)	Besoin en Méthionine (% de l'ingéré)	Ingestion journalière (gMS)
Poule pondeuse	15%	0.7%	0.3%	125
Poulet en croissance (3-6 semaines)	20%	1%	0.38%	75 – 85
Poulet en finition (6-8 semaines)	18%	0.85%	0.32%	120
Apports protéiques des espèces fourragères				
Espèce(s)	Teneur en protéine (%MS)	Teneur en Lysine (%MS)	Teneur en Méthionine (%MS)	Quantité ingérable (gMS/jour)
Graminée + Trèfle blanc	20 – 24%	0.99%	0.3%	10 - 30
Luzerne	15.4 – 24%	1.15%	0.27%	NC
Chicorée	Jusqu'à 30%	1.21%	0.4%	20 - 60

La chicorée semble être l'espèce fourragère non spontanée la plus intéressante en termes de valeur protéique, cependant sa teneur en acide aminés varie selon l'âge de la plante, la variété et la partie de la plante analysée (feuille, ou tige).

Outre l'aspect nutritionnel, certaines espèces peuvent être intéressantes pour attirer des insectes ou pour leur caractère médicinal. Le sainfoin par exemple est une espèce très appétente et hautement fréquentée par des insectes pollinisateurs (ce qui peut attirer les volailles), mais dont le port haut limitera le becquetage (Charpiot et al. 2014). Le fenugrec est une légumineuse annuelle, très appétente pour les volailles, dont les vertus antiparasitaires ont été mise en évidence in vitro sur un trématode parasite de la chèvre (*Gastrothylax crumenifer*) (Swarnakar et al., 2014). Connu pour ses vertus antiparasitaires, un essai sur l'effet du fenugrec comme anticoccidien sur poussin a été mené dans le cadre du projet CASDAR SYNERGIES. Ils ont comparé les performances zootechniques d'un lot vacciné et d'un lot non vacciné élevé sur un parcours enrichi en fenugrec, aucun effet significatif de la vaccination n'a pu être mis en évidence laissant supposer un effet anticoccidien de cette légumineuse (Russel & Uzureau, 2022).

2. Contexte, problématique et démarche

Agribio84 est une association créée en 1992 qui rassemble les agriculteurs bio du Vaucluse. Elle a pour but de développer et de promouvoir l'agriculture biologique du département. On retrouve par exemple, parmi ses missions, la structuration de filière, la diffusion d'informations techniques et l'accompagnement de projets individuels ou collectifs. C'est dans cette dynamique d'accompagnement collectif qu'une conseillère d'Agribio84 accompagne depuis 2019 les éleveuses du GIEE Volailles sur leurs problématiques d'amélioration de l'autonomie des fermes et de leurs performances économiques, environnementales et sociales.

L'objectif de ce stage s'inscrit dans la continuité du travail développé par le groupe et son animatrice et consiste à proposer et évaluer des solutions concrètes d'amélioration de l'autonomie alimentaire des élevages avicoles. L'autonomie alimentaire se calcule comme suit (Fages, et al. 2016) :

$$\text{Autonomie alimentaire (\%)} = \frac{\text{Aliments consommés PRODUITS sur la ferme}}{\text{Aliments CONSOMMÉS}}$$

Diverses ressources alimentaires existent en élevage avicole. Parmi elles, les fourrages du parcours et les céréales peuvent par exemple être produites sur la ferme (Figure 1). Pourtant, actuellement le système d'alimentation des élevages du groupe GIEE, repose essentiellement sur l'achat d'un aliment bio complet fabriqué par des industries spécialisées. Ce système est remis en question par les éleveuses en raison du coût élevé de l'aliment industriel et de leur manque de contrôle sur les charges d'alimentation.

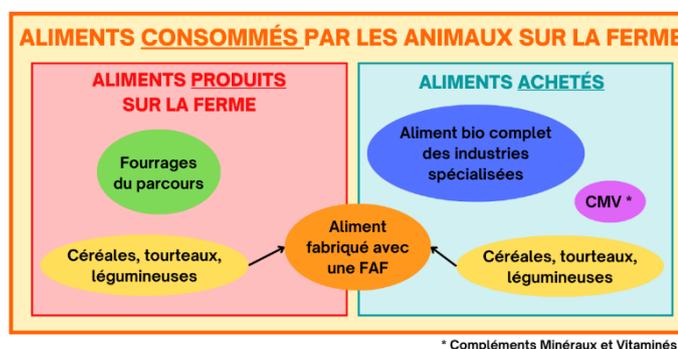


Figure 1 : Schéma des composantes des aliments consommés par les animaux sur la ferme

Dans un cadre, où les éleveuses ne possèdent pas les surfaces suffisantes pour pouvoir cultiver leurs propres céréales, quels leviers peuvent être mis en place pour améliorer leur autonomie alimentaire ? Le premier est d'améliorer la production de fourrages sur les parcours et valoriser davantage ces surfaces. Le second est de réduire la dépendance aux industries spécialisées. De nombreux céréaliers produisent dans le département et les zones limitrophes, une grande diversité de matières premières pouvant être utilisées dans les rations des animaux. Fabriquer l'aliment des volailles sur la ferme en recentralisant les approvisionnements à l'échelle du territoire permettrait aux éleveuses de maîtriser davantage leurs charges d'alimentation, de maintenir un lien au sol réellement local et d'améliorer leur autonomie (Roinsard 2013).

Ainsi, pour accompagner au mieux les éleveuses, nous avons cherché à créer des références techniques et économiques pour répondre à la problématique suivante : Mettre en place des pratiques innovantes pour améliorer l'autonomie alimentaire des élevages avicoles paysans biologiques : Quelle faisabilité ? Quel impact technique sur la qualité de l'alimentation des volailles ? Quel intérêt économique ?

2 sous-questions structurent cette étude :

1. Est-il possible de fabriquer un aliment local, techniquement satisfaisant, et moins cher qu'un aliment industriel ?
2. Il y a-t-il intérêt alimentaire, et économique à enrichir des parcours avec des mélanges fourragers nutritifs ?

Pour répondre à la première question nous avons prospecté les productions céréalières de la région PACA et des départements limitrophes pour établir des rations équilibrées et locales en évaluant leur capacité à répondre aux besoins alimentaires des volailles. Puis, nous nous sommes intéressés au matériel de stockage et de production, en proposant différents types d'installation afin de chiffrer le montant de l'investissement nécessaire. Pour cette partie de l'étude, des éleveurs fafeurs et des techniciens commerciaux spécialisés en FAF ont été enquêtés. Enfin, toutes les données recueillies ont été réunies afin de conclure quant à l'intérêt technique et économique de la mise en place de la pratique.

Pour le second axe de travail, après un travail bibliographique nous avons sélectionné les espèces fourragères les plus intéressantes et adaptées à nos conditions et besoins. 3 mélanges d'espèces ont constitué les modalités d'étude et ont été semés sur les parcelles des éleveuses du groupe. Un suivi de la production de biomasse, de la composition floristique et de la consommation par les volailles a été mené afin de déterminer l'intérêt du semis dans la cadre d'une démarche d'amélioration de l'autonomie alimentaire des élevages. Nous avons essayé de déterminer les espèces les plus appréciées et adaptées aux conditions pédoclimatiques de la région et à la pression de consommation des volailles. Nous avons également cherché à identifier les principales difficultés et limites de la pratique afin d'améliorer l'itinéraire technique de semis à l'avenir.

3. Matériel et méthode

3.1 Etude prospective de mise en place d'un atelier de fabrication d'aliment à la ferme pour les poulets de chair

Dans le cadre de cette étude prospective nous avons fait le choix de nous concentrer uniquement sur la fabrication d'un aliment de croissance pour les poulets de chair. Ce choix a été fait en raison des volumes d'aliments distribués (en moyenne les éleveuses du groupe élèvent 4000 volailles de chair par an et 800 pondeuses), et de la facilité technique. Il est plus simple de formuler une ration pour les poulets de chair que pour les poules pondeuses. En dehors de la phase de démarrage, plus technique, une erreur de rationnement en phase de croissance et de finition des poulets est facilement rattrapable par les éleveurs. Plus sensibles, un problème de rationnement chez les poules pondeuses se répercute immédiatement sur le taux de ponte.

3.1.1 Formulation et évaluation de différentes rations alimentaires à partir de matières premières locales pour les poulets de chair

Le premier objectif est d'identifier les matières premières pertinentes à utiliser dans la formulation des rations des poulets de chair. Nous estimons qu'une matière première est intéressante si :

- Elle est constituée de peu de composés antinutritionnels et permet de répondre aux besoins des volailles. Pour étudier cela, des lectures de publications de recherches (Larbier & Leclercq, 1991) et de projets européens et nationaux (Lubac et al., 2015 ; Crawley, 2015 ; Bordeaux et al., 2015), ainsi que l'analyse des tables des valeurs alimentaires des matières premières (Tables alimentaires Sécalibio, feedtables.com) ont été menées.
- Elle est produite localement en PACA ou dans les régions limitrophes. Pour cela, chaque matière première préalablement sélectionnée a été étudiée pour connaître son niveau de production dans la zone prospectée (Terre Inovia ; Agreste, 2020).

Des entretiens avec 2 producteurs FAFeurs et un GIEE travaillant sur la FAF ont également permis d'orienter les recherches sur certaines matières premières et obtenir des retours d'expérience quant à leur utilisation en nutrition avicole.

En s'appuyant sur les matières premières sélectionnées, 4 rations ont été formulées à l'aide de l'outil de rationnement volailles développé dans le cadre du projet OK-Net Ecofeed (Labidalle et al. 2020). Cet outil permet d'évaluer la qualité des rations formulées vis-à-vis de leurs capacités à répondre aux besoins alimentaires des poulets de chair. Nous nous sommes notamment concentrés sur la réponse aux besoins énergétiques, protéiques et minéraux. Un cabinet vétérinaire de la Drôme (Vétopole 26) a également été interrogé pour compléter l'évaluation fournie par les logiciels.

3.1.2 Prospection des céréaliers locaux intéressés par un partenariat avec des éleveurs de volailles et estimation du coût des rations

Une fois les rations formulées, une recherche de fournisseurs potentiels de matières premières à l'échelle locale a été réalisée. En effet, les éleveuses du GIEE ne possèdent pas de terres cultivables et n'ont donc pas la possibilité de produire les céréales elles-mêmes.

L'Agence Bio fait parvenir à tous les Agribios de PACA une base de données de tous les opérateurs, transformateurs et producteurs du bio en Provence. Ainsi pour chaque acteur bio de la région, nous connaissons la localisation de son siège social, ses activités (production, stockage, distribution, importations...), et ses productions. Cette base faisant plus de 9000 lignes, nous avons filtré les opérateurs et producteurs selon 2 critères :

- Localisation du siège social dans les départements du Vaucluse, des Bouches du Rhône, et des Alpes de Haute Provence et à moins d'1h30 de route de notre secteur ;
- Production d'au moins 3 céréales ou protéagineux d'intérêt. Ou production d'une matière première particulièrement difficile à se fournir (soja, tourteau de tournesol).

Au total, plus d'une trentaine de producteurs ont été contactés par mail et/ou téléphone afin de sonder leur intérêt pour la mise en place d'un partenariat durable avec les éleveuses du groupe, leurs moyens de transport et livraison et leurs prix de vente. Cherchant également des tourteaux, 5 huileries locales (départements limitrophes du Vaucluse) ont été contactées.

Pour la plupart des producteurs, leurs prix de vente dépendent des cours du marché, une recherche des cours des céréales et protéagineux en bio a donc été effectuée sur différents sites ou médias spécialisés.

3.1.3 Dimensionnement technique et économique de la mise en place de l'atelier FAF et évaluation de son intérêt vis-à-vis de l'achat d'aliments industriels

Mettre en place un atelier de fabrication à la ferme repose sur l'acquisition de matériel de fabrication de l'aliment et de stockage des matières premières et de l'aliment. Ces investissements peuvent être importants. Pour les éleveuses du groupe, la décision de se lancer dans la FAF repose, en particulier, sur l'intérêt économique de la pratique.

Pour répondre à leur problématique, nous avons proposé différentes stratégies d'installation de chaîne de FAF. Chaque installation a été chiffrée économiquement. Le coût de l'investissement et d'achat des matières premières a été ramené au coût à la tonne afin d'estimer le coût de production d'un aliment en FAF. Ce coût a été comparé au coût d'achat d'un aliment industriel afin d'estimer la plus-value économique de la FAF. Ce travail de recherche d'informations et de dimensionnement a été réalisé en s'appuyant sur divers documents techniques, et en enquêtant des conseillers techniques, des éleveurs FAFeurs et des techniciens commerciaux spécialisés en FAF. Ces informations et ressources sont résumées dans la table 3.

Tableau 3 : Résumé des informations recherchées dans le cadre du dimensionnement de l'atelier de FAF et des ressources

Informations d'intérêt	Documents et ressources techniques	Personnes ressources
Matériel nécessaire	<ul style="list-style-type: none"> - Cahier technique – Alimentation des volailles en agriculture biologique (Bordeaux et al. 2015) - Guide pratique - Stockage et conservation des grains à la ferme (Niquet 1989) - Résultats de l'enquête FAFeurs : Approche des pratiques, stratégies et attentes des éleveurs en Fabrication d'Aliment à la Ferme (Uzureau & Pattier, 2014) 	<ul style="list-style-type: none"> - Brieuc DESAINT (ITAB) - Anne UZUREAU (CAB) - Denis SURGEY (éleveur de volailles du 84) - Collectif GIE Epi de Blé groupement d'éleveurs FAFeurs (83)
Coût des investissements		<ul style="list-style-type: none"> - Thomas SEDDAR, (technicien commercial du groupe ELECTRA) - Joseph LEGRAND (technicien commercial du groupe TOY)
Avantages et inconvénients des différents matériaux	<ul style="list-style-type: none"> - Cahier technique – Alimentation des volailles en agriculture biologique (Bordeaux et al. 2015) 	<ul style="list-style-type: none"> - Collectif GIE Epi de Blé (83)
Temps de travail	<ul style="list-style-type: none"> - Brochures commerciales d'ELECTRA et TOY 	<ul style="list-style-type: none"> - Denis SURGEY (84)

3.2 Semis de couverts fourragers des parcours de volailles

3.2.1 Présentation du dispositif expérimental

3.2.1.1 Localisation des fermes et parcelles, type de production et chargement des parcours

4 des 5 éleveuses du GIEE ont accepté de mettre en place notre expérimentation de semis de couverts sur leurs parcours. Toutes les fermes sont situées dans un rayon de 25km autour du bureau d'Agribio84 situé à Cavaillon. Les chiffres de l'Agence Bio pour l'année 2020, estiment qu'en moyenne, les exploitations possédant un atelier avicole en région PACA élèvent 670 poules pondeuses et 2000 poulets de chair par an (Agence Bio, (s.d)). Les éleveuses étant spécialisées en production avicole se trouvent donc dans la moyenne haute par rapport à ces chiffres. Leurs circuits de commercialisation reposent entièrement sur de la vente directe (vente à la ferme, marchés, AMAP).

Tableau 4 : Présentation d'une partie des fermes du GIEE. (Légende : PP = Poules pondeuses, PC = Poulets de chair, PI = Pintades, VC = Volailles de chair (poulets + pintades))

Code ferme	Localisation	Cheptel élevé sur la ferme	Parcelle(s) semée(s)	Surface à semer	Chargement sur la parcelle
V	Entraigues sur la Sorgue	- 730 PP en 1 bande - 25 PC	1	835m ²	180 PP
C	Le Thor	- 1200 PP en 2 bandes - 5600 PC + 480 PI	1	2500m ²	100 PP
E	- Isle sur la Sorgue & Lagnes	- 500 PP en 4 bandes - 4000 VC	4 dont 2 suivies	2330m ²	- 150 PP - 150 VC
S	Cabrières lès Avignon	- 750 PP en 2 bandes - 1300 PC + 700 PI	2 dont 1 suivie	1340m ²	325 PP

3.2.1.2 Diagnostic des parcelles à semer

Une première visite avec les éleveuses a été réalisé sur les parcelles à semer afin de caractériser les parcelles et leurs sols. La table 5 résume les différentes observations ou mesures réalisées.

L'estimation du pH a été effectuée par prélèvement d'un échantillon de terre puis test de réaction à l'ajout de vinaigre blanc (sols calcaires basiques : réaction d'effervescence) ou de bicarbonate (sols acides mélangé à de l'eau : réaction d'effervescence) (Académie de Créteil, s.d). La texture du sol a été estimée par la méthode du boudin (Jamagne & Bétremieux, 1992). Pour déterminer le type de sol, la profondeur racinaire, la densité racinaire, le taux de cailloux, le type de mottes et la proportion des différentes mottes, ainsi que la proportion de terre fine, un test bêche a été réalisé en suivant la méthodologie développée par du projet SolAB (Cadillon, et al. 2011) (Annexe 1).

Tableau 5 : Observations et mesures effectuées pour diagnostiquer les parcelles à semer.

Zone étudiée	Observations ou mesures	
Parcelle	Exposition au vent et au soleil	Présence/Absence d'une zone humide
	Accès à l'eau et possibilité d'irrigation	Zone la plus utilisée par les volailles et répartition des fientes
	Présence/absence d'arbres et localisations	
Sol	pH	Texture du sol
	Taux de recouvrement végétal	Pourcentage de cailloux en surface
	Présence/absence d'une croute de battance	Forme et taille des mottes en surface
	Type de sol	Profondeur racinaire
	Densité racinaire	Taux de cailloux
	Types et proportion des différentes mottes	Proportion de terre fine
Végétation	Espèces végétales présentes	Espèces arborées

3.2.1.3 Mise en place du couvert fourrager : travail du sol, choix des espèces à semer et semis

Les parcelles de parcours étudiées possèdent déjà un couvert spontané. Quand cela a été possible (matériel et temps de travail disponible) un travail du sol a été effectué sur les parcelles pour décompacter et éventuellement mélanger le sol afin de réduire la compétition avec les adventices, créer de la porosité et favoriser la réussite du semis. Le détail des interventions est précisé dans le tableau 6.

Le choix des espèces semées a été déterminé à partir des recherches bibliographiques et notamment selon les résultats de l'étude menée à l'INRA de Magneraud (Brachet, et al. 2018). Nous avons également cherché au maximum à utiliser des espèces ou des variétés adaptées aux climats chauds et secs.

4 modalités constituées de différentes espèces végétales sont testées :

- **Modalité 'Appétent'** : Ray Grass Anglais (RGA) (40%), Chicorée fourragère (20%), Trèfle blanc (20%), Luzerne (20%). Ces espèces sont celles présentant les meilleurs résultats en termes d'appétence pour les volailles dans l'étude de l'INRA de Magneraud. Elles ont, de plus, de bonnes valeurs nutritionnelles (Brachet, et al. 2018).
- **Modalité 'Diversifié'** : RGA (15%), Fétuque élevée (20%), Chicorée fourragère (20%), Trèfle blanc (10%), Trèfle violet (10%), Luzerne (10%), Sainfoin (10%), Fenugrec (5%). La composition de la modalité Appétent a été enrichie par l'ajout d'une graminée et 3 légumineuses. L'objectif était de voir s'il était possible de créer une prairie diversifiée sur les parcours plus intéressantes pour les volailles et la biodiversité. Nous cherchions également à tester le développement d'un maximum d'espèces dans les conditions pédoclimatiques d'étude.
- **Modalité 'Enrichi'** : Fétuque élevée (30%), Chicorée fourragère (30%), Sainfoin (20%), Fenugrec (20%). La composition de cette modalité a été réfléchi dans l'objectif d'attirer les volailles dans les zones moins prospectées en utilisant des espèces hautes (Fétuque élevée), appétentes et attractives pour la biodiversité (Chicorée et Sainfoin), ou aux propriétés médicinales (Fenugrec) (cf partie 1.3.4 de l'état de l'art).
- **Modalité Témoin** : Couvert spontané.

Les modalités 'Appétent' et 'Diversifié' occupent la plupart de la surface du parcours. La modalité 'Enrichi' est disposée dans les zones les moins utilisées par les volailles : soit en bordure et en fond de parcelle (parcelles V, C et EVC), soit uniquement en fond de parcelle (parcelles S1 et EPP) (Figure 2). Les schémas des autres parcelles sont disponibles en annexe (Annexe 2).

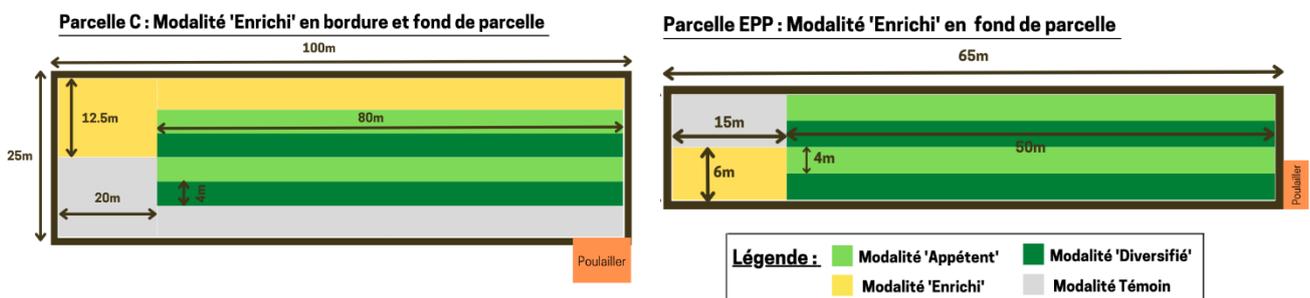


Figure 2 : Plan des semis sur les parcelles C et EPP

Le semis a été effectué à la volée à la main. La dose de semis recommandée en pur a été surdosée à 50% en raison des conditions dans lesquels le semis a été effectué (semis à la volée et à la main). Ce surdosage a parfois été dépassé du fait de la difficulté à gérer les quantités épanchées en semant à la main. Un rouleau manuel a été passé sur la modalité 'Enrichi' de sorte à enfoncer davantage les graines de Fenugrec dans le sol. En effet celles-ci se sèment usuellement à 2-3cm de profondeur. Lorsque cela a été

possible l'irrigation a été installée sur les parcelles de sorte à arroser la surface suite au semis pour favoriser le recouvrement des graines et la germination. La tableau 6 résume les différentes interventions réalisées sur les parcelles.

Tableau 6 : Résumé par parcelle des interventions culturales effectuées pour le semis des couverts végétaux

Parcelle	Travail du sol	Semis	Irrigation	Commentaire sur l'état de la parcelle
V	Rotovator 2 jours avant le semis	Semis à la volée, surdosage 50%.	Irrigation par aspersion	Terre mélangée sur une quinzaine de centimètres, végétation détruite.
C	Griffage 1 mois avant le semis. Cultivateur sur les 20 premiers mètres le jour du semis		Pas d'irrigation. Pluie 10 jours après le semis	Pas de végétation spontanée. Présence de nombreux résidus ligneux et arbustifs.
EVC et EPP	Passage de chisel dans les zones accessibles		Irrigation par aspersion	Travail léger sur les 5 premiers centimètres de sol. Végétation haute autour des arbres.
S1	Pas de travail du sol		Irrigation par aspersion	Taux de cailloux > 70%

3.2.2 Suivi agronomique du couvert

Tout au long de cette expérimentation, nous avons cherché à suivre le développement des espèces semées, la production de biomasse, la composition des communautés herbacées et la consommation des espèces par les volailles. L'objectif étant de caractériser au mieux les parcelles, leurs diversités et la réussite ou non des semis.

Nous avons profité des 2 mois de vide-sanitaire imposés par les normes de sécurité vétérinaires pour implanter les couverts et les laisser se développer avant l'entrée des volailles. 2 mois après le semis, juste avant la réintroduction des volailles, certaines zones des parcelles ont été protégées afin d'en suivre l'évolution spontanée sans la pression de consommation des animaux. Nous ferons alors des relevés dans des zones « protégée » et « consommée ». La tableau 7 décrit par objectif les indicateurs mesurés ou relevés et la méthode suivie.

Tableau 7 : Présentation de l'ensemble des indicateurs et méthodes suivis au cours de l'expérimentation

Critère	Indicateur	Méthodologie	Zone de relevé et répétition		Référence
			Avant entrée volailles	Après entrée volailles	
Développement du couvert	Taux de recouvrement (%)	Projection au sol de la surface observée comme occupée par la végétation	Toute la parcelle : 4 quadras par modalité	♦ Zone protégée - 2 à 3 quadras par modalité	Rodwell, 2006 Annexe 3
	Identification et nombre d'espèces présentes	Observation, identification et comptage		♦ Zone consommée - 2 à 4 quadras par modalité	Identification : PlantNet
Production de biomasse	Masse sèche (g)	<ul style="list-style-type: none"> - Prélèvement destructif (méthode des placeaux) - Tri et séparation : a) espèces semées b) espèces adventices - Séchage en étuve à 50°C pendant 5 jours - Pesée de a) et b) avec une balance de précision 0.01g 	Toute la parcelle : 4 prélèvements par modalité	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Zone protégée - 2 à 3 prélèvements par modalité ♦ Zone consommée - 2 à 4 prélèvements par modalité 	<ul style="list-style-type: none"> Daget et al. 2010 Coutard, 2016 Sicard, et al. 2013

Composition des communautés herbacées et comportement des espèces semées et adventices	Relevé phytosociologique	- Degré de développement moyen des individus - Coefficient d'abondance dominance (Annexe 4) - Coefficient de sociabilité (Annexe 5)	Toute la parcelle : 4 quadras par modalité	♦ Zone protégée - 2 à 3 quadras par modalité ♦ Zone consommée - 2 à 4 quadras par modalité	Delassus, 2015 Braun-Blanquet, 1928 et 1964 Gillet, 2000
	Masse fraîche (g) de chaque espèce	- Prélèvement destructif (méthode des placeaux) - Tri et séparation de chaque espèce - Pesée avec une balance de précision 0.01g	Toute la parcelle : 4 prélèvements par modalité	♦ Zone protégée - 2 à 3 prélèvements par modalité ♦ Zone consommée - 2 à 4 prélèvements par modalité	Identification : PlantNet Daget et al. 2010

Le quadra utilisé est un carré de 50cm de côté soit 0.25m² de surface. Il est jeté aléatoirement sur les modalités. Les prélèvements sont effectués sur ¼ du quadra soit des prélèvements de biomasse sur 625cm².

Pour des raisons de temps ou de matériel, tous les relevés n'ont pas été effectués à chaque visite des parcelles. Le tableau 8 détaille chronologiquement les relevés effectués. A J+100 les relevés n'ont pas pu être effectués sur la parcelle EVC en raison d'une fauche précoce sur le parcours.

Tableau 8 : Détails chronologiques de l'organisation de l'expérimentation

Jours	Développement du couvert	Production de biomasse	Composition des communautés et comportement des espèces
J = 0	Semis des couverts (12 au 14 avril 2022)		
J + 15	<input checked="" type="checkbox"/>		
J + 30	<input checked="" type="checkbox"/>		
J + 40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
J + 55	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
J + 60	Entrée des volailles sur le parcours – Protection d'une petite surface de la parcelle		
J + 75	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
J + 100	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

3.2.3 Evaluation de l'intérêt du couvert pour les volailles

L'intérêt des couverts pour les volailles peut être évalué d'un point de vue nutritif en mesurant l'apport protéique des espèces semées. A J + 55, pour estimer la richesse protéique du couvert végétal et son intérêt nutritionnel, un échantillon (prélèvement sur 625cm²) de chaque modalité semée a été prélevé sur les parcelles sur lesquelles le semis avait le mieux fonctionné. Après avoir été séchés (5 jours en étuve à 50°C), les échantillons sont envoyés à un laboratoire spécialisé afin d'en mesurer le pourcentage de Matière Azoté Totale (MAT).

Le suivi agronomique du couvert après l'entrée des volailles permet d'estimer l'intérêt des animaux pour les espèces semées ou les espèces adventices en comparant les masses sèches prélevées pour ces deux groupes d'espèces dans les zones protégées et les zones consommées.

3.2.4 Analyse statistique des données

Afin de comparer statistiquement les données quantitatives relevées sur les parcelles (masse sèche et masse fraîche des prélèvements, taux de recouvrement), des tests de Wilcoxon ont été effectués. Il s'agit d'un test non paramétrique de comparaison de médianes de deux échantillons. Ce test a été choisi car les prélèvements effectués sur les parcelles étaient peu nombreux et les données ne suivaient pas la loi normale.

3.2.5 Evaluation de l'intérêt technique et économique du semis de couverts fourragers sur les parcours

A partir de nos données, mesures et recherches bibliographiques il nous est possible de proposer une évaluation de l'intérêt technique et économique du semis de fourrages sur les parcours de volailles.

Pour l'intérêt technique, nous cherchons à estimer le nombre de jours durant lesquels le parcours pourra fournir une quantité de biomasse semée suffisante pour couvrir les besoins des volailles (J_{auto}). Pour cela, nous posons l'hypothèse d'une parcelle homogène sur laquelle les volailles sont réparties aléatoirement. Nous modélisons la biomasse disponible sur l'ensemble du parcours, et son évolution au cours du temps ($MS_{\text{dispo } J+55}$ et \mathcal{A}_{veg} afin d'obtenir $MS_{\text{dispo_parcours } J}$). Nous nous appuyons sur les données moyennes des mélanges 'Appétent' et 'Diversifié' pour chaque parcelle. Puis nous définissons le niveau de consommation journalier des volailles en fourrages ($\%_{\text{ing}} \cdot \text{ing}_j$) afin d'évaluer la quantité journalière de biomasse prélevée ($MS_{\text{ing_parc}}$). Ainsi, il est possible d'estimer le nombre de jours pour lesquelles le parcours pourra fournir l'ensemble de la biomasse nécessaire à l'alimentation des volailles (J_{auto}). Nous fixerons la part des fourrages dans l'ingéré journalier à 6% ($\%_{\text{ing}}$). Pouvant aller jusqu'à 10% par jour (Brachet 2015), nous avons fait le choix de diminuer ce pourcentage du fait des températures estivales très élevées cette année dans le Vaucluse limitant le temps passé par les volailles sur les parcours.

Pour l'intérêt économique, nous posons l'hypothèse que la quantité de masse sèche ingérée sur le parcours ne sera pas ingérée dans l'aliment et donc la quantité d'aliment distribuée se verra diminuer. Le nombre de jours d'autonomie fourragère permet alors d'estimer le nombre de jour de moindre distribution d'aliment et donc d'économie alimentaire (Eco_alim). Les semences utilisées pour les parcours ont été achetées à 4 fournisseurs différents (Essembio, Sativa, Germeo et Agriconomie). Les coûts des semences s'élèvent à 212,8€/ha pour le mélange appétent et 318,5€ pour le mélange diversifié, ce qui nous donne un coût moyen de 265,7€/ha ($Coût_sem$). En soustrayant cette économie d'aliment au coût des semences nous pouvons estimer un bilan économique de la pratique (BILAN). Le tableau 9 résume l'ensemble des calculs effectués.

Tableau 9 : Détail des calculs pour l'évaluation de l'intérêt technique et économique du semis de couverts fourragers

Donnée connue ou mesurée	Estimation possible	Calcul
- Biomasse sèche moyenne des prélèvements d'espèces semées des différentes modalités à différentes dates ($MS_{\text{mes } J+x}$ en gMS) - Aire du quadra (A_{quadra})	$MS_{\text{dispo } J+55}$ = Biomasse semée disponible au moment de l'entrée des volailles (gMS/m ²) \mathcal{A}_{veg} = croissance végétative journalière moyenne	$MS_{\text{dispo } J+55} = MS_{\text{mes } J+55} / A_{\text{quadra}}$ $\mathcal{A}_{\text{veg}} = MS_{\text{mes } J+100} - MS_{\text{mes } J+40} / (100-40)$
Surface de la parcelle (S)	$MS_{\text{dispo_parcours } J}$ = Biomasse sèche disponible sur le parcours au jours J (gMS/j)	$MS_{\text{dispo_parcours } J} = MS_{\text{dispo } J+55} + J * \mathcal{A}_{\text{veg}} * S$
- Ingéré journalier volaille (ing_j en gMS) (Sources : Crawley, 2015 ; Bordeaux et al. 2015) - % ingestion sur le parcours ($\%_{\text{ing}}$) (Source : Brachet, 2015) - Nombre de volailles sur le parcours (Nb_vol)	$MS_{\text{ing_parc}}$ = Masse sèche ingéré sur le parcours par jour par l'ensemble des volailles (gMS/j)	$MS_{\text{ing_parc}} = \%_{\text{ing}} * \text{ing}_j * Nb_vol$
	J_{auto} = Nombre de jours jusqu'à ce que $MS_{\text{ing_parc}} > MS_{\text{dispo_parcours } J}$	
Coût de l'aliment industriel ($Coût_alim$ en €/g)	Eco_alim = Economie réalisée sur la diminution de l'apport d'aliment (€)	$Eco_alim = J_{\text{auto}} * Nb_vol * \text{ing}_j * (1 - \%_{\text{ing}}) * Coût_alim$
Coût semences ($Coût_sem$ en €/ha)	$Coût_sem_parc$ = Coût du semis pour l'ensemble de la parcelle (€)	$Coût_sem_parc = Coût_sem / 10000 * S$
	BILAN = Dépenses – Gains (€)	BILAN = $Coût_sem_parc - Eco_alim$

4. Résultats

4.1 Etude de faisabilité de mise en place d'un atelier de fabrication d'aliment à la ferme pour les poulets de chair

4.1.1 Intérêt nutritionnel des matières premières

L'analyse des tables nutritionnelles des matières premières (MP) utilisables en alimentation des volailles permet de mieux comprendre l'intérêt de chaque MP. Nous avons fait le choix d'utiliser 3 catégories de MP : les céréales, les légumineuses (graines) et les tourteaux. Les céréales constituent toujours la plus grande partie de la ration, car elles permettent de répondre aux besoins énergétiques des volailles. Elles possèdent les taux énergétiques les plus hauts sans être trop riches en matières grasses (Figure 3). Les légumineuses sont utilisées pour apporter des protéines à la ration et pour compléter les apports énergétiques. Enfin, les tourteaux sont principalement utilisés pour l'apport protéique, car ils possèdent des taux de protéines brutes importants (>30%) mais ils ne sont jamais incorporés en grande quantité du fait de leurs hauts taux de matières grasses et des composés antinutritionnels dont ils sont constitués.

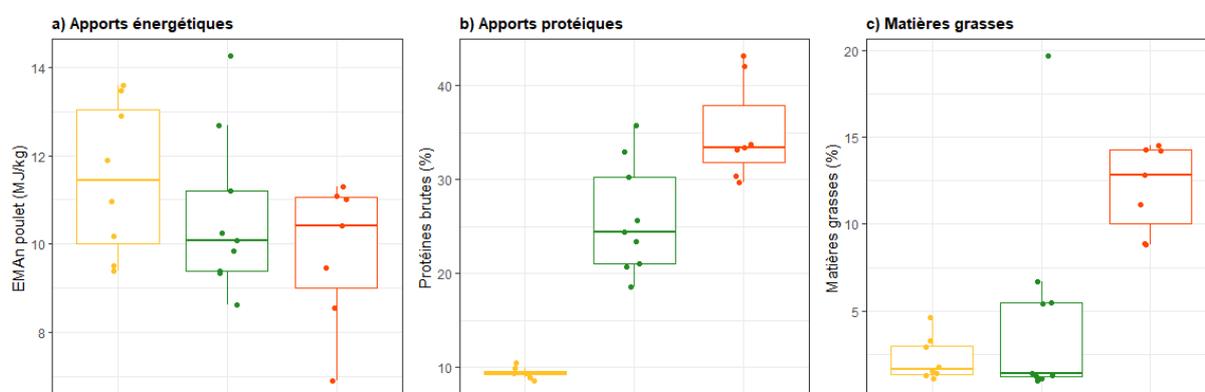


Figure 3 : Apports énergétiques, protéiques et de matières grasses des 3 grandes catégories de MP utilisées en nutrition de poulets de chair. (Source : Labidalle et al. 2020)

4.1.2 Choix des matières premières

4.1.2.1 Blé et triticale pour les céréales

En s'intéressant à présent aux différentes céréales, celles permettant les **meilleurs apports énergétiques sont le blé, le maïs, le sorgho et le triticale** (EMAn poulet > 14MJ/kg) (Annexe 6). Le sorgho possède cependant des taux de protéines particulièrement faibles, son utilisation sera évitée dans les rations. Les céréaliers contactés cultivaient principalement le maïs biologique pour la production de semences. De plus, cette culture nécessitant toujours une irrigation, dans le contexte climatique actuel, son utilisation ne nous a pas paru pertinente. **Nous nous concentrerons donc principalement sur l'utilisation du blé et du triticale dans les formulations de rations.**

4.1.2.2 Pois chiches, pois (blanc) et soja toasté pour les légumineuses

Concernant les légumineuses, la plus intéressante d'un point de vue nutritif est le soja toasté. En effet, il s'agit de la MP permettant les plus riches apports en énergie et en acides aminés limitants (apports en lysine digestibles supérieurs de 0.4% et en méthionine supérieurs de 0.2% en comparaison avec les apports des autres légumineuses) (Figure 4).

La plus grosse limite à l'utilisation de cette MP est sa faible disponibilité locale. En effet, en région PACA tous les producteurs de soja contactés vendaient l'entièreté de leur production à des coopératives. Cependant, un céréalier du Gers fournissant cette MP au GIE Epi de Blé (Groupement d'éleveurs FAFeurs du Var) a été contacté et s'est dit prêt à travailler avec les éleveuses du groupe.

Le lupin s'avère très intéressant d'un point de vue alimentaire grâce à sa richesse en lysine et méthionine. Cependant, sa production est aujourd'hui limitée en France (3300 hectares en 2019 (Terre Univia, 2019)) et est cultivé sur des sols acides plutôt dans le centre ouest de la France.

Le pois et la féverole sont communément utilisées en nutrition animale. La féverole est cependant principalement produite dans l'ouest et le centre de la France (Annexe 7a). **Nous avons choisi d'utiliser le pois (blanc) dans nos rations pour sa richesse en acides aminés limitants (et principalement en lysine), et parce qu'elle est disponible et cultivée dans le Vaucluse et les départements limitrophes (placée souvent en tête de rotation de cultures de céréales) (Annexe 7b).**

Enfin, le pois chiche est, après le soja toasté la légumineuse la plus riche en énergie et avec un ratio lysine/méthionine intéressant permettant de compléter aisément les rations. De plus, il s'agit de la légumineuse la plus cultivée dans la région PACA, elle est donc aisément disponible localement (Annexe 7c).

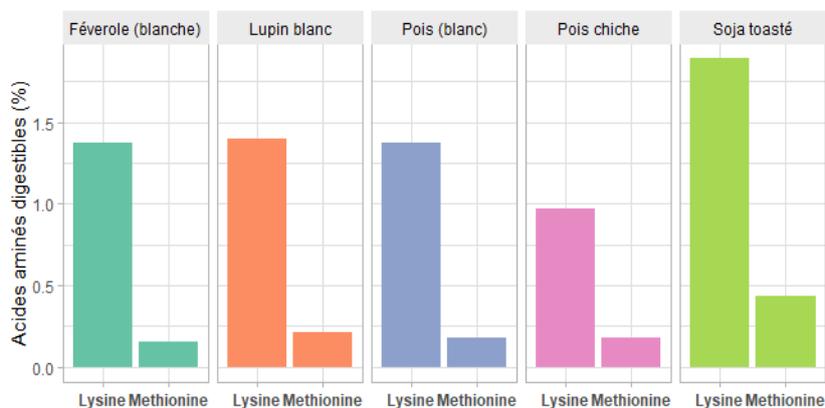


Figure 4 : Apports potentiels en acides aminés limitants de différentes légumineuses. (Source : Labidalle et al. 2020)

4.1.2.3 Tourteau de tournesol et de colza

Concernant les tourteaux, celui permettant de loin les meilleurs apports en lysine est le tourteau de soja. Or pour cette MP le ratio lysine/méthionine élevé rend difficile son utilisation dans les formulations manquant plutôt de méthionine. De plus, ces dernières années le cours du tourteau de soja a explosé rendant son utilisation peu intéressante économiquement parlant.

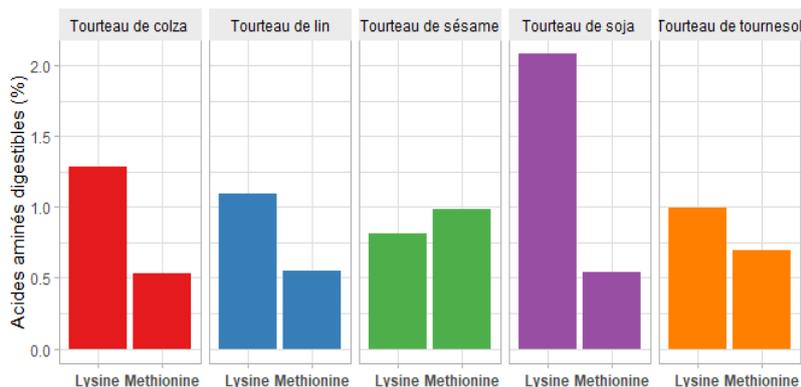


Figure 5 : Apport potentiel en acides aminés limitants de différents tourteaux. (Source : Labidalle et al. 2020)

La richesse en méthionine du tourteau de sésame en fait une MP particulièrement intéressante. Encore peu utilisée dans le secteur alimentaire français, les volumes disponibles auprès des huileries françaises sont faibles et la demande importante, ce qui rend difficile l'approvisionnement pour les fermes individuelles.

Le tourteau de lin n'est pas le plus intéressant des tourteaux d'un point de vue nutritionnel, et la production du lin se fait essentiellement dans le nord et l'ouest de la France. Nous avons donc exclu son utilisation dans la formulation des rations.

Ce sont donc les tourteaux de tournesol et de colza qui ont été choisis pour la formulation des rations. Ces oléagineux sont cultivés dans le sud-est de la France (Annexe 7d et 7e) et les huileries locales enquêtées fournissent ces MP. Le tourteau de tournesol riche en méthionine et le tourteau de colza riche en lysine sont intéressants pour compléter les rations des volailles (Figure 5).

4.1.2 Formulations de rations

A partir des MP sélectionnées 4 rations ont pu être formulées. Leurs compositions sont résumées dans le tableau 10. Un ordre d'idée du prix des MP a été ajouté, à partir des valeurs des cours du marché bio français, des données de coopératives ou de devis récupérés au cours de l'étude.

Tableau 10 : Détails de composition des 4 rations formulées. (Légende : Tt = Tourteau). (Source des prix : 1 : Prix d'achat aux producteurs des céréales bio par une coopérative spécialisée ; 2 : Données récoltées par communication avec des spécialistes ; 3 : Devis)

	Blé	Triticale	Pois chiche	Pois (blanc)	Soja toasté	Tt colza	Tt tournesol
Ration 1		42%	11%	18%		9%	20%
Ration 2		50%		21%		10%	19%
Ration 3	50%		21%		12%		17%
Ration 4	47%			24%	9%		20%
Prix MP (€/tonne)	450 € ¹	350 € ¹	550 € ²	450 € ¹	800 € ²	770 € ³	600 € ³

L'outil de rationnement du projet OK-Net Ecofeed (Labidalle, et al. 2020), permet d'évaluer à l'aide de plusieurs paramètres la capacité des rations formulées à répondre aux besoins nutritionnels des poulets de chair. La table 11 liste les résultats partiels de l'évaluation des rations. Les tables complètes sont disponibles en annexe (Annexe 8).

Une ration équilibrée a ses différents paramètres compris entre les valeurs objectifs min et max, définies selon la durée d'élevage et la souche des volailles élevées. La cellule est colorée en jaune si la valeur obtenue pour le paramètre est légèrement au-dessus ou en dessous des valeurs des objectifs, sans que cela soit pénalisant pour l'élevage.

Tableau 11 : Intérêt nutritionnel des différentes rations formulées et estimation du coût d'achat des MP. « MIN » et « MAX » représentent les valeurs seuils objectifs pour répondre aux besoins de production des volailles de chair

	EM poulet (MJ/Kg)	Prot. Brut. (%)	Mat. Gras. (%)	Lys. Brut. (%)	Met. Brut. (%)	Lys. Dig. Vol. (%)	Met. Dig. Vol. (%)	Achat total MP (€/tonne)
MIN	11,72	17,00	2,00	0,82	0,33	0,74	0,3	
MAX	12,13	19,00	7,00	0,93	0,44	0,84	0,4	
Ration 1	11,85	19,26	4,38	0,92	0,33	0,78	0,31	447,8 €
Ration 2	11,15	17,91	3,94	0,89	0,32	0,77	0,30	425 €
Ration 3	11,50	18,67	5,72	0,88	0,32	0,73	0,29	513,5 €
Ration 4	11,46	19,10	4,56	0,97	0,32	0,85	0,3	476 €

D'un point de vue nutritionnel, la ration la plus complète et équilibrée est la ration 1 (Tableau 11) Les 3 autres rations permettent des apports énergétiques et en méthionine brute et digestible légèrement plus faible que les valeurs de l'objectif minimal. On peut noter également un léger excès de lysine pour la ration 4. **Ainsi, toutes les rations sont globalement équivalentes quant à leurs capacités à répondre aux besoins nutritionnels des volailles de chair.**

D'un point de vue économique, à partir des prix des MP et des pourcentages incorporés il est possible d'estimer les charges liées à l'achat des différentes MP pour chaque ration (hors frais de livraison). Ici ce sont pour les rations 1 et 2 que les couts d'achat des MP sont les plus faibles (inférieurs à 450 €/t) (Tableau 11).

4.1.3 Plusieurs céréaliers locaux intéressés par un partenariat avec les éleveuses

Au total 30 céréaliers ont été contactés par mail pour sonder leur intérêt à l'idée de créer un partenariat avec les éleveuses voulant développer un atelier de FAF. 11 producteurs ont répondu, parmi lesquels 7 se sont montrés intéressés par le projet. 2 en particulier disent être en capacité de s'adapter aux besoins des éleveuses, pouvant ainsi leur fournir toutes les MP qu'elles voudront, en planifiant en avance les besoins.

Concernant les tourteaux, une huilerie locale bio peut fournir de manière certaine le tourteau de colza, mais l'approvisionnement en tourteau de tournesol est plus incertain. Un producteur de céréales et oléagineux des Bouches du Rhône et un céréalier du Vaucluse sont des fournisseurs potentiels car ils possèdent chacun une petite production de tourteaux de tournesol, mais la demande est forte.

Ainsi, parmi toutes les MP nécessaires à la formulation des rations élaborées, seul l'approvisionnement en tourteau de tournesol semble incertain et va nécessiter une plus ample prospection des fournisseurs.

4.1.4 Un investissement matériel conséquent mais rentable

Pour le dimensionnement de l'atelier nous avons évalué les besoins moyens annuels des fermes du groupe pour l'alimentation des poulets. Les 3 éleveuses les plus intéressées par le sujet distribuent entre 36 et 48 tonnes. **Nous sommes partis sur une base de 40 tonnes d'aliments à fabriquer par an.** Du matériel spécifique est nécessaire pour fabriquer son aliment sur la ferme. L'ensemble du matériel composant une fabrique est listé dans le tableau 12.

Tableau 12 : Listing du matériel constituant une chaîne de FAF et prix des différentes machines. (Source des prix : Devis d'Electra entreprise spécialisée en FAF)

OBJECTIF	MATERIEL	COUT NEUF (€ HT)	PRIORITE D'ACHAT (échelle de 1 à 5)
Déchargement de la livraison de céréales	Fosse de déchargement	NC (à prévoir dans la conception du bâtiment)	3/5
Remplissage infrastructures de stockage	Vis élévatrice (7m)	2660 €	5/5
	Boîte de direction (2 à 4 directions)	1150 €	4/5
Stockage	Cellule de stockage (avec trappe de visite)	Dépend du volume : 580 à 1080 €	5/5
	Support bigbag avec palan + trémie	2500 €	2/5
Ventilation cellules	Venticône pour cellule	Dépend du volume des cellules : 1300 à 2100 €	2/5
	Ventilateur	1500 €	2/5
Manutention céréales	Vis élévatrice avec rallonge de tige et descente orientale	970 €	5/5
Fabrication de l'aliment	Broyeur mélangeur combiné	7170 €	5/5
	Pesage électronique	2310 €	5/5

A partir de visites ou entretiens avec des producteurs FAFeurs, des contacts avec des céréaliers stockeurs, et des échanges avec les techniciens commerciaux spécialisés en FAF, une échelle de priorité d'achat a été établie. Le matériel noté 5/5 est estimé comme prioritaire à l'investissement et nécessaire à la fabrication. Parmi le matériel noté à 2/5 on retrouve :

- Le support big-bag. Ce matériel est onéreux et au vu de la problématique économique des élevages paysans sur lesquels s'appuie ce travail, il est possible d'éviter cet investissement au prix de davantage de travail manuel. Seuls les tourteaux seront stockés en big-bag, ils représentent 20 à 30% des rations. Il est ainsi envisageable de prévoir un peu de manutention manuelle, en versant au seau les tourteaux dans des bacs ou trémies dans lesquels sont positionnés les vis élévatrices.

- Le matériel de ventilation. Les guides techniques de stockage de céréales conseillent fortement de mettre en place de la ventilation (Niquet 1989). L'objectif est de faire baisser la température des céréales stockées pour éviter la prolifération d'insectes et de mycotoxines pouvant détruire ou altérer une partie de la récolte. Or le développement des moisissures n'est effectif que si l'humidité des grains est supérieure à 12%, et une bonne surveillance des stocks, un nettoyage précis et une désinfection des silos permet de contrôler la prolifération des insectes (ITAB, 2014). En région PACA le climat chaud et sec permet, à la moisson, de récolter des céréales pour lesquelles l'humidité du grain est faible. De plus, les volumes stockés restent relativement limités sur la ferme il est donc envisageable de ne pas ventiler les cellules de stockage. Mettre en place la ventilation reste cependant un moyen de sécuriser la qualité de la conservation de la récolte, c'est donc un investissement à réfléchir au cas par cas selon les conditions climatiques de la ferme, et le montant d'investissement possible.

Il est ainsi possible de chiffrer l'investissement matériel pour mettre en place une FAF, selon 3 **stratégies** : **la première permettant de limiter l'investissement tout en ayant un outil de travail neuf, fonctionnel et efficace ; la deuxième permettant d'investir dans une chaîne de fabrication 100% mécanisée et ventilée (donc plus sécurisée) ; la troisième reposant sur l'installation la chaîne de la stratégie 1 mais avec l'achat d'une partie du matériel d'occasion.** Nous dimensionnons la chaîne en prévoyant de fabriquer la ration 2 (économique et locale). Comme la plupart du matériel agricole nous faisons le choix d'amortir le matériel sur **7 ans** et prévoyons la fabrique de 40 tonnes d'aliments par an. **Ainsi, selon la stratégie adoptée le montant de l'investissement varie entre 15 820 et à 29 800 €, soit variation du coût quasiment de moitié (Tableau 13).**

Tableau 13 : Dimensionnement et chiffrage de chaînes FAF selon la stratégie d'investissement choisie

STRATEGIE	MATERIEL ACHETE	INVESTISSEMENT MOYEN (€ HT)	AMORTISSEMENT (pour 7 ans) (€ HT/an)	INVESTISSEMENT RAMENE A LA TONNE (€ HT/t)
1) Chaîne FAF fonctionnelle limitant l'investissement	- 1 vis de 7m - 2 cellules de stockage - 4 vis de 3m - 1 broyeur mélangeur + balance	18 700 €	2 670 €	66,75 €/t
2) Chaîne FAF 100% mécanisée et plus de sécurité	- 1 vis de 7m - 2 cellules de stockage + 2 supports bigbag - 2 venticônes + ventilateur - 4 vis de 3m - 1 broyeur mélangeur + balance	29 800 €	4 260 €	106,5 €/t
3) Chaîne FAF fonctionnelle avec du matériel d'occasion	- 1 vis de 7m <u>d'occasion</u> (50% du prix neuf) - 2 cellules de stockage <u>neuves</u> - 4 vis de 3m <u>d'occasion</u> (50% du prix neuf) - 1 broyeur mélangeur + balance <u>neufs</u>	15 820 €	2 260 €	56,5 €/t

Actuellement, les éleveuses se fournissent en aliment biologique auprès d'industriels spécialisés. Le prix d'achat est de 640€ HT/t. A partir des données récupérées, on peut estimer que la fabrication de la ration 2 coûte entre 488,77€ HT/t et 538,77€/t. Ainsi, selon nos données, en fabriquant 40 tonnes d'aliment pour poulet de chair sur la ferme permet une économie comprise entre 4050 et 6050 € par an pendant 7 ans (Tableau 14).

Tableau 14 : Coût de fabrication de l'aliment à la tonne et économie vis-à-vis de l'achat d'un aliment industriel. (1 Le broyeur mélangeur utilisé dans le chiffrage permet la fabrication de 1200kg d'aliment en 1 heure)

Stratégie	Coût MP (€/t)	Investissement (€/t)	Temps de travail	SMIC horaire (€ net)	Total avec main d'œuvre (€/t)	Economie (€/t)	Economie (€/an)
1	425 €	66,75 €	0,83 h ¹	8,76 €	499,02 €	140,98 €	5 640 €
2		106,5 €			538,77 €	101,23 €	4 050 €
3		56,5 €			488,77 €	151,23 €	6 050 €

4.2 Une réussite hétérogène des semis des couverts sur les parcelles

Intéressons-nous à présent aux résultats de l'expérimentation en milieu paysan de semis de couverts fourragers sur les parcours de volailles.

4.2.1 Résultat du suivi agronomique du couvert

4.2.1.1 Des parcelles agronomiquement différentes

Les résultats des diagnostics réalisés sur les parcelles ont permis de mettre en évidence et des différences structurales entre les parcelles, en termes de texture, taux de cailloux et couverture végétale (Tableau 15). Concernant la couverture végétale, à la mi-mars elle était relativement limitée sur l'ensemble des parcelles. Elle était cependant plus importante en bordure et fond de parcelles. Ces zones correspondent d'après les dires des éleveuses aux zones les moins prospectées par les volailles. Sur les parcelles les plus couvertes (EPP et EVC), on note la présence d'espèces rampantes (Potentille, Liseron, Renouée des oiseaux) ou au peuplement très dense (Graminées (dont Vulpie queue de rat), Pain Blanc).

Sur toutes les parcelles on repère des zones très compactées et dégradées au niveau de la sortie des trappes des poulaillers (sol nu et dur). Sur la parcelle C, une croûte de battance de 7 cm d'épaisseur s'est formée dans cette zone (Annexe 9). Les sols des parcelles EVC et EPP semblent être particulièrement compactés : le diagnostic a été fait en conditions sèches, le sol était très dur, une pioche a dû être utilisée car il était impossible de creuser avec la bêche.

Tableau 15 : Résultat du diagnostic agronomique réalisés sur les parcelles avant le semis

Parcelle	V	C	EPP	EVC	S1
pH	Basique – Sol calcaire				
Texture	Limono-argileuse	Limoneuse	Limono-sableuse		Argilo-sableuse
Mottes	Terre fine (70%) et mottes gamma (30%)		Terre fine (>90%)		
Taux de cailloux sol	<2%			40-50% (graviers)	
Taux de cailloux surface	<2%			70-100%	
Couverture végétale	10-15%		30%		10-15%

4.2.1.2 Une hétérogénéité de production de biomasse intra-parcellaire

Nous nous intéressons dans un premier temps aux modalités 'Appétent' et 'Diversifié' car elles couvrent les mêmes zones de la parcelle et occupent la plupart de la surface. **A noter qu'aucune différence significative de production de biomasse entre ces deux modalités n'a été mise en évidence sur les parcelles** (Annexe 10).

Déjà à J+30, une hétérogénéité intra-parcellaire de levée des espèces semées des modalités 'Appétent' et 'Diversifié' a été observée sur les parcelles. Les relevés de biomasse sèche des espèces semées à J+40 et J+55 confirment ces observations. En effet, sur la figure 6, on visualise bien la dispersion des valeurs des masses sèches des prélèvements d'espèces semées. Les écart types sont compris entre 2,5g (parcelle

V) et 7,7g (parcelle EVC) à J+55. Cette variance forte n'est pas expliquée par la modalité mais par la zone dans laquelle les relevés ont été effectués. **Plus les relevés se situent en bordure et à distance du poulailler et plus la production de biomasse des espèces semées est faible.** Les zones ombragées sont également moins productives.

Après J+55, avec l'entrée des poules sur les parcours, nous n'avons pu continuer de suivre cette hétérogénéité intra-parcellaire. Pour des raisons pratiques et de matériel, nous ne pouvions protéger qu'une petite zone des parcelles.

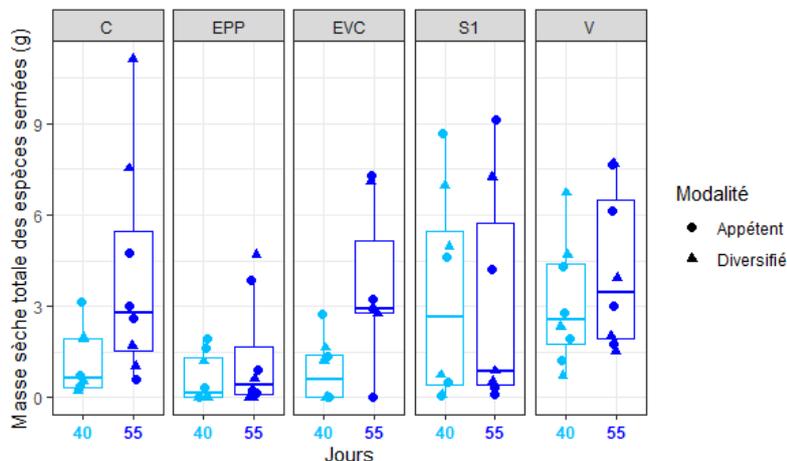


Figure 6 : Masses sèches des prélèvements des espèces semées des modalités 'Appétent' et 'Diversifié' à J+40 et J+55 pour toutes les parcelles

4.2.1.3 Une hétérogénéité de production de biomasse semée inter-parcellaire

Au début du suivi, pour les modalités 'Appétent' et 'Diversifié', l'hétérogénéité de la production de biomasse semée entre les parcelles était limitée (Figure 7). A J+40 et J+55, les tests de Wilcoxon n'ont pas permis de mettre en évidence des différences significatives de production entre les parcelles. Les différences se précisent à partir de J+75, mais le trop faible nombre de relevés limite la fiabilité des tests statistiques. **A J+100, les MS des espèces semées sont significativement plus élevées sur la parcelle V que sur les parcelles S1 et EPP. La parcelle EPP présente la biomasse semée la moins importante de toutes les parcelles** (Figure 8).

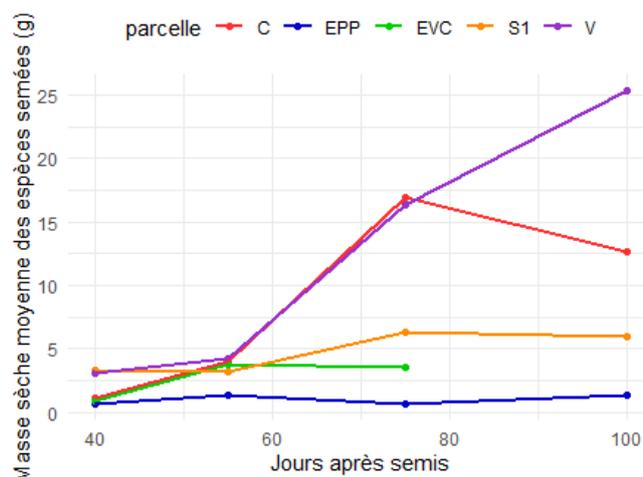


Figure 7 : Evolution de la masse sèche moyenne des prélèvements d'espèces semées pour les modalités 'Appétent' et 'Diversifié' pour toutes les parcelles

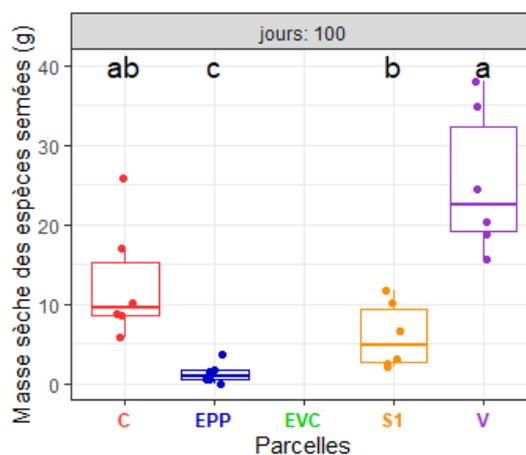


Figure 8 : Masses sèches des prélèvements d'espèces semées pour les modalités 'Appétent' et 'Diversifié' pour les parcelles C, EPP, S1 et V à J+100. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.

On relève les MS moyennes des prélèvements suivantes : 1,3g pour EPP, 6g pour S1, 12,7g pour C et 25,4g pour V. **Selon les parcelles la biomasse semée disponible pour les modalités 'Appétent' et 'Diversifiée' varie donc entre 0,21 et 4,1tMS/ha. L'hétérogénéité de production entre les parcelles est donc particulièrement importante.** A partir des

résultats du diagnostic, de la connaissance de l'itinéraire technique suivi sur chaque parcelle, des observations et des mesures réalisées nous posons l'hypothèse que **la production de biomasse sur les parcelles a été influencée par la compaction du sol, le climat et disponibilité en eau et, ainsi que par la concurrence avec les adventices**. Nous allons nous intéresser à présent à la pression des adventices et reviendrons sur les autres points dans la discussion.

4.2.1.4 Une pression des adventices forte sur la majorité des parcelles

Une comparaison de la production de biomasse des espèces adventices et semées sur l'ensemble des parcelles par un test de Wilcoxon montre une différence significative entre les espèces spontanées et semées. **En effet, en prenant l'exemple du relevé à J+55, la part des adventices dans la masse sèche des prélèvements est significativement plus importante que celle des espèces semées sur les parcelles C, EPP, EVC et S1** (moyennes des masses sèches des prélèvements comprises entre 0,9 et 3,8g pour les espèces semées contre des moyennes comprises entre 9 et 15,7g pour les espèces adventices) (Figure 9). Cette tendance reste globalement la même pour les autres relevés effectués. **Ces résultats mettent en évidence la pression importante des espèces adventices sur la plupart des parcelles.**

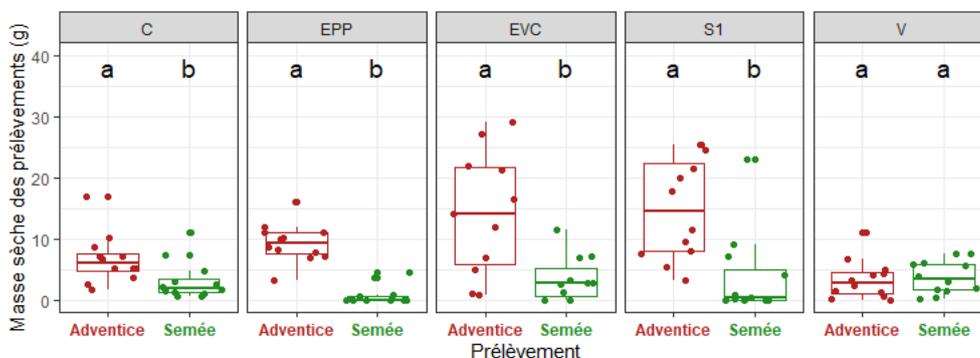


Figure 9 : Part des masses sèches des espèces adventices et semées sur les différentes parcelles pour le relevé J+55 des modalités 'Appétent', 'Diversifié' et 'Enrichi'. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.

En s'intéressant plus spécifiquement aux espèces adventices présentes sur les parcelles on observe la récurrence de certaines espèces dans les relevés. Le tableau 16 présente les 10 espèces les plus présentes dans les relevés effectués. **Les 3 espèces en tête reviennent dans plus de 60% des relevés effectués : il s'agit de deux espèces annuelles à port haut (Chénopode blanc et Armoise annuelle) et d'une espèce vivace (Liseron)**. Globalement la plupart des espèces récurrentes sont **peu sociables** (2 à 5/5 sur l'échelle de Gillet) et ont **tendance à dominer l'espace** (coefficients allant de 2 à 4/5 sur l'échelle de Braun-Blanquet).

Tableau 16 : Importance relative et comportement phytosociologique des espèces adventices les plus récurrentes dans les relevés effectués

Espèces	Présence dans les relevés (%)	Coefficient moyen de sociabilité	Coefficient moyen d'abondance/dominance
Chénopode blanc	63,75	3	3
Armoise annuelle	61	3	3
Liseron	60	3	2
Graminées	58	3	2
Morelle	47,5	3	3
Renouée des oiseaux	38,75	3	2
Mauve	35	2	2
Chiendent	30	5	4
Pain blanc	30	2	3
Rumex	25	2	2

4.2.1.5 De moins bons résultats de production de biomasse de la modalité enrichie quand elle est implantée en fond de parcelle

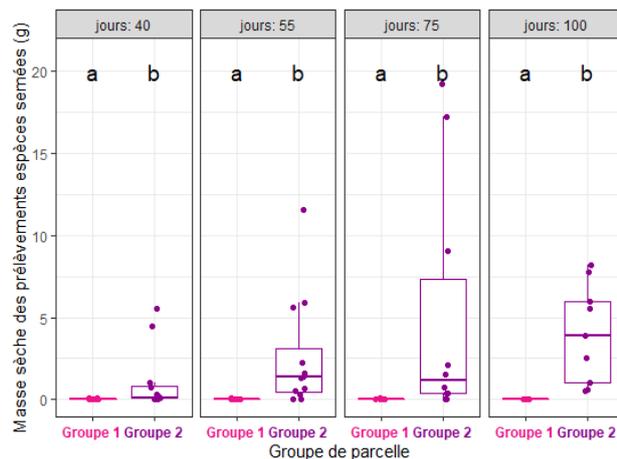
Les parcelles n'ont pas pu toutes être semées de la même manière en raison de la surface et largeur (Annexe 2). Pour cette analyse, nous avons pris en compte le « design » des parcelles et avons fait le choix de séparer les parcelles en 2 groupes :

- Groupe 1 : Parcelles S1 et EPP : Modalité 'Enrichi' implantée uniquement en fond de parcelle,
- Groupe 2 : Parcelles C, V et EVC : Modalité 'Enrichi' implantée en bordure et en fond de parcelle.

Ce choix a été motivé par l'observation de levée des espèces semées qui semblaient plus difficile à mesure que la distance au poulailler augmentait.

En comparant les masses sèches des espèces semées de la modalité 'Enrichi' de ces deux groupes, on observe des différences significatives de production de biomasse (Figure 10). **Les parcelles du groupe 1 présentent des masses sèches des espèces semées proches de 0 ou nulles tandis que pour l'autre groupe ces masses varient entre 0 et 17g par prélèvement.**

Figure 10 : Masses sèches des prélèvements des espèces semées de la modalité 'Enrichi' selon les groupes pour différents relevés dans les zones protégées. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plot sont différentes.



En s'intéressant plus particulièrement aux résultats de production de biomasse des différentes modalités des parcelles du groupe 1 (parcelles EPP et S1) on constate que **la modalité 'Enrichi' est significativement moins productive que la modalité 'Appétent' (Figure 11) pour l'ensemble des relevés (à J+100, moyennes des masses sèches des espèces semées nulle pour la modalité 'Enrichi' et de 2,4g pour la modalité 'Appétent'). Il n'y a pas de différence significative de production de biomasse entre les modalités 'Appétent' et 'Diversifié'**. Pour les parcelles du groupe 2, la tendance est similaire mais les résultats ne sont pas significatifs.

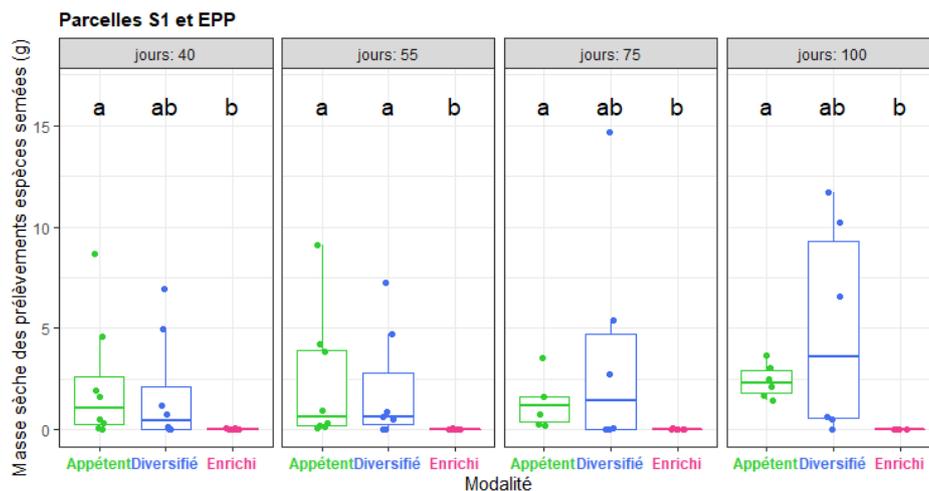


Figure 11 : Masses sèches des prélèvements des espèces semées des modalités 'Appétent', 'Diversifié' et 'Enrichi' des parcelles S1 et EPP pour différentes dates de relevé. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.

Pour comprendre cette différence significative de production de biomasse entre les modalités sur les parcelles du groupe 1, nous nous sommes intéressés aux taux de recouvrements totaux mesurés au début du suivi. **Sur ces parcelles on observe des taux de recouvrements significativement plus élevés pour la modalité 'Enrichi' par rapport à la modalité 'Appétent' à J+15. A J+30, les différences sont encore significatives avec des taux de recouvrements totaux de la modalité 'Enrichi' regroupés entre 80 et 100% alors qu'ils s'évaluent entre 30 et 80% pour les modalités 'Appétent' et 'Diversifié'** (Figure 12). A ces dates, la levée des espèces semées était peu importante. Ces taux de recouvrements proches de 100 pour la modalité Enrichi sont donc principalement liés au développement des espèces adventices.

Ainsi sur ces parcelles on trouve en fond de parcelle, dans des zones peu prospectées et consommées par les volailles, des couvertures végétales spontanées importantes. Au moment de la levée, nous pouvons poser l'hypothèse d'une concurrence forte avec les adventices pour les espèces semées limitant ou empêchant leur développement.

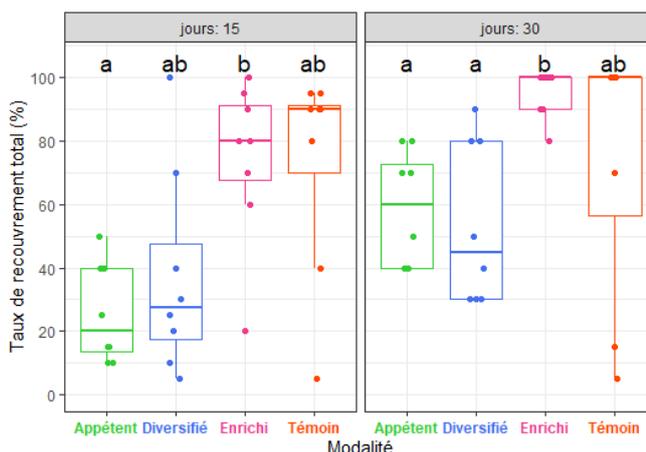


Figure 12 : Taux de recouvrement total dans les zones de relevés de chaque modalité sur les parcelles S1 et EPP à J+15 et J+30. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des taux de recouvrements sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.

4.2.1.6 Croissance et production différentes selon les espèces

L'analyse des résultats obtenus à partir des prélèvements et pesées de masse fraîche des espèces semées dans les zones protégées a permis de comparer la production de biomasse de chaque espèce. Les deux relevés étant espacés de 45 jours les masses fraîches mesurées sont supérieures à J+100 mais les résultats et les comparaisons inter-espèces restent presque similaires (Figure 13). A J+100 l'espèce présentant les meilleurs résultats est la luzerne pour laquelle la masse fraîche moyenne par prélèvement est de 16g. Elle est significativement plus productive que les trèfles (blancs et violets), la fétuque et le fenugrec pour lesquelles les masses fraîches moyennes par prélèvements sont inférieures à 1g. Ces espèces présentent les moins bons résultats et sont également significativement moins productives que la chicorée et le sainfoin.

La modalité Diversifié a été semée avec un mélange de fétuque et de RGA. Lors des relevés, ces espèces de graminées n'étant encore pas arrivées à floraison il était difficile de les distinguer. C'est pourquoi nous retrouvons sur les graphiques la dénomination « Fet/RGA ». Cependant au vu des résultats de levée et croissance de la fétuque, nous pouvons émettre l'hypothèse que les relevés Fet/RGA sont essentiellement composés de RGA. Le RGA et le « mélange » Fet/RGA ont des résultats intermédiaires en termes de production : les masses fraîches récoltées ne sont significativement pas différentes des autres espèces.

En résumé, les espèces pour lesquelles la croissance et la production de biomasse dans nos conditions d'étude ont été les meilleures et qui semblent ainsi adaptées au contexte pédoclimatique sont la luzerne, la chicorée, le RGA et le sainfoin.

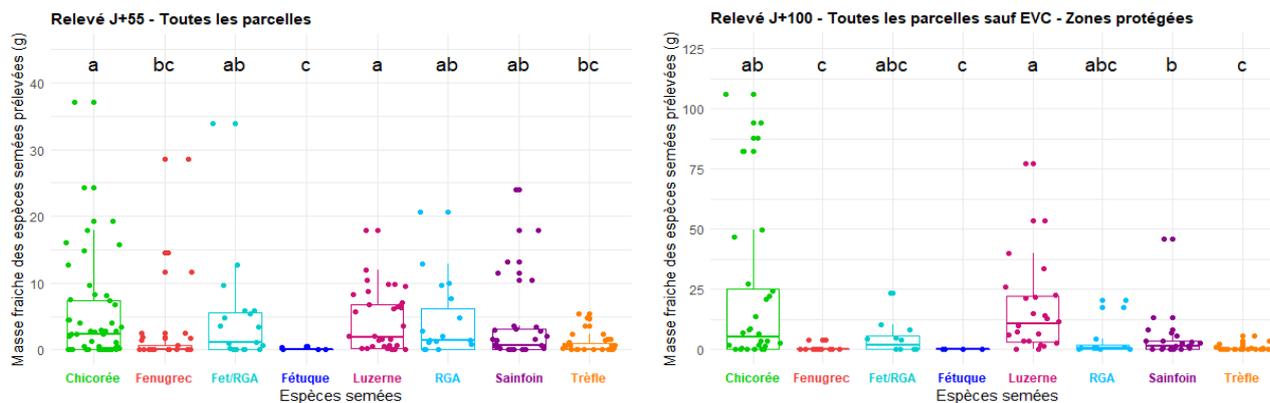


Figure 13 : Masses fraîches des espèces semées prélevées à J+55 et J+100 sur toutes les parcelles, toutes modalités confondues. D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.

4.2.2 Résultat de l'évaluation de l'intérêt du couvert pour les volailles

4.2.2.1 Une quantité d'azote dans les prélèvements intéressante

Les analyses laboratoire de la matière azotée totale (MAT) des mélanges des modalités 'Appétent' et 'Diversifié' prélevés sur la parcelle S1 à J+55 ont mis en évidence la richesse en azote des mélanges. En effet, pour le **prélèvement diversifié on obtient 27,5 g d'azote par kg de masse sèche, et pour le prélèvement appétent 25,6g/kgMS**. La différence entre les mélanges est faible. A titre de comparaison, dans le cadre du projet Secalibio (Brachet, et al. 2018), des analyses de MAT de différentes espèces fourragères semées sur parcours de volailles ont été effectuées. Les MAT des légumineuses se situent autour de 20g/kg d'azote, et les graminées autour de 15g/kg.

En connaissant la production moyenne de biomasse pour les différentes modalités sur le parcours S1, on peut estimer que la disponibilité en matière azoté est comprise entre 600 et 800 mg d'azote par m² soit 2,4 à 3,2g d'azote par volaille.

4.2.2.2 Une consommation rapide et préférentielle pour les espèces semées

Lors de la visite des parcelles, à J+75 et J+100, l'impact de la consommation des volailles était particulièrement marqué. Comparer, les zones protégées et consommées, nous permet de visualiser la diminution de la couverture végétale (Figure 14). Comme on peut le voir dans la partie consommée, les végétaux sont défoliés, il reste les tiges et les parties du végétal hors d'atteinte des oiseaux.



Figure 14 : Parcelle V, J+100 : Couverture végétale dans la zone protégée (à gauche) et dans la zone consommée (à droite)

Les prélèvements de biomasse dans les zones consommées et protégées ont permis de suivre l'évolution de la consommation des volailles. Pour cette analyse nous nous sommes uniquement intéressés aux données récoltées sur les modalités 'Appétent' et 'Diversifié'.

Nos résultats montrent que la masse sèche des espèces semées est significativement plus faible dans les zones consommées que dans les zones protégées quel que soit la date de prélèvement pour toutes les parcelles (Figure 15a). Dans la zone consommée la masse sèche moyenne des espèces semées est 30% plus faible qu'en zone protégée à J+75 (soit 15 jours après l'entrée des volailles) et à J+100 (soit 40 jours après l'entrée des volailles) elle est 76% plus faible (1,6g par prélèvement). **Une fois les volailles réintroduites la consommation des espèces semées a ainsi été rapide.**

Pour les masses sèches des espèces adventices, il n'y a pas de différence significative entre les zones protégées et consommées (Figure 15b). **Ainsi, sur la durée d'étude, la consommation des volailles s'est portée en priorité sur les espèces semées, tandis que les espèces adventices ont été peu consommées.**

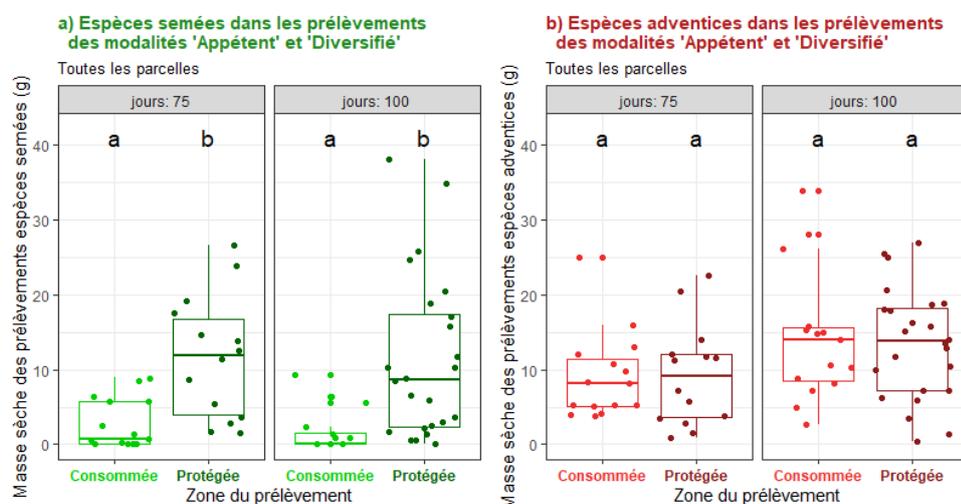


Figure 15 : Masses sèches des prélèvements sur toutes les parcelles à J+75 et J+100 dans les modalités 'Appétent' et 'Diversifié' des : a) espèces semées et b) espèces adventices.

D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.

4.2.2.3 Les espèces résistantes à la pression de consommation des volailles sont des espèces aux tiges rigides et lignifiées

Après 40 jours de consommation des couverts par les volailles la diversité des espèces présentes sur les parcours s'est vu largement diminuer. En effet, à J+55 avant l'introduction des volailles, sur toutes les parcelles sauf EVC, pour les modalités 'Appétent' et 'Diversifié' on relevait 23 espèces adventices et 6 espèces semées différentes. A J+100, sur les mêmes parcelles dans les zones consommées des modalités 'Appétent' et 'Diversifié', on ne compte plus que 9 espèces d'adventices et 2 espèces semées différentes. A noter d'ailleurs que pour les parcelles S1 et EPP, on ne relève plus aucune espèce semée dans les zones consommées des parcours : les parcelles sont intégralement occupées par des adventices.

Les espèces semées que l'on retrouve dans les zones consommées des parcelles C et V sont **la luzerne** et **le sainfoin** (Figure 16). Les espèces adventices les plus présentes et productives dans les relevés sont **la morelle, la mauve, le chénopode blanc et l'armoise annuelle** (Artémisia). **Toutes ces espèces ont un point commun : la rigidité des tiges des individus arrivés en fin de croissance. Cette rigidité limite la capacité de consommation des volailles, on retrouve alors sur les parcours des individus défoliés sur leurs 30 à 50 premiers centimètres.**

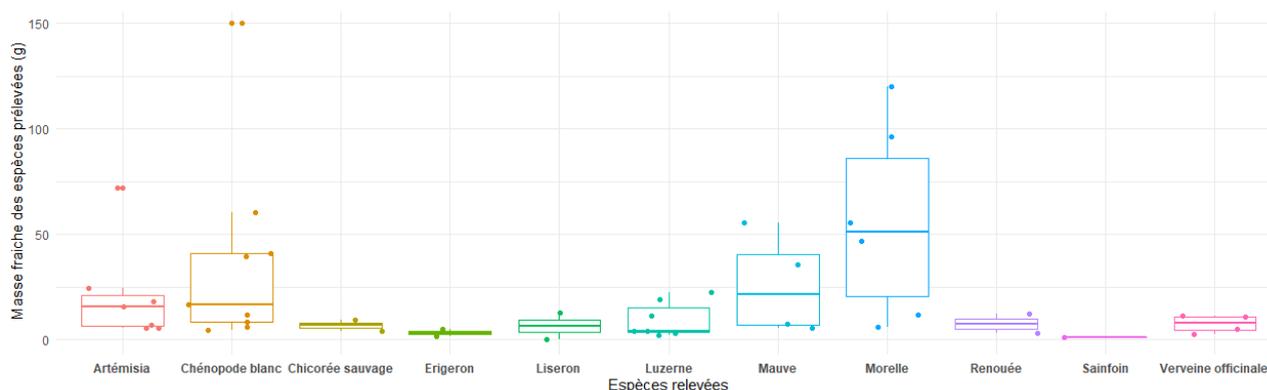


Figure 16 : Masses fraîches des espèces prélevées dans les zones consommées des modalités 'Appétent' et 'Diversifié' à J+100 sur toutes les parcelles (sauf EVC).

4.2.3 Une rentabilité économique de la pratique limitée du fait de la faible production de biomasse sur les parcelles

Maintenant que nous avons analysé les résultats de cette expérimentation en termes de production de biomasse et consommation par les volailles nous pouvons chercher à évaluer l'intérêt technique et économique de la mise en place de couverts végétaux sur les parcours. Comme précédemment nous utiliserons uniquement les résultats des modalités 'Appétent' et 'Diversifié'. Notre modélisation nous montre qu'avec les résultats mitigés des parcelles en termes de production de biomasse, en introduisant les volailles 60 jours après le semis, le nombre de jours d'autonomie en fourrages est faible, compris entre 2 et 6 jours (Tableau 17). Ce faible nombre de jours se traduit par des économies d'aliments limitées et donc un bilan économique négatif en prenant en compte le coût des semences.

Tableau 17: Détails des calculs pour l'évaluation des jours d'autonomie en fourrages et du bilan économique

PARCELLE	C	EPP	EVC	S1	V
S : Surface parcelle en m ² (S)	2500	780	600	670	835
Nb_vol : Chargement (nb volailles/parcelle)	600	150	150	325	180
Volailles élevées	Poules pondeuses	Poules pondeuses	Volailles de chair	Poules pondeuses	Poules pondeuses
MS _{ing_parc_j} : Ingestion journalière moyenne sur les parcours (gMS/j)	4500	1125	720	2438	1350
MS _{dispo J+55} : Biomasse dispo à J+55 (gMS/m ²)	6,47	2,1	6,54	9,09	6,73
λ _{veg} : Croissance végétative (gMS/j)	0,1925	0,031	0,079	0,045	0,372
J_{auto} : JOURS D'AUTONOMIE EN FOURRAGES	4	2	6	3	6
Coût_alim : Coût de l'aliment industriel (€)	690,00 €	690,00 €	670,00 €	690,00 €	690,00 €
Eco_alim : Economie aliment réalisée (€)	12,42 €	1,55 €	2,89 €	5,05 €	5,59 €
Coût_sem_parc : Coût semence pour le parcours (€)	67,50 €	21,06 €	16,20 €	18,09 €	22,55 €
BILAN (€)	-55,08 €	-19,51 €	-13,31 €	-13,04 €	-16,96 €

5. Discussion

L'objectif de ce travail est d'évaluer la faisabilité et les intérêts nutritionnels et économiques de la mise en place de deux pratiques d'élevage innovantes sur les fermes du GIEE. Ces pratiques que sont la fabrication d'aliment à la ferme et les semis de couverts végétaux sur les parcours sont considérées comme des leviers permettant d'améliorer l'autonomie alimentaire des élevages avicoles paysans.

5.1 La FAF en élevages avicoles paysans : viabilité économique et faisabilité technique

5.1.1 Pour commencer, discutons du chiffrage économique proposé

Le chiffrage final comparant le prix d'un aliment issu de la fabrication d'aliment sur la ferme au prix de l'aliment industriel repose sur un chiffrage du prix des matières premières, du montant de l'investissement pour une chaîne de FAF et du coût de la main d'œuvre. Ces chiffrages reposent sur des estimations qui peuvent être améliorées. Nous pouvons proposer quelques pistes d'amélioration des résultats obtenus.

Les prix du blé tendre, du triticale et du pois protéagineux cités sont les prix payés par une coopérative drômoise aux producteurs. En situation de vente directe, il est probable que les prix à la tonne soient majorés. D'autant plus que la livraison n'est pas comprise dans le chiffrage et va augmenter le prix. **Ainsi poser l'hypothèse d'une majoration des prix d'une cinquantaine voire d'une centaine d'euros la tonne pour ces MP ne semble pas aberrant. Dans ce cas l'économie réalisée sera limitée (économie de 3200 € au maximum par an pendant 7 ans si le prix de la tonne des MP est majoré de 100€).**

En ce qui concerne le chiffrage du matériel, il est important de noter le devis sur lequel s'appuie nos données provient d'une entreprise du Sud-Ouest spécialisée en FAF. Le technicien commercial a lui-même présenté son entreprise comme un fabricant et fournisseur de **matériel de grande qualité, et donc aux tarifs relativement élevés**. Travailler sur des approvisionnements de matériel avec des fabricants locaux aux tarifs peut être plus compétitifs peut permettre de limiter le coût de l'investissement.

Concernant le chiffrage du temps de travail, nous sommes partis sur la base d'une main d'œuvre payée au SMIC. En réalité, bien que nous n'ayons pas accès à des données précises, le salaire que parviennent à se verser les éleveuses est inférieur au SMIC net mensuel pour un temps de travail supérieur à 45 heures par semaine. **Le coût horaire de leur main d'œuvre est donc inférieur à celui proposé.**

Enfin, ce que **ce travail n'a pas pris en compte ce sont les charges d'électricité liées à la production**. En raison de la diversité des équipements des fermes étudiées, et de l'actuelle variabilité des tarifs d'électricité en France, il nous a paru difficile de proposer une estimation correcte de ces charges. Nous pouvons toutefois souligner que les charges d'électricité seront plus importantes en installant une chaîne 100% mécanisée et sécurisée car les cellules seront ventilées.

5.1.2 La fabrication d'aliment à la ferme, une pratique viable permettant plus d'autonomie des élevages

Les résultats et le chiffrage de notre étude sur le développement d'un atelier de fabrication d'aliment à la ferme vont dans le sens d'une pratique viable et intéressante économiquement parlant. En effet, avec une installation de chaîne fonctionnelle mais économique utilisant du matériel d'occasion, nous estimons qu'il est possible d'économiser entre 3200 et 6050€ (selon les prix auxquels les MP pourront être achetées) en comparaison avec un système d'achat d'aliment à une entreprise spécialisée. **Ainsi, la fabrication d'aliment à la ferme peut contribuer à l'amélioration des performances économiques des fermes.**

La gestion de la fabrication de l'aliment, le travail perpétuel de testage et d'amélioration des rations et du dosage des MP contribue à une **montée en compétence des éleveurs et éleveuses**. Ils comprennent

plus en détail les besoins de leurs animaux et les intérêts nutritionnels des MP végétales. Ils reprennent en main la nutrition de leur cheptel, peuvent choisir ce qui compose leur aliment et avec qui ils travaillent. **Les éleveurs améliorent ainsi leur autonomie sur la ferme.**

Enfin, formuler ses propres rations permet de choisir des MP locales, et ainsi participer au développement d'une économie agricole locale et directe avec des céréaliers de la région. **Faire de la FAF permet donc de contribuer à l'émergence de filières commerciales courtes et de ne plus dépendre d'industries spécialisées s'approvisionnant en circuits longs et avec des MP d'origine étrangère.** (Les deux fabricants d'aliments fournissant les éleveuses du GIEE s'approvisionnent à 80-85% en MP françaises, 15 à 20% des approvisionnements proviennent donc de l'étranger. Il s'agit principalement d'approvisionnements en tourteaux et légumineuses.)

5.1.3 D'éventuelles difficultés de mise en place et pérennisation de la pratique

5.1.3.1 Difficultés d'approvisionnement et de stabilisation des prix

La difficulté à trouver des approvisionnements stables de MP, et notamment de MP protéiques, est une problématique qui revient fréquemment dans les retours des producteurs FAFeurs (M. Robert (animatrice du GIEE Epi de blé), communication personnelle, 25 mars 2022 & D. Surgey, communication personnelle, 8 août 2022). Cette problématique ne concerne pas uniquement la région. En France l'autosuffisance protéique pour l'alimentation des animaux est limitée et questionnée. En 2015, toutes productions animales confondues, on estimait à 43% l'autosuffisance nationale en protéines issues des matières riches en protéines (tourteaux, graines oléagineux et protéagineux, coproduits céréaliers et luzerne déshydratée). L'utilisation massive de tourteaux de soja importés (49% des tourteaux consommés en France en 2015) pour la nutrition animale en est une des causes (Cordier et al. 2020). K. Crépon, à la recherche de solutions pour l'alimentation des volailles propose : « La teneur en protéines et en énergie des régimes diminue lorsque l'âge d'abattage augmente. [...] Une des solutions techniques pour diminuer la dépendance protéique des filières avicoles pourrait être le développement de productions de volaille à croissance plus lente. » (Crépon 2005). L'élevage biologique répond donc à cette problématique. Le circuit de commercialisation en vente directe des éleveuses du GIEE et plus globalement des élevages avicoles paysans donne plus de flexibilité sur les dates d'abattage des poulets et permet de réduire les exigences d'apports protéiques des aliments. **Aussi, limiter le nombre d'ingrédients dans les rations et travailler avec des MP produites localement est possible et favorise l'approvisionnement en direct.**

Stabiliser les approvisionnements est également important pour stabiliser les prix d'achat des MP. Comme nous avons pu voir précédemment, si le coût des MP augmente trop, il peut devenir plus coûteux de fabriquer son aliment plutôt que de l'acheter. Pour cette raison il nous semble capital de **mettre en place des partenariats avec des céréaliers**, en fixant des prix d'achat des MP rémunérateurs pour les producteurs mais qui ne dépassent des prix maximums au-delà desquels la rentabilité de la FAF n'est plus assurée. Il faut également s'inquiéter de la capacité des céréaliers à fournir la quantité de MP nécessaire à l'autonomie des élevages. Pour les MP plus difficiles à trouver (tourteaux) il nous semble important de **multiplier les fournisseurs potentiels** et de chercher au-delà des huileries industrielles des producteurs paysans pouvant fournir les élevages.

Enfin, **acheter ou louer des terres** pour produire soit même des céréales ou légumineuses peut être un moyen de produire une partie des MP nécessaires à la fabrication de l'aliment à moindre prix. Pour cultiver une des éleveuses prévoit d'avoir recours à un prestataire de service.

5.2.2.2 Difficultés techniques de stabilisation des performances

En fabriquant l'aliment sur la ferme, les sorties du logiciel de formulation de rations nous indiquent, en théorie, ce qui est apporté aux animaux. **Dans la pratique, la variabilité des valeurs nutritionnelles et de la digestibilité des MP utilisées peut être importante** (Juin et al. 2015). Aussi, les apports nutritionnels

réels peuvent différer des apports théoriques. **Il est alors fréquent de rencontrer des difficultés techniques au début de l'activité de FAF, le temps de trouver les bons équilibres de rations et stabiliser les performances de croissance des poulets de chair** (D. Surgey, communication personnelle, 8 août 2022). Les rations théoriques devront être affinées en fonction de la réponse des animaux : augmentation ou baisse de la consommation, temps de croissance allongé, problèmes de santé ou augmentation de la mortalité du cheptel. **Pour prévenir ces problèmes des analyses au laboratoire des MP achetées pourront être effectuées de sorte à caractériser plus précisément les apports réels** (Bordeaux, et al. 2015). Des vétérinaires spécialisés peuvent accompagner les éleveurs dans cette démarche. Bien que vivement recommandées, ces mesures sont coûteuses et tous les producteurs n'en réalisent pas. Dans une enquête menée auprès de producteurs FAFeurs, seuls 40% des interrogés faisaient des analyses régulières de leurs MP (Uzureau & Pattier 2014).

Rappelons qu'en production de volailles de chair vendue en circuit court, les problèmes liés à une diminution de la vitesse de croissance des animaux pourront facilement être contournés en repoussant la date d'abattage. Bien que cela augmente les coûts de production c'est envisageable le temps de stabiliser les performances. **En poules pondeuses, un mauvais équilibre de la ration se traduit de manière quasi immédiate par une diminution du taux de ponte** (O. Malburet-Vye (vétérinaire spécialisée en volailles), communication personnelle, 29 avril 2022). Au cours des essais de formulations de rations, nous nous sommes rendus comptes de la difficulté à répondre aux besoins nutritionnels des poules pondeuses. Très spécifiques, les pondeuses ont des besoins importants en méthionine et relativement faibles en lysine. Faire la balance entre ces deux acides aminés limitants s'est avéré difficile via l'utilisation de seulement 4 ou 5 MP différentes. **Il semble donc techniquement plus difficile et économiquement plus risqué de faire de la FAF pour les poules pondeuses. Aussi, il est conseillé de commencer à travailler sur la FAF pour les volailles de chair pour gagner en technique, avant de s'attaquer à la formulation de rations pour les poules pondeuses** (O. Mertz (ancienne conseillère maraîchage et volailles à Agribio84), communication personnelle, 17 mars 2022).

5.5.2.3 Points de vigilance d'ordre pratique

Des points de vigilance d'ordre pratique liés à l'installation de la chaîne de fabrication et l'organisation du travail sont à prendre en compte.

- Les broyeurs mélangeurs fonctionnent avec de **l'électricité 380V**. Le raccordement au courant triphasé doit être pensé en amont car il nécessite des aménagements particuliers (D. Surgey, communication personnelle, 8 août 2022).
- **L'installation de la fabrique est conseillée sous un espace couvert de dimension suffisante pour accueillir les machines**, les cellules, et gérer les livraisons de MP. La surface nécessaire à prévoir est à discuter auprès des fournisseurs de matériel (J. Legrand, communication personnelle, 29 juillet 2022).
- **Fabriquer soi-même son aliment signifie dédier du temps de travail à cette tâche**. Nous avons estimé qu'il faut compter entre 35 à 50 minutes de travail par semaine pour la fabrication de l'aliment. Selon le niveau de mécanisation de la chaîne cette estimation peut changer. Cependant le temps de travail des éleveuses du groupe sur leur ferme est important (elles l'estiment entre 45 et 60 heures par semaine). Elles sont également très investies dans diverses associations en lien avec leur activité. Aussi, pour elles, le temps de travail associé à la FAF doit être le plus limité possible. **Cette contrainte de temps est à prendre en compte pour tous les éleveurs choisissant de se lancer dans la FAF pour s'assurer de la faisabilité de la pratique vis-à-vis de leur charge de travail**.

5.2 Le semis de couverts fourragers : intérêt économique et nutritionnels, pistes d'amélioration, et valorisation des résultats

5.2.1 Le semis de couverts fourragers : une capacité productive limitée. Hypothèses explicatives et pistes d'amélioration

5.2.1.1 Résultats et hypothèses explicatives

Les résultats de notre expérimentation de semis de couverts fourragers ont mis en évidence une hétérogénéité des résultats selon les parcelles et les modalités. **Mais si certaines parcelles se sont révélées plus productives que d'autres, les résultats de production de MS restent globalement décevants.** A J+100 dans les zones protégées, le rendement estimé de la prairie varie entre 0,21 et 4,1tMS/ha. A titre de comparaison, en 2016, le rendement moyen d'une prairie temporaire était de 5,3tMS/ha en région PACA (Agreste 2016). **Cette faible production ne permet pas de fournir pendant suffisamment longtemps la quantité de fourrages nécessaire aux besoins des volailles. La pratique est alors déficitaire d'un point de vue financier. En l'état le semis de couverts fourragers ne présente pas un intérêt économique pour les élevages.**

Pour expliquer cette faible production plusieurs hypothèses peuvent être formulées :

La première est celle d'une **concurrence forte avec les adventices**. Nous avons pu montrer que sur toutes les parcelles sauf V, la masse sèche des adventices est significativement plus importante que la masse sèche des espèces semées. Dans le fond des parcelles (la zone la plus colonisée par les espèces spontanées du fait de la faible prospection et pression de consommation des volailles) en l'absence de travail du sol, la concurrence avec les espèces semées est d'autant plus précoce. Nous avons pu le mettre en évidence à partir des taux de recouvrement relevés à J+15 et J+30 sur la modalité 'Enrichi' des parcelles S1 et EPP. Dans ces zones très concurrentielles peu ou pas travaillées, le semis a été un échec, les espèces fourragères semées n'ont pas réussi à se développer. De plus, parmi les espèces les plus récurrentes sur les parcelles (présentent dans plus de 60% des relevés) on retrouve le Chénopode blanc, l'Armoise annuelle ou encore le Liseron. Ces espèces se sont caractérisées sur les parcours par leurs caractères invasifs et leur compétitivité avec les autres espèces. Leurs effets négatifs sur les espèces semées semblent confirmés par la bibliographie. En effet, le Chénopode blanc et l'Armoise annuelle sont étudiés pour leurs effets d'allélopathie diminuant le développement des autres espèces (Bajwa et al. 2019 ; Xiaoqian et al. 2005), tandis que le Liseron a montré sa grande compétitivité quant à l'utilisation de l'eau (Stahler 1948).

La seconde hypothèse est celle d'une **réduction de la capacité productive des parcours en lien avec les conditions climatiques extrêmes connues en cette saison estivale 2022**. Dans le Vaucluse (station de référence : Avignon), entre mai et juillet, les températures moyennes étaient comprises entre 20,2 et 27,7°C. En moyenne ces températures sont supérieures de 2 à 4°C par rapport aux normales de saison (estimées à partir des données mesurées entre 1981 et 2010). La pluviométrie a diminué de 57 à 86% par rapport aux normales de saison. En cumulé sur ces 3 mois il a plu 31,3mm (Info Climat 2022). Ces températures extrêmes et cette faible disponibilité en eau ont impacté la production de fourrages dans la région. Au 20 juillet 2022, les prévisions de l'Isop estimaient un déficit de 60% des rendements par rapport à la période de référence (1989-2018) et une avancée de la pousse diminuée de moitié (Agreste 2022). Ainsi de telles conditions météorologiques n'ont pas été favorables à la croissance des espèces fourragères semées.

La dernière hypothèse concerne surtout les résultats obtenus pour la parcelle EPP. Lors du diagnostic agronomique, cette parcelle s'est caractérisée par son sol particulièrement compacté et difficile à creuser. Les relevés écologiques de cette parcelle ont mis en évidence la présence importante de Renouée des oiseaux, espèces que l'on retrouve communément sur des sols piétinés et compactés (Meerts & Vakemans 1991). Sur cette parcelle les résultats de production et même de développement

des espèces semées ont été très limités. Nous pouvons alors poser l'hypothèse que la faible production de biomasse observée sur cette parcelle est la conséquence de multiples facteurs, à savoir une concurrence importante avec les espèces spontanées, une faible disponibilité en eau (cette parcelle a été irriguée uniquement en avril et mai), mais également **une compaction importante du sol limitant la capacité des espèces à se développer**.

5.2.1.2 Pistes d'amélioration

A partir de cette première expérience de semis nous pouvons proposer diverses pistes d'amélioration de l'itinéraire technique suivi :

- **Améliorer la gestion des adventices.** Sur les parcelles mécanisables, selon les espèces adventices présentes, nous pouvons réfléchir aux interventions mécaniques pouvant être mises en place pour réduire l'infestation et la compétition des adventices (fauche, labour, travail superficiel, faux semis...). Sur les parcelles non mécanisables, nous pouvons réfléchir à un paillage ou un travail manuel de fauche et désherbage avant le semis.
- **Changer la date de semis.** Les conditions propices à la levée et la croissance des espèces fourragères sont une humidité du sol suffisante et des températures douces. Ces conditions se retrouvent en général au début du printemps ou en fin d'été (Deleau 2019). Des essais menés par ARVALIS de la grande culture présentent l'avancée des dates de semis comme « un levier d'adaptation aux stress pour plusieurs cultures, de printemps comme d'hiver » (Gouache 2010). Cette année, en raison de différentes contraintes techniques le semis des couverts fourragers n'a pu être effectué qu'à partir du 12 avril. Au vu des conditions climatiques extrêmes rencontrées cette année et qui, avec le changement climatique, risquent de devenir récurrentes, il paraît nécessaire de réfléchir davantage la date de semis pour profiter des températures plus clémentes et d'une pluviométrie plus importante. Semer la première quinzaine du mois de mars ou en automne semble ainsi être plus favorable.
- **Décompacter le sol des parcelles.** Si un premier diagnostic de la parcelle semble indiquer une compaction importante du sol, il peut être pertinent de travailler mécaniquement à la décompaction du sol.

5.2.2 Discussion des résultats de production des différentes espèces semées

Les résultats des pesées de masses fraîches ont mis en avant les espèces fourragères les plus productives. **La chicorée, la luzerne, le RGA et le sainfoin semblent être, parmi les espèces testées, les espèces les plus adaptées aux conditions pédoclimatiques de la région. Au contraire la fétuque élevée, les trèfles et le fenugrec ont été peu productifs.**

Les résultats de réussite des graminées sont étonnants. La fétuque élevée, adaptée aux sols séchants et au climat chaud semblait tout particulièrement adaptée au climat de l'année dans le Vaucluse. Au contraire le RGA, est usuellement peu tolérant aux températures élevées et moyennement adapté aux sols séchants (Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire 2009). Pourtant nos résultats montrent une plus grande réussite du semis de RGA. Cela peut peut-être s'expliquer par les variétés utilisées ou les conditions de semis.

La réussite du semis des trèfles a été limitée. Cela peut s'expliquer par leur tolérance moyenne aux températures chaudes et à la sécheresse. Le fenugrec, quant à lui, est une espèce annuelle au cycle court de 75 jours. Aussi à J+100, il est normal que la masse fraîche de cette espèce soit très faible : les espèces avaient terminé leur cycle. De plus, son incorporation à seulement 5% du mélange 'Diversifié' limite la probabilité d'en faire le relevé pour cette modalité.

Par ailleurs, nous avons montré qu'après l'entrée des volailles sur les parcours, les espèces les plus résistantes sont les espèces aux tiges épaisses et ligneuses (luzerne et sainfoin). Ces espèces sont

usuellement recommandées pour de la fauche plutôt que pour du pâturage (Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire 2009). Cependant, pour préserver une certaine couverture végétale il peut être pertinent de garder ces 2 espèces de légumineuses dans les mélanges choisis pour les semis des parcours.

Ainsi, **notre expérimentation nous permet de recommander le semis de la chicorée, de la luzerne, du sainfoin et du RGA sur les parcours de volailles. Il peut cependant être intéressant de continuer les tests de semis d'espèces fourragères pour trouver d'autres espèces adaptées.** La chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire propose, par exemple, pour les prairies pâturées en sols séchant calcaire l'utilisation dans les mélanges de **lotier corniculé**, ou de **pâturin des prés** (Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire 2009). **Réexpérimenter le semis de fétuque élevée** peut également être pertinent au vu de sa théorique adaptabilité aux climats chauds et secs.

5.2.3 Intérêt du semis pour les volailles

Les taux de MAT mesurés sur les parcelles montrent l'intérêt nutritionnel de la consommation de fourrages. **Riches en azote, les couverts semés peuvent apporter un complément protéique à la ration distribuée.**

Au cours de notre expérimentation, nous avons pu mettre en évidence l'attrait des volailles pour les espèces semées. En effet, **la consommation des animaux s'est portée en priorité sur les espèces semées, tandis que les espèces adventices ont été peu consommées sur la durée de l'étude.** L'appétence et l'intérêt nutritionnel des espèces semées et notamment de celles qui ont été les plus productives est confirmée par la recherche (Scharenberg et al. 2007 ; Wang & Cui 2013 ; Spencer 2013).

En 15 jours, la consommation du couvert par les volailles avait déjà fortement réduit la biomasse semée. Après 40 jours, peu d'espèces semées étaient encore visibles et disponibles sur les parcours. **La pression de consommation des volailles était donc forte sur les parcours et très rapidement toute la biomasse disponible semée a été consommée.**

Avec leurs prairies peu poussantes, la plupart des éleveuses du groupe font face à des **problématiques de surpâturage**. Rappelons qu'on parle de surpâturage quand « l'offre de fourrage est insuffisante face à la demande du troupeau ». Dans ce cas, la productivité de la prairie diminue. Les zones les plus saines sont les plus touchées. On retrouve alors des zones de sol nu, une porte d'entrée à l'installation des adventices (espèces annuelles ou en rosettes) (Huyghe & Delaby 2013). Pour éviter d'en arriver à cette situation et conserver le potentiel alimentaire du parcours, il est nécessaire de soigner la restauration des parcelles, favoriser l'installation du couvert et améliorer la gestion du pâturage. Nous pouvons alors proposer quelques pistes d'amélioration.

La première piste est d'allonger le délai de réentrée des volailles sur les parcours pour permettre une meilleure implantation des espèces fourragères semées. En effet, lors de notre expérimentation, nous avons réintroduit les volailles dès que les 2 mois de vide-sanitaire imposés étaient terminés. Or, au bout de 2 mois la plupart des espèces semées étaient encore en pleine croissance. Le pâturage n'est pourtant pas recommandé tant que les plantes ne proposent pas une offre en herbe suffisante via le développement de ses limbes et talles (Huyghe & Delaby 2013). Les délais conseillés d'exploitation après semis varient selon les espèces : entre 2 et 4 mois après semis pour le RGA ou la chicorée ; entre 6 et 8 mois pour la fétuque élevée, les trèfles, la luzerne et le sainfoin (Bordeaux & Couilleau 2019). Aussi, laisser plus de temps avant l'introduction des animaux peut favoriser l'implantation de la prairie, augmenter la biomasse disponible et la résistance des espèces semées à la consommation des volailles.

La seconde piste est de travailler sur une gestion tournante du pâturage, une fois les volailles introduites sur les parcours. L'objectif est « d'adapter le prélèvement par le pâturage à la biomasse disponible afin de maintenir à moyen et long termes le potentiel de production de la prairie » (Huyghe & Delaby 2013).

Cette pratique est particulièrement pertinente sur les parcours de poules pondeuses pour lesquelles les durées d'élevage sont plus longues (1,5 ans en moyenne contre 3-4 mois pour les volailles de chair). Il est conseillé, une fois l'ensemble des ressources fourragères consommées par les volailles (végétation rase) de laisser du temps de repos aux espèces afin qu'elles puissent relancer leurs cycles végétatifs. Pour les graminées le temps de repos conseillé est de 2 à 3 semaines au printemps et 4 à 5 semaines en été. Pour les légumineuses, le temps est plus long : au minimum 4 à 5 semaines dès le printemps (Huyghe & Delaby 2013). Une étude a montré des résultats favorables au pâturage tournant en parcours de volailles avec une amélioration de la qualité du couvert et une diminution de nombre de zones au sol nu (Maurer et al. 2013).

5.2.4 Expérimentation en milieu paysan et valorisation des résultats

Le semis de couverts fourragers a été mené dans le cadre d'une **expérimentation en milieu paysan** pour lequel peu de facteurs ont pu être contrôlés. Nous avons pu le voir, toutes les parcelles suivies sont différentes quant à leurs caractéristiques mais aussi quant à la manière dont elles ont été travaillées et entretenues. Aussi **les résultats obtenus sur chaque parcelle ne peuvent être sortis de leur contexte**. Toutefois, avoir mis en place le même protocole sur ces parcelles nous a permis de faire ressortir des résultats communs : difficultés de production, pressions d'adventices fortes, problèmes de levée et croissance de certaines espèces semées, intérêt des volailles... Ces points communs donnent de la robustesse à nos résultats et nous ont permis de réaliser des analyses statistiques fiables. Nous avons analysé nos résultats et proposé des hypothèses explicatives et des pistes de travail pour améliorer la pratique de semis (gestion des adventices, décalage de la date du semis, irrigation, travail du sol...).

Mais voilà, l'inconvénient majeur d'une expérimentation en milieu paysan vient du fait que nous ne pouvons pas prouver ces hypothèses, ou garantir que mettre en place les pistes d'amélioration proposées garantiront de meilleurs résultats. Pour cela des expérimentations factorielles ou systèmes, réalisées par des instituts spécialisés dans des conditions plus contrôlées, doivent être menées.

Nos résultats permettent donc de créer des références techniques et économiques contextualisées (Robert 2020). **Ces données sont intéressantes à valoriser, et diffuser, complémentées de ressources techniques et scientifiques car elles peuvent donner de la matière aux producteurs et productrices intéressé-e-s à l'idée d'enrichir leur parcours.** Ils pourront identifier les points communs entre les conditions de leurs parcelles et celles que nous avons étudié. Ils pourront réfléchir à ce qu'ils trouvent pertinent ou peuvent mettre en place sur leurs fermes à partir des pistes de travail proposées.

Conclusion

En arrivant pour la dernière année de travail du groupe GIEE d'éleveuses de volailles du Vaucluse et des Bouches du Rhône, ce stage avait pour but de créer des références techniques et économiques valorisables sur la thématique de l'autonomie alimentaire en élevage de volailles bio et paysans. 2 pistes d'amélioration de l'autonomie alimentaire ont alors été étudiées : la mise en place d'un atelier de fabrication d'aliment sur la ferme et l'amélioration des parcours par le semis de couverts fourragers nutritifs. Nous cherchions à évaluer la faisabilité de mise en place et de développement de ces pratiques, leurs intérêts vis-à-vis de la nutrition des volailles et leurs intérêts économiques.

Nos résultats ont montré qu'il était possible de fabriquer un aliment composé de matières premières produites localement, qui réponde aux besoins alimentaires des volailles de chair. Nous avons proposé différents types d'installation pour les fabriques et avons évalué le coût de revient d'un aliment fabriqué sur la ferme (achat des MP, amortissement des investissements, et temps de travail compris). En comparant ce coût au prix actuel de l'aliment bio complet commercialisé par des industriels spécialisés nous avons estimé qu'il était possible de faire une économie comprise, au maximum, entre 3200 et 6050€ par an. Mettre en place une FAF présente donc un réel intérêt économique pour les élevages avicoles paysans. Cependant certaines difficultés peuvent être rencontrées et sont à travailler en prévision de l'investissement de la chaîne. En effet, les retours de producteurs et conseillers mettent en lumière des difficultés à stabiliser ses performances les premières années et ses approvisionnements. Bien maîtriser l'outil de rationnement, être accompagné par des conseillers et vétérinaires, et faire des analyses régulières sont préconisées pour limiter les difficultés de performances. Pour sécuriser les approvisionnements, travailler en local et coopérer avec des céréaliers nous paraissent être les meilleurs moyens de stabiliser les ressources. Investir dans la location ou l'achat de terres à cultiver constitue une autre piste de sécurisation et d'amélioration de l'autonomie alimentaire.

En ce qui concerne le semis de couverts fourragers, les résultats en termes de production de biomasse obtenus pour cette première expérimentation en milieu paysan se sont révélés hétérogènes selon les parcelles mais globalement insuffisants pour rentabiliser le semis. L'hypothèse formulée pour expliquer ce résultat est celle d'un effet cumulé d'une pression forte des adventices, d'un climat chaud et sec peu propice au développement des végétaux et d'une compaction importante du sol (sur certaines parcelles). Pour améliorer la pratique de semis, nous proposons notamment d'améliorer la gestion des adventices, de changer la date de semis, et de décompacter le sol des parcours par travail mécanique. Notre expérimentation a également mis en évidence une réussite hétérogène de croissance et production des espèces semées. Sur nos parcelles, parmi les espèces semées, ce sont les la Chicorée, la Luzerne, le Sainfoin et le RGA qui ont présentés les meilleurs résultats. Enfin, les analyses de fourrages et la préférence de consommation des volailles pour les espèces semées ont confirmé l'intérêt nutritif de semer des couverts fourragers sur les parcours.

Quelles sont alors les perspectives pour prolonger le travail effectué ?

Concernant le semis de couverts végétaux, nos résultats ont montré la nécessité de maîtriser l'implantation et le suivi du couvert. Si le potentiel est intéressant d'un point de vue nutritionnel, le temps de travail et la rigueur nécessaire la première année pour réussir le semis sont importants (travail du sol pour créer un lit de semence favorable, suivi des adventices et fauches, éventuelle irrigation selon le climat, pâturage tournant...). Le contexte actuel est par ailleurs marqué par un durcissement des normes de biosécurité encadrant la crise de la grippe aviaire. Ces durcissements passent par une claustration obligatoire des animaux sur une longue période de l'année. Aussi dans un tel contexte, l'intérêt d'utiliser les fourrages pour améliorer l'autonomie alimentaire des élevages est remis en question. Investir du temps et de l'argent dans l'amélioration des parcours n'est donc pas une priorité pour les éleveuses du groupe.

En ce qui concerne la FAF, le projet d'installer une fabrique semble particulièrement intéressant pour améliorer l'autonomie alimentaire des fermes. Une des éleveuses compte investir rapidement dans une fabrique. Aussi les résultats de cette étude lui permettent d'avancer dans son projet. Ils donnent également une base de réflexion pour les autres membres du groupe, qui ne sont pour le moment pas prêts à investir. Un accompagnement technique pour les premières années de fonctionnement de la FAF et une formation aux outils de rationnement semblent favorables pour la bonne réussite de l'installation et permettrait d'acquérir plus de données économiques et techniques pouvant compléter cette étude. Travailler sur la contractualisation avec des céréaliers paraît également essentiel pour sécuriser les approvisionnements. Mais au-delà d'un accord purement commercial entre éleveur-euse-s et céréaliers nous pouvons nous intéresser aux potentialités d'une réelle coopération entre ces acteurs pour gagner en autonomie. En effet, les systèmes de cultures et élevages sont complémentaires. Si les premiers produisent les MP nécessaires à l'alimentation des animaux et au paillage, les seconds produisent de quoi fertiliser les cultures. Suivant un objectif de gain d'autonomie, des projets coopératifs entre cultivateurs et éleveurs se développent en France. Par exemple, en Haute-Garonne, un site internet permettant la publication « d'annonces de proposition ou de recherche de produits agricoles biologiques » a été créé. Dans le Tarn-et-Garonne, Bio 82 et l'INRAE de Toulouse, ont lancé en 2014 un « projet de recherche-action visant à créer et à animer un système d'échange et d'approvisionnement réciproque de matières premières entre les éleveurs et les cultivateurs biologiques » (Albert, et al. 2016). Si la réussite et le dynamisme de tels projets sont variables, leurs principes peuvent inspirer les producteurs de la région interrogeant leurs systèmes économiques et leur autonomie. Créer un GIEE regroupant cultivateur·trice-s et éleveur-euse-s prêts à se lancer dans un tel projet pourrait être particulièrement intéressant. Cela permettrait d'apporter un soutien technique aux producteurs du groupe et de créer des références techniques valorisables à plus grande échelle.

Bibliographie

- Académie de Créteil. (s.d). Découvrir la nature de son sol 1/2 : le test du boudin. Disponible sur : http://edd.ac-creteil.fr/IMG/pdf/fiche_test_du_boudin_-_version_1.pdf. (Consulté le 16 mars 2022).
- Agence Bio. (s.d). Les chiffres clés – Productions végétales et animales par région. Disponible sur : <https://www.agencebio.org/vos-outils/les-chiffres-cles/> (Consulté le 6 avril 2022).
- Agreste. (2016). Bilan agricole – Région Provence Alpes Côte d’Azur. Disponible sur : https://draaf.paca.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/95_BILAN_PACA_16_cle46cec1.pdf (Consulté le 23 août 2022)
- Agreste. (2020). Provence-Alpes-Côte d’Azur – Mémento 2020.
- Agreste. (2022). Une production d’herbe déficitaire. *Agreste Conjoncture – Infos rapides - Prairies permanentes productives vues par Isop*, n°2022 – 93. Disponible sur : https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/IraPra22093/2022_93_InforapPrairies.pdf (Consulté le 23 août 2022)
- Albert, S., Bricas, N., Conaré, D. Debru, J., Fournier, S. et al.. Actes de la Journée des innovations pour une alimentation durable, Jipad 2016. *Journée des innovations pour une alimentation durable 2016*, Apr 2016, Montpellier, France. Montpellier SupAgro, 117 p., 2016. hal-02801867.
- Bajwa, A.A., Zulfiqar, U., Sadia, S. et al. A global perspective on the biology, impact and management of *Chenopodium album* and *Chenopodium murale*: two troublesome agricultural and environmental weeds. *Environ Science and Pollution Research* 26, 5357–5371. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-04104-y>
- Bernadet, M-D. & Lague, M. (2017). Effet du fractionnement de l’alimentation en élevage sur les performances zootechniques du canard mulard mâle. *UE sur les Palmipèdes à Foie Gras, INRA-UE89*, 5 p.
- Bestman, M. (2017). Agroforestry for organic and free-range egg production in the Netherlands.
- Bestman, M. & Wagenaar, P. (2003). Farm level factors associated with feather pecking in organic laying hens. *Livestock production Science* 80, 2003, pp. 133-140. DOI: 10.1016/S0301-6226(02)00314-7.
- Blum, J.C., Bourdon, D., Cabrera-Saadoun, M.C., Février, C., Henry, Y., Larbier, M., Laury, V., Lebas, F., Leclercq, B., Lessire, M., Perez, J.M., Plouzeau, M., Sauveur, B., Sève, B., & Stevens, P. (1989). Alimentation des animaux monogastriques : Porc, Lapin, Volailles. INRA, 2. 282 p.
- Bordeaux, C., Roinsard, A., Juin, H., Brachet, M., Dusart, L., Morinière, F., Pattier, S., Nayet, C., Uzureau, A. & Carrière, J. (2015). Cahier technique – Alimentation des volailles en agriculture biologique. *ITAB, IBB, Chambre d’agriculture Pays de la Loire, INRA ITAVI*.
- Bordeaux, C. & Couilleau, L. (2019). TP pédagogique : Conception d’un parcours à volaille en agriculture biologique. *Éléments de réflexions. Projet SECAILBIO*. Chambre d’Agriculture des Pays de la Loire et Lycée des Sicaudières. 22p
- Brachet, M. (2015). Alimentation des volailles en agriculture biologique, quels apports nutritionnels permis par le parcours ? pp. 39 – 42

- Brachet, M., Germain, K., et al. (2018). Parcours à haute valeur protéique. Essais conduits sur volailles de chair à l'INRA du Magneraud – Compte rendu technique.
- Braun-Blanquet, J. & Pavillard, J. (1928). Phytosociologie. Vocabulaire de sociologie végétale, 3e édition, 24 p.
- Braun-Blanquet, J. (1964). Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer, Wien – New-York, 865 p.
- Cadillon, A., Coulombel, A. & Loridat, F. (2011). Observer la structure du sol. Projet SolAB – ITAB et ISARA. Disponible sur : <http://www.itab.asso.fr/downloads/solab/fiche-solab-beche.pdf>. (Consulté le 15 mars 2022).
- Chambre d'agriculture des Hautes Alpes. (2020). Poules pondeuses bio : quelles règles de production ? *Rendez-vous Tech&Bio online – Cultures méditerranéennes*.
- Chambre d'agriculture régionale des Pays de la Loire. (2009). La prairie multi-espèce : Guide pratique. Disponible sur : https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2009_et_ant/brochure_08_prairie_multi_especes.pdf (Consulté le 26 août 2022)
- Chapuis, H., Baudron, J., Germain, K., Pouget, R., Blanc, L., Juin, H. & Guémené, D. (2011). Caractérisation des déplacements et de l'adaptation des poulets de chair au cahier des charges bio via la technologie RFID. *Neuvièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 2011*.
- Charpiot, A., Lubac, S., Gross, H., Decante, D., Allier, F., Guillet, P. & Protino, J. (2014). Parcours de volailles et biodiversité - Propositions d'aménagements et de pratiques favorisant la biodiversité, compatibles avec les élevages de volailles sur parcours.
- CIWF France. (s.d). Guide consommateur – Quelles volailles choisir ? Disponible sur : <https://www.ciwf.fr/changer-votre-alimentation/guide-du-consommateur-responsable/quelles-volailles-choisir/> (Consulté le 8 avril 2022).
- Cordier, C., Saille, M., Courtonne, J-Y., Duflot, B., Cadudal, F., et al. (2020). Quantifier les matières premières utilisées par l'alimentation animale en France et segmenter les flux jusqu'aux filières consommatrices. *3R 2020 - 25e édition Congrès international francophone sur les Rencontres Recherches Ruminants*. pp.1-5. (hal-03128009)
- Coutard, J.P. (2016). Conduire des essais fourrages au champ : éléments de méthode indispensables. Institut de l'Élevage (Idele). Disponible sur : https://idele.fr/?eID=cmis_download&oid=workspace%3A%2F%2FspacesStore%2F744d6c31-ba8c-4a47-a937-3a3afcf34a40&cHash=43eeeb4ebf74ca1d4010ed28809902b3. (Consulté le 20 mars 2022).
- Crawley, K. (2015). Répondre aux exigences d'une alimentation 100 % biologique pour les volailles : contribution des fourrages distribués et pâturés. *Organic Research Centre, UK – Projet européen ICOPP*.
- Crépon, K. (2005). Diversité des productions animales et des systèmes d'élevage en Europe. Impacts induits sur les stratégies d'approvisionnement en protéines, éléments de réflexion... *OCL, Volume 12, Number 3, Mai-Juin 2005*. DOI : 10.1051/ocl.2005.0211
- Daget P., Poissonet, J. & Huguenin, J. (2010). Prairies et pâturages. Méthodes d'étude de terrain et

- Interprétations. UMR Selmet – CNRS et CIRAD. Disponible sur : https://umr-selmet.cirad.fr/FichiersComplementaires/Daget%20JP%20JH%20PRAIRIES-ET-PATURAGES%20-%20CIRAD-CNRS_compressed.pdf (Consulté le 20 mars 2022).
- Dal Bosco, A., Mugnai, C., Rosati, A., Paoletti, A., Caporali S. & Castellini, C. (2014). Effect of range enrichment on performance, behavior and forage intake of freerange chickens. *The Journal of Applied Poultry Research* (23), 2014, pp. 137-145. DOI : 10.3382/japr.2013-00814.
- Dawkins, M. S., Cook, P. A., Whittingham, M. J., Mansell, K. A. & Harper, A. E. (2003). What makes free-range broiler chickens range? In situ measurement of habitat preference. *Animal Behaviour* 66, 2003, pp. 151-160. DOI : 10.1006/anbe.2003.2172.
- De Almeida, GF., Hinrichsen, LK., Horsted, K., Thamsborg, SM. & Hermansen, JE. Feed intake and activity level of two broiler genotypes foraging different types of vegetation in the finishing period. *Poultry science*. 91. 2105-13. DOI : 10.3382/ps.2012-02187.
- Decruyenaere, V., Rondia, P., Moerman, M., Lateur, M. & Rondia, A. (2016). Comment aménager le parcours des volailles ? Le point sur les plantations et le parcours végétal. DOI : 10.13140/RG.2.2.16876.67203.
- Delassus, L. (2015). Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 25 p., annexes (document technique).
- Deleau, D. (2019). Prairies : soigner l'implantation pour une installation rapide. ARVALIS – L'institut du végétal. Disponible sur : <https://www.arvalis-infos.fr/soigner-l-implantation-pour-une-installation-rapide-@/view-16601-arvarticle.html> (Consulté le 23 août 2022)
- Experton, C., Le Bouquin, S., Roinsard, A., Brachet, M., Germain, K. et al. (2018). En élevage biologique des synergies entre les pratiques d'élevage et l'état de santé des animaux : approfondissement en poulets de chair. *Innovations Agronomiques*, INRAE, 2018, 63, pp.71-86. DOI : 10.15454/1.5191147043310452E12.
- FADEAR. (1998). L'agriculture paysanne, un projet de société. Les 10 principes de l'agriculture paysanne. Disponible sur : <https://www.agriculturepaysanne.org/Les-10-principes-politiques-de-l-Agriculture-paysanne> (Consulté le 21 avril 2022)
- FADEAR. (s.d). L'agriculture paysanne, une démarche globale. Disponible sur : <https://www.agriculturepaysanne.org/Les-6-themes-d-analyses> (Consulté le 21 avril 2022)
- Fages, F., De Villotreys R. & Martin, G. (2016). Autonomie alimentaire en concentrés et fourragère. *Dictionnaire d'agroécologie*. Disponible sur : <https://dicoagroecologie.fr/dictionnaire/autonomie-alimentaire-en-concentres-et-fourragere/>. (Consulté le 20 juin 2022).
- FranceAgriMer. (2022a). Œufs – Fiche filière. Disponible sur : <https://www.franceagrimer.fr/Eclairer/Etudes-et-Analyses/Les-fiches-de-FranceAgriMer>. (Consulté le 6 avril 2022).
- FranceAgriMer. (2022b). Volailles de chair – Fiche filière. Disponible sur : <https://www.franceagrimer.fr/Eclairer/Etudes-et-Analyses/Les-fiches-de-FranceAgriMer>. (Consulté le 7 avril 2022).
- Gillet, F. (2000). La phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. 68p. Documents du Laboratoire d'Ecologie végétale, Institut de Botanique, Université de Neuchâtel.

- Gouache, D. (2010). Quelques impacts du changement climatique autour du semis des cultures annuelles : faisabilité, réussite et calage du cycle. *Colloque 17-18 juin 2010 INRA Versailles : Présentation des méthodes et des résultats du projet CLIMATOR*, 42-43.
- Guillet, P., Pineau, C. & Roinsard, A. (2014). Support d'échange pour l'aménagement agroforestier des parcours à volailles de chair Label Rouge et Biologiques. Projet CASDAR Parcours de Volailles – ITAB, CA 72), AGROOF, INRA du Magneraud, ITAVI. Disponible sur : https://afac-agroforesteries.fr/wp-content/uploads/2015/02/4ptypo_basedef.pdf. (Consulté le 16 mars 2022)
- Huygue, C., Delaby, L. (2013). Prairies et systèmes fourragers. Editions France Agricole. 54p.
- Info Climat. (2022). Climatologie de l'année 2022 à Avignon (84). Disponible sur : <https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2022/avignon/valeurs/07563.html> (Consulté le 23 août 2022)
- ITAB. (2014). SECURBIO - GUIDE DE PRÉCONISATIONS : Prévenir les risques de contaminations lors du stockage des céréales biologiques.
- ITAVI. (2022a). Indices coût matières premières dans l'aliment – Juin 2022. Disponible sur : <https://www.itavi.asso.fr/publications/les-indices-itavi>. (Consulté le 4 juillet 2022).
- ITAVI. (2022b). Indice trimestriel « matières premières pour l'alimentation des poules pondeuses biologiques » - Juillet 2022. Disponible sur : <https://www.itavi.asso.fr/publications/indice-trimestriel-matieres-premieres-pour-l-alimentation-des-poules-pondeuses-biologiques/download>. (Consulté le 4 août 2022).
- Jamagne M. & Bétrémieux R. (1992). Estimation de la réserve utile à partir de la texture.
- Juin, H., Bordeaux, C., Feuillet, D., Roinsard, A. (2015). Valeur nutritionnelle de sources de protéines pour l'alimentation des volailles en production biologique. *11^{ème} Journées de la Recherche Avicole et Palmidèdes à Foie Gras*, Institut Technique de l'Aviculture et des Elevages de Petits Animaux (ITAVI). FRA., Mar 2015, Tours, France. (hal-02738631)
- Labidalle, L., Roinsard, A., Sani Ahmad, M., Frueh, B. & Dietermann, L. (2020). Ration Planning Tool : Poultry and Swine. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, IFOAM – Organics International, Bonn and ITAB Institute, Angers.
- Larbier, M. & Leclercq B. (1991). Nutrition et alimentation des volailles. *Editions QUAE*. 357p.
- Lubac, S. (2015). Un parcours planté est mieux utilisé. Dossier Aviculture. *Agri, hebdomadaire professionnel agricole de la suisse romande*. Disponible sur : https://www.mindmeister.com/generic_files/get_file/7760573?filetype=attachment_file&t=E5tOnWW5BN (Consulté le 6 mai 2022).
- Lubac, S., Roinsard, A., Chaillet, I., Fontaine, L., Garnier, J.F., Pressenda, F., Gimaret, M., Dupetit, C. & Bouviala, M. (2015). Atouts et contraintes de la production et de l'utilisation des légumineuses à graines à destination de l'alimentation des volailles. *Restitution des programmes ICOPP, ProtéAB, AviAlim Bio, Avibio, Monalim Bio 18 Juin 2015, Angers – ITAB, CRAPDL, IBB, ITAVI, INRA*.
- Maurer, V., Hertzberg, H., Heckendorn, F., Hördegen, P. & Koller, M. (2013). Effects of paddock

- management on vegetation, nutrient accumulation, and internal parasites in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, Volume 22, Issue 2, 2013, 334-343. DOI: 10.3382/japr.2012-00586.
- Meerts, P & Vakemans, X. (1991). Phenotypic plasticity as related to trampling within a natural population of *Polygonum aviculare* subsp. *aequale*. *Acta Oecologica*, 1991, 12 (2). pp. 203-212.
- Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. (2019). Le bien-être animal, qu'est-ce que c'est ? Disponible sur : <https://agriculture.gouv.fr/le-bien-etre-animal-quest-ce-que-cest> (Consulté le 30 mars 2022).
- Moerman, M. & Rondia, A. (2019). L'élevage des volailles en agriculture biologique - Le parcours aménagé : un outil au service d'un élevage performant. *Cellule transversale de Recherches en Agriculture biologique (CtRAB) du CRA-W*, 29 p.
- Nayet, C. (2022). Un parcours adapté aux volailles. *Formation pour Agribio84 - Chambre d'agriculture de la Drôme*, 95 p.
- Nicol, C., Caplen, G., Trevarthen, A., Hockenhull, J., Lambton, L., Lines, J., Mullan, S., Weeks, C. & Bouwsema, J. (2017). *Farmed Bird Welfare Science Review*.
- Niquet, G. (1989). Guide pratique - Stockage et conservation des grains à la ferme. *Institut Technique des Céréales et des Fourrages (ITCF)*. 146p. Disponible sur : <https://docplayer.fr/17469024-Guide-pratique-stockage-et-conservation-des-grains-a-la-ferme.html> (Consulté le 11 juillet 2022).
- Nir I., Melcion J.P. & Picard M. (1990). Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. *Poult. Sci.*, 69. pp.2177-2184.
- Œuf info. (s.d). Infos filières : Les chiffres clés. Disponible sur : <https://oeuf-info.fr/infos-filiere/les-chiffres-cles/> (Consulté le 4 avril 2022).
- Pattier, S & Uzureau, A. (2014). Résultats de l'enquête FAFeurs : Approche des pratiques, stratégies et attentes des éleveurs en Fabrication d'Aliment à la Ferme. *Projet AviAlim Bio – CDA 72 & CAB*. Disponible sur : <https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/innovation-rd/agriculture-biologique/recherche-developpement/fourrages-et-alimentation-animale/projet-avialim-bio/> (Consulté le 4 juillet 2022).
- Picard M. & Faure J.M. (1997). Comportement : Scan ou focal faut-il choisir ? Journées de la Recherche Avicole. pp.213-216. <https://hal.inrae.fr/hal-02766014>
- Picard M., Melcion J.P., Bouchot C., Faure J.M. (1997). Picorage et préhensibilité des particules alimentaires chez les volailles. *INRAE Productions Animales*, 10 (5). pp.403-414. <https://doi.org/10.20870/productions-animales>
- Picard, M., Le Fur, C., Melcion, J., & Bouchot, C. (2000). Caractéristiques granulométriques de l'aliment : le « point de vue » (et de toucher) des volailles. *INRAE Productions Animales*, 13 (2). p.117–130. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2000.13.2.3773>
- Possémé, B. (2014). Réussir l'implantation des prairies. *Chambres d'agriculture de Bretagne*. Disponible sur :

[http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/23050/\\$File/R%C3%A9ussir%20l%27implantation%20des%20prairies_TERRA441_P24%282%29.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/23050/$File/R%C3%A9ussir%20l%27implantation%20des%20prairies_TERRA441_P24%282%29.pdf?OpenElement) (Consulté le 23 août 2022)

- Rivera-Ferre, M., Lantinga, E. & Kwakkel, R. (2007). Herbage intake and use of outdoor area by organic broilers: Effects of vegetation type and shelter addition. *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences* 54 (2007) 3. 54. DOI : 10.1016/S1573-5214(07)80020-0.
- Robert, M. (2020). Co-construction d'expérimentations paysannes en maraîchage biologique diversifié sur petites surfaces. *Mémoire de fin d'études, Ingénieure Systèmes Agricoles et Agroalimentaires Durables au Sud, Ressources, Systèmes Agricoles et Développement*, Montpellier SupAgro. 66p.
- Rodwell, J. (2006). National Vegetation Classification Users' Handbook. JNCC, Peterborough, UK
- Roinsard, A. (2013). Autonomie alimentaire en AB : Du système de culture associé à l'élevage à la structuration d'échanges territoriaux. *AlterAgri*, Janv-Fev 2013. pp. 26-28. Disponible sur : https://abiodoc.docressources.fr/doc_num.php?explnum_id=1821 (Consulté le 30 août 2022).
- Russel, P., Uzureau, A. (2022). Fiche générique fenugrec (*Trigonella foenum-graecum*). *Collection fiches pratiques*, 1.
- Scharenberg A, Arrigo Y, Gutzwiller A, Soliva CR, Wyss U, Kreuzer M, Dohme F. Palatability in sheep and in vitro nutritional value of dried and ensiled sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*), and chicory (*Cichorium intybus*). *Arch Anim Nutr.* 2007 Dec; 61(6), 481-96. DOI : 10.1080/17450390701664355.
- Sicard, H., Gainche, J. & Fontaine L. (2013). Mesure des biomasses aériennes. Réseau AB Déphy – ITAB. Disponible sur : http://www.itab.asso.fr/downloads/rotab/fiche7_biomasse.pdf. (Consulté le 20 mars 2022).
- Singh, M. & Cowieson, A. (2013). Range use and pasture consumption in free-range poultry production. *Animal Production Science.* 53. pp 1202-1208. DOI : 10.1071/an13199.
- Sossidou, E., Bosco, A., Castellini, C. & Grashorn, M.A. (2015). Effects of pasture management on poultry welfare and meat quality in organic poultry production systems. *World's poultry science association vol. 71*, pp. 375-384. DOI : 10.1017/S0043933915000379.
- Sossidou, E., Bosco, A., Elson, H.A. & Fontes, C.M.G.A.. (2011). Pasture-based systems for poultry production: Implications and perspectives. *World's Poultry Science Journal.* 67. 47 - 58. DOI : 10.1017/S0043933911000043.
- Spencer, T. (2013). Pastured poultry nutrition and forages. *National sustainable agriculture information service*, 1-20.
- Stadig, L., De Smet S., Ampe, B. & Tuytens, F. (2014). Broilers' free-range use is affected by vertical panels, age at first outdoor access and weather conditions. *Proceedings of the Benelux ISAE conference 2014*.
- Stahler, L.M. (1948). Shade and soil moisture as factors in competition between selected crops and field bindweed, *Convolvulus arvensis*. *Journal of the American Society of Agronomy* 40, 2013, 490-502.

- Swarnakar, G., Roat, K., Sanger, B., & Kunawat, A. (2014). Anthelmintic effect of *Trigonella foenum-graecum* on tegument of *Gastrothylax crumenifer* in cattle of Udaipur, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8 p.
- Taylor, P. S., Hensworth, P. H., Groves, P. J., Gebhardt-Henrich, S. G., & Rault, J. L. (2017). Ranging Behaviour of Commercial Free-Range Broiler Chickens 1: Factors Related to Flock Variability. *Animals (Basel)*, 7(7), 54. DOI : 10.3390/ani7070054.
- Terre Inovia. (s.d). Site internet Institut technique de la filière des huiles et protéines végétales et de la filière chanvre. Disponible sur : <https://www.terresinovia.fr/>. Consulté le 10 mai 2022.
- Tufarelli, V., M. Ragni, et V. Laudadio. (2018). Feeding Forage in Poultry: A Promising Alternative for the Future of Production Systems, *Agriculture* 8, no. 6: 81. DOI : 10.3390/agriculture8060081
- Uzureau, A. & Pattier, S. (2014). Résultats de l'enquête FAFeurs : Approche des pratiques, stratégies et attentes des éleveurs en Fabrication d'Aliment à la Ferme. Projet AviAlim - Coordination Agrobiologique des Pays de la Loire et Chambre d'Agriculture de la Sarthe.
- Wang, Q. & Cui, J. (2013). Perspectives and utilization technologies of chicory (*Cichorium intybus* L.): A review. *African Journal Online*, Vol. 10 No. 11 (2011). eISSN: 1684-5315
- Westaway, S. (2017). Silvopoultry : establishing a sward under the trees. *Agroforestry innovation* 40, 2017, 1-2.
- Xiaoqian, M., Yan, M., Shuo, W. & Yaqin, T. (2005). Preliminary study of allelopathy mechanism of *Artemisia annua*. *Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica*, 25(5), 1025-1028.

Annexe 1 : Méthodologie suivi pour le test bêche sur les parcelles

Observer la structure du sol



Test bêche simplifié

La structure du sol est une composante clé de la fertilité. Elle joue un rôle sur la circulation de l'eau, de l'air et de la chaleur et aussi un rôle de support des cultures via le développement racinaire des plantes. La structure du sol est en perpétuelle évolution sous l'influence du climat, de la faune et du sol ainsi que de l'activité agricole (pneumatiques d'engins et outils de travail agricole). Il est important de la connaître afin de diagnostiquer son état, et ainsi orienter les choix et les pratiques culturales (travail du sol, apport de matière organique...). Etudié dans le cadre du projet SOLAB, le test bêche permet de suivre la structure du sol.

Dans cette fiche
Principe du test
Intérêts du test
Test en pratique
Protocole détaillé
Test en images

Intérêts du test

La structure du sol résulte de la façon dont sont associés les constituants élémentaires d'un sol. Selon les cas, cette association aboutit à des éléments structuraux (agrégats, mottes, ...) agencés différemment les uns par rapport aux autres. Elle se définit par (1) la forme des agencements et leur taille, (2) la porosité ou l'importance respective des vides et des pleins, et (3) la résistance des liaisons qui unissent les constituants élémentaires entre eux ainsi que les éléments structuraux.

Le test bêche permet de diagnostiquer l'état de la structure du sol à travers ses différentes caractéristiques (porosité, résistance à la rupture...). Connaître la structure du sol constitue un facteur explicatif du développement de la culture et de l'évaluation du rendement. Le test bêche est donc un outil contribuant à l'évaluation des pratiques culturales par l'agriculteur.

La force du test bêche réside dans sa simplicité. C'est un test très visuel et pédagogique permettant d'acquérir des informations qualitatives sur le sol. Les résultats du test bêche forment une première étape dans l'évaluation du fonctionnement d'un sol. Chacun peut s'approprier l'outil et créer ses propres références dans un contexte pédoclimatique donné. La réflexion peut ensuite être complétée par un diagnostic plus approfondi avec le profil culturel.

Dans une approche globale du sol, les résultats de ce test sont à croiser avec ceux d'autres indicateurs de la fertilité du sol (physique, chimique, biologique). La compréhension du sol dans son ensemble est la clé pour prendre des décisions techniques adaptées.

En pratique

Matériel : bêche bêche, éventuellement pénétromètre ou tige métallique et mètre.
Environ 45 minutes.
En sols peu ou non caillouteux, ni trop secs et ni trop humides.

Principe du test

Il s'agit de diagnostiquer l'état de la structure du sol à partir d'une bêche de sol, c'est-à-dire un volume de sol prélevé à la bêche. La réalisation de ce test est simple et peu destructive. A l'aide d'une bêche, le test consiste à prélever une bêche à observer. Il s'agit d'examiner d'abord la tenue du bloc de terre prélevé puis, en fractionnant progressivement le bloc, d'observer les racines, les cailloux, la terre fine, les mottes et leur mode d'assemblage. Au préalable, il est possible de réaliser une observation de la surface du sol.

Le test bêche est un outil simplifié inspiré du Profil Culturel. Le profil peut être effectué pour compléter le diagnostic du test bêche. En suivant les étapes du protocole (Gautroumeau et Manchon, 1987), le repérage dans l'espace des observations permet d'évaluer avec précision l'impact du passage de pneumatiques et d'outils de travail du sol sur la structure en lien avec les caractéristiques pédologiques du sol. Le profil culturel est un outil de terrain riche en informations mais qui nécessite généralement l'intervention d'un expert pour obtenir des observations détaillées et pointues. De plus, c'est une méthode plus destructrice (taille de la fosse) et gourmande en temps (creuser, observer, reboucher). En alternative au profil, le test bêche permet de suivre régulièrement et plus facilement l'évolution de la structure du sol sur les premiers horizons travaillés.

L'intérieur du volume de sol (figures 6 et 7), à observer pour chaque sous-bloc)

- 1 Observer les racines
 - 2 Estimer le pourcentage de cailloux
 - 3 Observer les mottes présentes
 - 4 Définir la proportion de terre fine par rapport aux mottes
- Déterminer les différents types de mottes et leur abondance en pourcentage. Pour les identifier et les repérer, il faut regarder leur surface, leurs arêtes et leur porosité (pores et racines). Il existe trois types de mottes, Γ , Δ et $\Delta 0$, définis selon un assemblage précis (voir ci-dessous).

Éléments d'interprétation : plus il y a de terre fine par rapport aux mottes, un sol franchement travaillé, la proportion de terre fine est plus grande. Il faut donc attendre quelques temps avant de réaliser l'observation, pour voir réellement comment se comporte le sol.

Aide à la détermination de l'état interne de mottes



Les mottes avec une surface rugueuse et un intérieur lisse sont dites Γ (gamma). Elles ont des racines et des galeries de vers de terre. Dans la nomenclature, ces mottes sont nommées les mottes Γ (gamma).



A l'opposé certaines mottes sont très tassées. Leur surface est lisse et plane, les arêtes droites et il n'y a pas de porosité visible à l'œil. Ce sont les mottes Δ (delta).



A l'intermédiaire, certaines mottes ont une surface relativement lisse, témoin de tassement. Mais quelques racines et/ou galeries sont quand même visibles. Ces mottes sont nommées $\Delta 0$ (delta zéro).



Éléments d'interprétation : Plus il y a de mottes Γ (gamma), meilleure est la porosité et donc la structure du sol.

Test adapté par Joséphine Peigné (SABA-Lyon) et testé par les expérimentateurs du projet SOLAB
Rédaction et mise en page : Flora Loidat, Adeline Cadillon et Aude Coulombel (ITAB)
Coordination : Laetitia Fourré (ITAB)
Crédits photo : ITAB/SABA, Lyon

Le projet SOLAB (n° 9037) a reçu l'appui du Comité d'Affectation Spéciale du Développement Agricole et Rural (CASDAR) du ministère de l'Agriculture. Document finalisé avec l'appui financier de FranceAgriMer



Le projet SOLAB porte sur la gestion des sols et son impact sur la fertilité dans les systèmes de Grandes Cultures, Maraîchage, Arboriculture et Viticulture. Ce projet s'appuie sur un réseau de 24 partenaires et 18 sites expérimentaux en France.
Différents modes innovants de gestion du sol sont étudiés : les techniques culturales simplifiées (TCS) en Grandes Cultures, les planches permanentes et autres TCS en Maraîchage et les alternatives à l'entretien mécanique sous le rang en Arboriculture et Viticulture. La faisabilité et la durabilité de ces modes de gestion innovants du sol sont évaluées par le suivi de différents critères.
Pour évaluer la fertilité des sols, plusieurs outils de diagnostic simplifiés utilisables en Grandes Cultures, Arboriculture et Viticulture sont proposés : le test bêche pour évaluer la structure du sol et trois bio-indicateurs liés aux populations ou à l'activité des vers de terre. Les acquis du projet sont partagés à travers des démonstrations et des manifestations sur les sites ou bien grâce aux divers supports techniques (vidéos, guides et protocoles techniques) produits par les partenaires du projet SOLAB.

Protocole détaillé

Un bon départ : choisir les conditions optimales

Avant de commencer tout prélèvement, il faut s'assurer des conditions d'humidité du sol. Le sol ne doit être ni trop sec (impossible de creuser), ni trop gorgé d'eau (impossible d'observer). Un sol humide et ressuyé est optimal. L'observation peut être réalisée tout au long du cycle cultural. Il vaut mieux attendre quelques jours, voire quelques semaines après le passage d'outils de travail du sol pour réaliser le test, sinon seul l'effet direct du passage de l'outil est perçu.

Pour l'étape d'observation de la surface du sol (étape 1), en culture annuelle, il est préférable d'agir en début de cycle pour pouvoir noter les observations à la réussite de la levée.

Le prélèvement est fait sur une zone homogène représentative de la parcelle. Pour analyser statistiquement les observations, 3 à 4 observations par zone homogène sont le minimum requis. Cependant, lorsque l'objectif de l'observation est plus d'ordre qualitatif chacun adaptera le nombre d'observations en fonction du temps disponible. Il faut compter environ 45 minutes pour une observation.

Etape 1 : observer la surface du sol

Ce protocole est simple. Plus le test sera effectué, plus les éléments décrits ci-dessous seront faciles à déterminer.

L'observation de l'état de surface est surtout intéressante pour les cultures annuelles car elle informe sur les conditions de germination et de levée (présence d'éventuels obstacles) des plantules. Cependant dans tous les systèmes de culture, l'observation préalable de l'état de la culture et de la surface du sol peut apporter des éléments explicatifs pour l'observation en profondeur.

Sur une surface d'environ 30x30 cm :

Estimer en pourcentage le pourcentage de cailloux présents en surface. Les zones avec beaucoup de cailloux risquent de pénaliser la levée en formant une barrière physique aux plantules.

Si une croûte de battance (désagrégation du sol et formation d'une croûte en surface sous l'action de la pluie) est présente, mesurer son épaisseur et estimer son recouvrement en pourcentage. Cela permet d'apprécier la part de sol ou la levée peut être plus difficile.

Pour compléter l'idée faite sur la désagrégation à la surface du sol et pour voir la préparation du semis, observer la forme et la taille des mottes de surface.

Etape 2 : prélever le volume de sol

Evaluer le tassement global du sol sur la parcelle

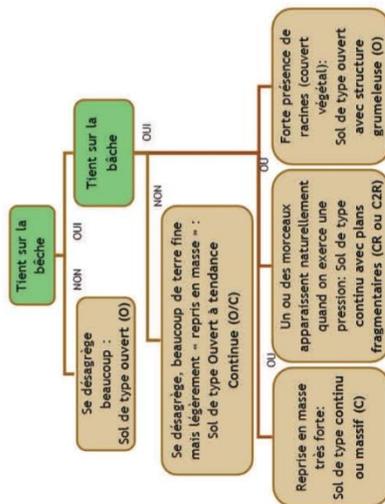
Cette étape, facultative, vise à évaluer le tassement du sol d'une parcelle, permettant ensuite de conforter les observations visuelles faites sur le bloc. Avant de prélever le sol, on peut déjà repérer des couches plus tassées. Dans l'idéal, utiliser un pénétromètre : il s'agit d'une tige rigide liée à un manomètre qui mesure la pression nécessaire pour enfoncer manuellement la tige et passer au travers de différentes couches de sol. Comme dans ce cas, il est plus important de sentir plutôt que de mesurer précisément le tassement, le pénétromètre peut être remplacé par une simple tige métallique. En enfonçant la tige dans le sol, mesurer à quelle(s) profondeur(s) le sol est plus difficile à pénétrer. Il est aussi possible de ressentir la présence éventuelle d'une semelle de labour.

Un prélèvement simple et rapide

A l'aide d'une bêche, prélever un volume de sol formant une surface carrée d'une bêche de côté (environ 20x20 cm²) et aussi profonde que possible (20 à 40 cm). Il est conseillé de réaliser, au préalable, une pré-tranchée d'une largeur égale à celle d'une bêche (soit un volume d'environ 20x20x30 cm³), qui facilite ensuite le dégageement du bloc à analyser. Prélever le volume de sol à partir d'un des côtés de la pré-tranchée (Figure 1 et 2). Pour récupérer le bloc par effet levier, pré-découper les côtés du bloc avec la bêche.

Les observations de la surface et du volume de sol (étapes 1 et 2) ne sont pas nécessairement à faire en même temps. Le choix de l'une ou de l'autre dépend aussi des objectifs recherchés : évaluation de la qualité du sol de semence, évaluation du travail du sol ou compréhension des facteurs du rendement.

Dans les sols trop caillouteux, l'extraction d'un bloc est plus difficile (voire impossible). Il est alors possible de remplacer la bêche par une fourche bêche. Dans les autres cas, la bêche reste l'outil idéal afin de ne pas perdre de sol entre les dents de l'outil. Afin d'aller vraiment en profondeur (sous la semelle de labour par exemple), il peut être judicieux d'utiliser une bêche de drainage (bêche longue, jusqu'à 80 cm, et étroite).



La tenue du volume de sol

L'observation de la tenue du bloc sur la bêche puis sur la bêche permet de définir le mode d'assemblage des mottes (figures 3 et 4), c'est-à-dire de caractériser la structure. En suivant les étapes du diagramme ci-contre, évaluer l'état de fragmentation du volume de sol.

Pour compléter les observations sur la fragmentation, compter le nombre de blocs se formant à la fragmentation, directement ou après une légère pression (figure 5).
Éléments d'interprétation : Dans un sol de type continu ou massif (C) formant un ou peu de blocs (Cb), la porosité d'assemblage est très faible et empêche une bonne circulation des fluides et s'oppose au développement des racines. Il faut privilégier des structures de types ouvert (O) ou avec beaucoup de fragments (C2R).

Le test en images

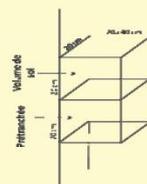


Figure 1 : Creuser la pré-tranchée

Figure 2 : Pré-découper le volume de sol à analyser

Figure 3 : Prélever la bêche de sol



Figure 5 : Observer la fragmentation des blocs.



Figure 6 : Observer l'état interne des mottes.



Figure 7 : Estimer la proportion de cailloux, de terre fine et de chaque type de motte.

Annexe 2 : Schéma des parcelles

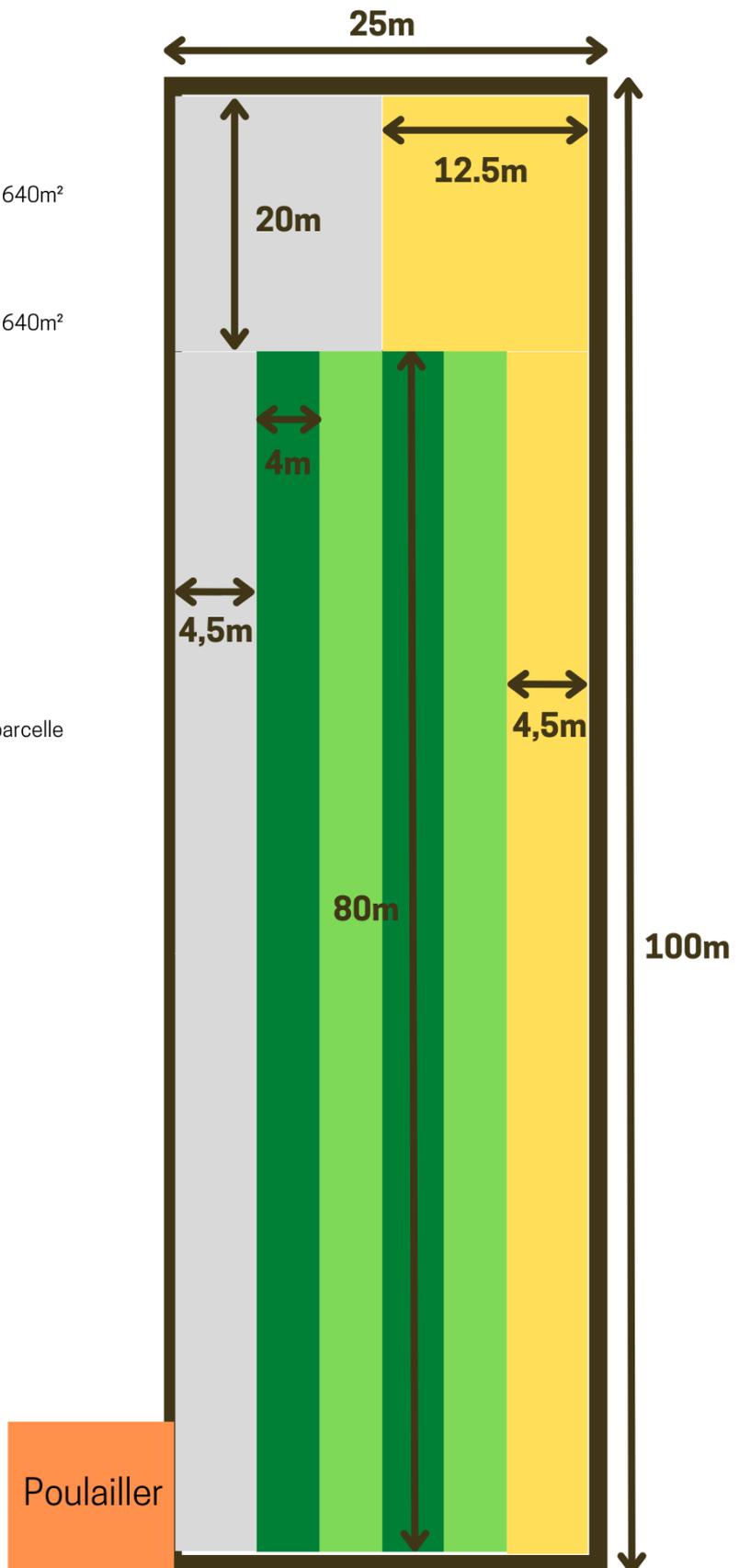
C

Modalité appétente :
2 bandes de 4 x 80m = 320m² x 2 = 640m²

Modalité diversifiée :
2 bandes de 4 x 80m = 320m² x 2 = 640m²

Modalité enrichie :
1 bande de 4,5 x 80m = 360m²
1 bande de 12.5 x 20m = 250m²
TOTAL : 610m²

Modalité témoin :
Couvert spontané : PAS DE SEMIS
1 bande de 4,5 x 80m = 360m²
1 bande de 12.5 x 20m = 250m²
TOTAL : 610m²
Présence de pain blanc en fond de parcelle



EPP

- Modalité appétente :**
2 bandes de 4 x 50m = 200m² x 2 = 400m²
- Modalité diversifiée :**
2 bandes de 4 x 50m = 200m² x 2 = 400m²
- Modalité témoin :**
Couvert spontané : PAS DE SEMIS
1 bande de 6 x 15m = 90m²
- Modalité enrichie :**
1 bande de 6 x 15m = 90m²



EVC



Modalité appétente :

1 bande de 3.5 x 25m = 87.5m²

1 bande de 3.5 x 30m = 105m²

TOTAL : 193m²



Modalité enrichie :

1 bande de 5 x 8.5m = 42.5m²

1 bande de 3.5 x 15 = 52.5m²

TOTAL : 95m²



Modalité diversifiée :

1 bande de 3.5 x 25m = 87.5m²

1 bande de 3.5 x 30m = 105m²

TOTAL : 193m²



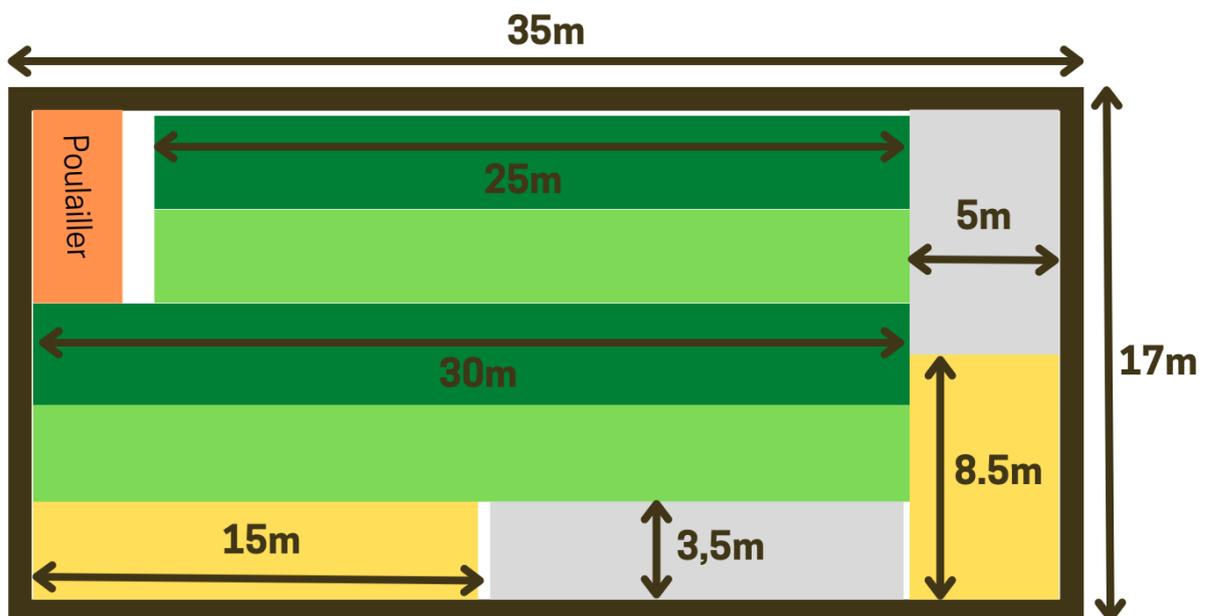
Modalité témoin :

Couvert spontané : PAS DE SEMIS

1 bande de 5 x 8.5m = 42.5m²

1 bande de 3.5 x 15 = 52.5m²

TOTAL : 95m²



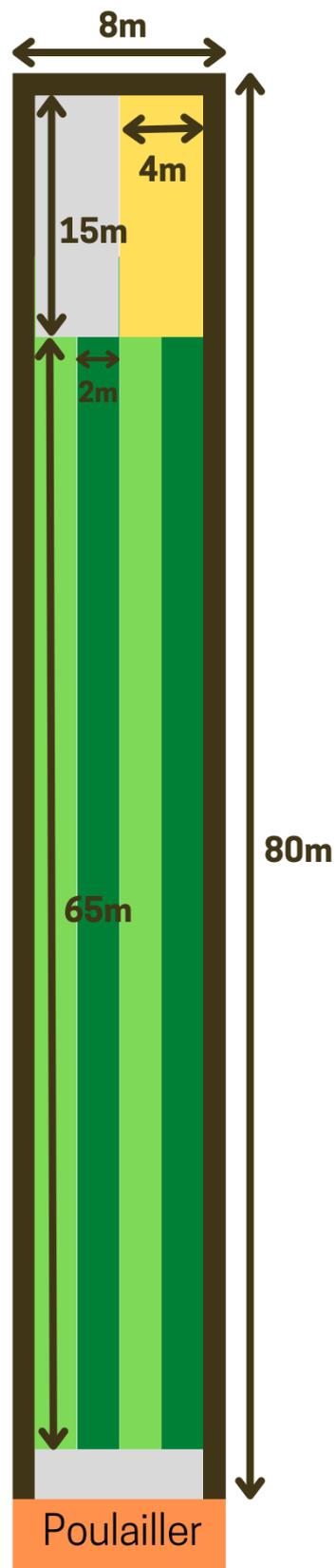
S1

Modalité appétente :
2 bandes de $2 \times 65\text{m} = 130\text{m}^2 \times 2 = 260\text{m}^2$

Modalité diversifiée :
2 bandes de $2 \times 65\text{m} = 130\text{m}^2 \times 2 = 260\text{m}^2$

Modalité enrichie :
1 bande de $4 \times 15\text{m} = 60\text{m}^2$

Modalité témoin :
Couvert spontané : PAS DE SEMIS
1 bande de $4 \times 15\text{m} = 60\text{m}^2$



V



Modalité appétente :

1 bande de 5 x 24m = 120m²
 2 bande de 5 x 16,5m = 82,5 x 2 = 165m²
 TOTAL : 285m²



Modalité diversifiée :

2 bande de 5 x 24m = 120m² x 2 = 240m²
 1 bande de 5 x 16m = 80m²
 TOTAL : 320m²



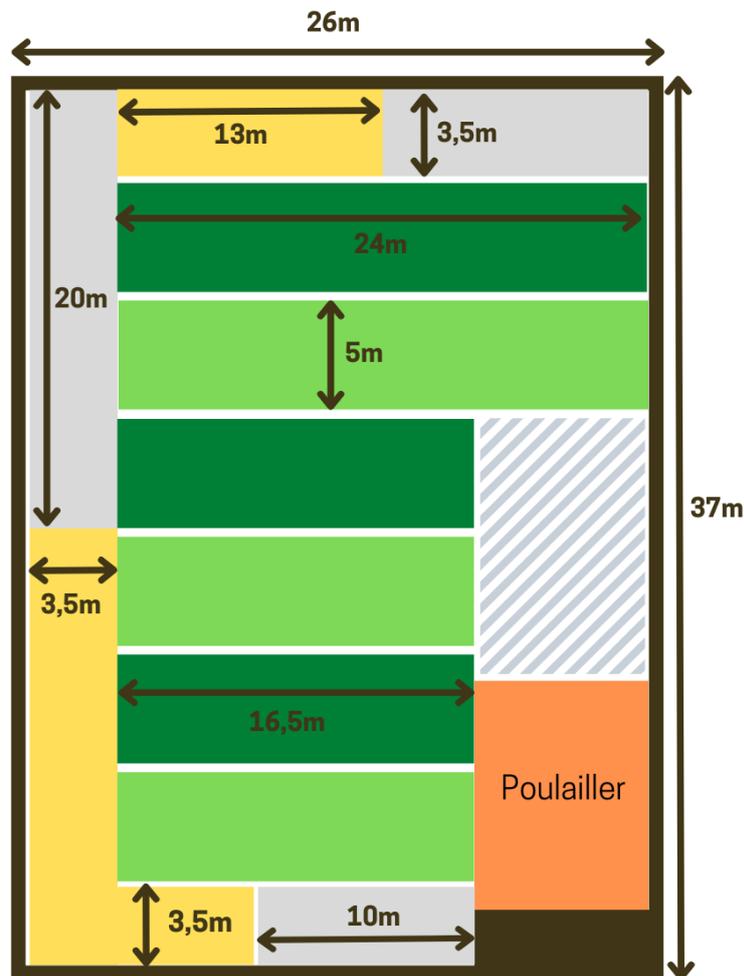
Modalité enrichie :

1 bande de 3,5 x 13m = 45,5m²
 1 bande de 3,5 x 16,5m = 57,75m²
 1 bande de 3,5 x 10m = 35m²
 TOTAL : 138,25m²

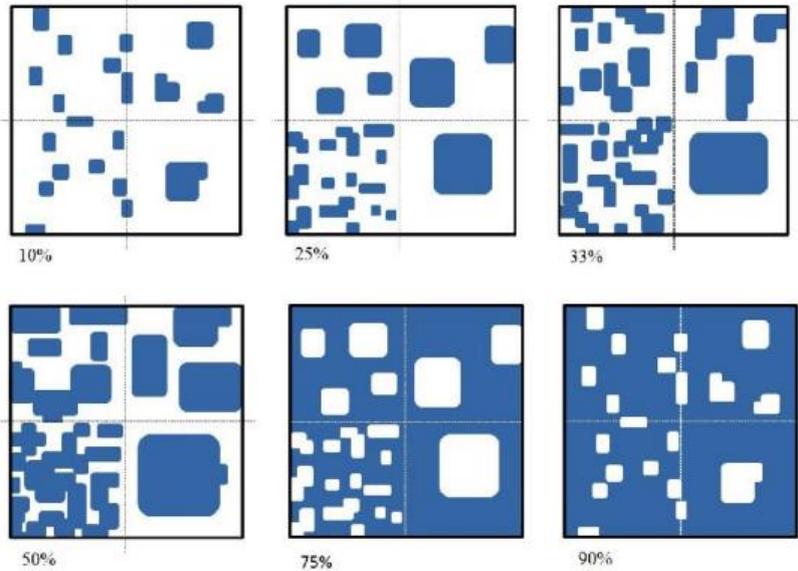


Modalité témoin :

Couvert spontané : PAS DE SEMIS
 1 bande de 3,5 x 13m = 45,5m²
 1 bande de 3,5 x 20m = 70m²
 1 bande de 3,5 x 10m = 35m²
 TOTAL : 150,5m²



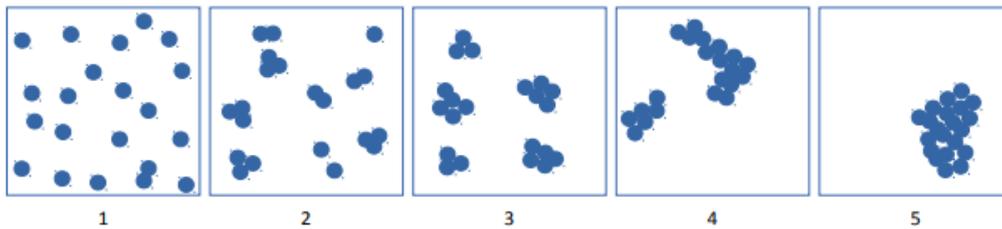
Annexe 3 : Représentation schématique du recouvrement végétal. (Source : Delassus, 2015)



Annexe 4 : Coefficient d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (Source : Braun-Blanquet, 1928 ; Barkman et al., 1964)

Coefficient	Nombre d'individus	Taux de recouvrement
5	Quelconque	> 75%
4		50 à 75%
3		25 à 50%
2b		12,5 à 25%
2a		5 à 12,5%
1	Assez abondants	< 5%
+	Peu abondants	

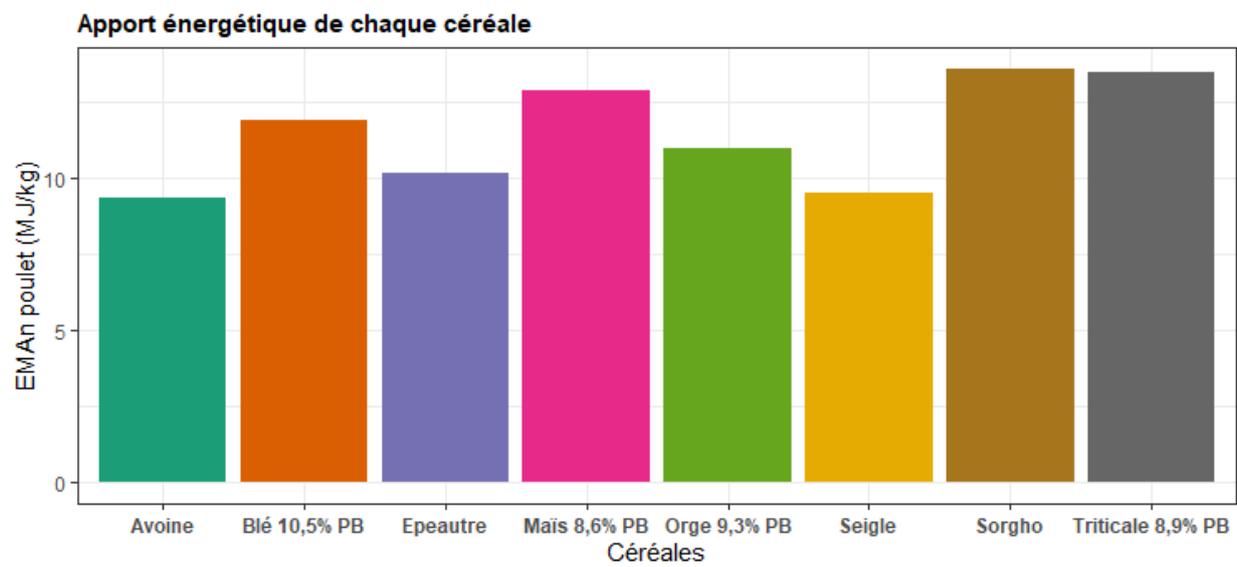
Annexe 5 : Coefficient de sociabilité et représentation schématique des coefficients
(Source : Delassus 2015)



L'échelle utilisée est celle de Gillet (Gillet, 2000) :

- 1 : éléments répartis de façon ponctuelle ou très diluée (pieds isolés) ;
- 2 : éléments formant des peuplements ouverts, très fragmentés en petites taches à contours souvent diffus (touffes, bouquets) ;
- 3 : éléments formant des peuplements fermés mais fragmentés en petits îlots (nappes, bosquets) ;
- 4 : éléments formant plusieurs peuplements fermés, souvent anastomosés, à contours nets (réseaux) ;
- 5 : éléments formant un seul peuplement dense.

Annexe 6 : Apport énergétique potentiel des différentes céréales (Source : Labidalle et al. 2020)

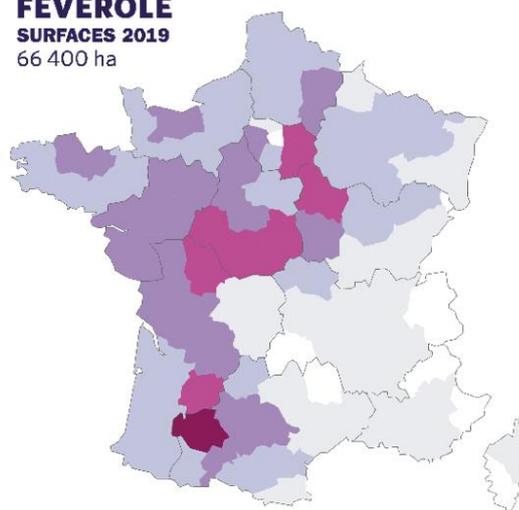


a) Féverole

PRINCIPALES RÉGIONS DE PRODUCTION DE LA FÉVEROLE EN FRANCE

(Occitanie, Nouvelle-Aquitaine, Centre-Val de Loire, Bourgogne-Franche-Comté, Île-de-France)

FÉVEROLE
SURFACES 2019
66 400 ha



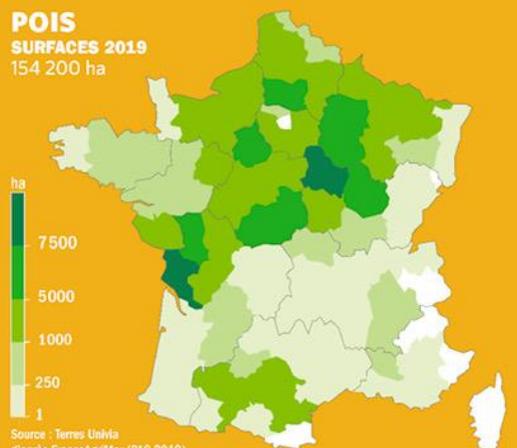
Source : Terres Univia d'après FranceAgriMer (PAC 2019)

b) Pois

PRINCIPALES RÉGIONS DE PRODUCTION DU POIS EN FRANCE

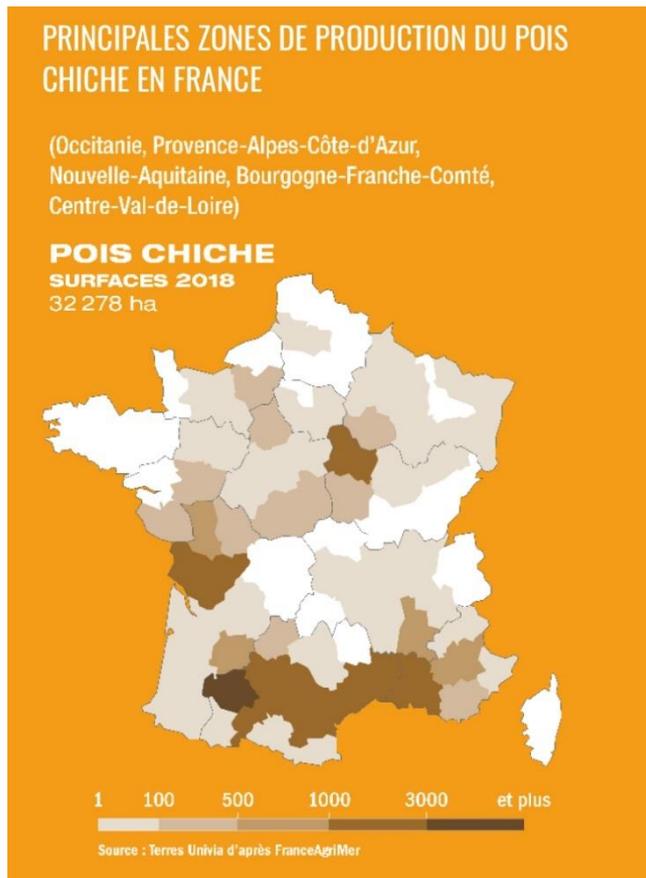
(Nouvelle-Aquitaine, Bourgogne-Franche-Comté, Centre-Val de Loire, Grand Est, Hauts-de-France, Occitanie)

POIS
SURFACES 2019
154 200 ha

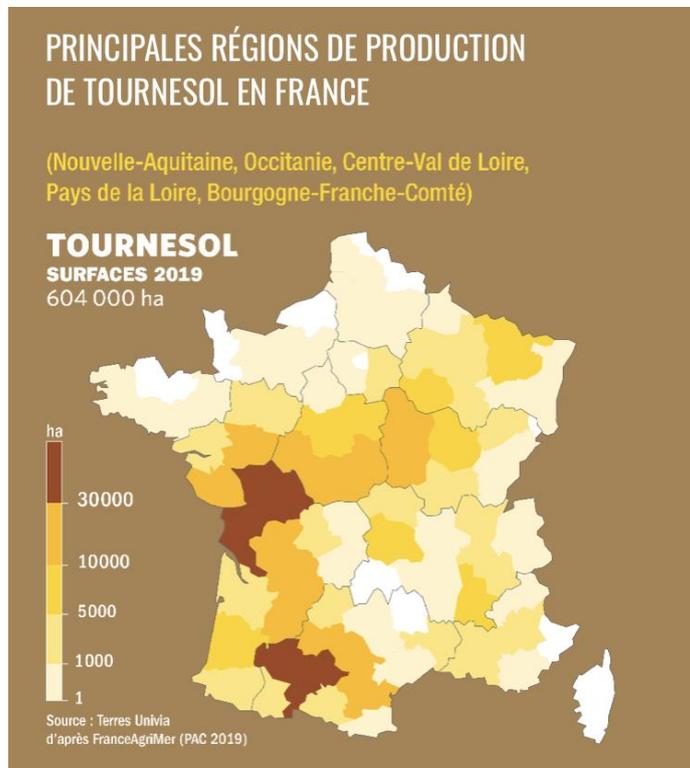


Source : Terres Univia d'après FranceAgriMer (PAC 2019)

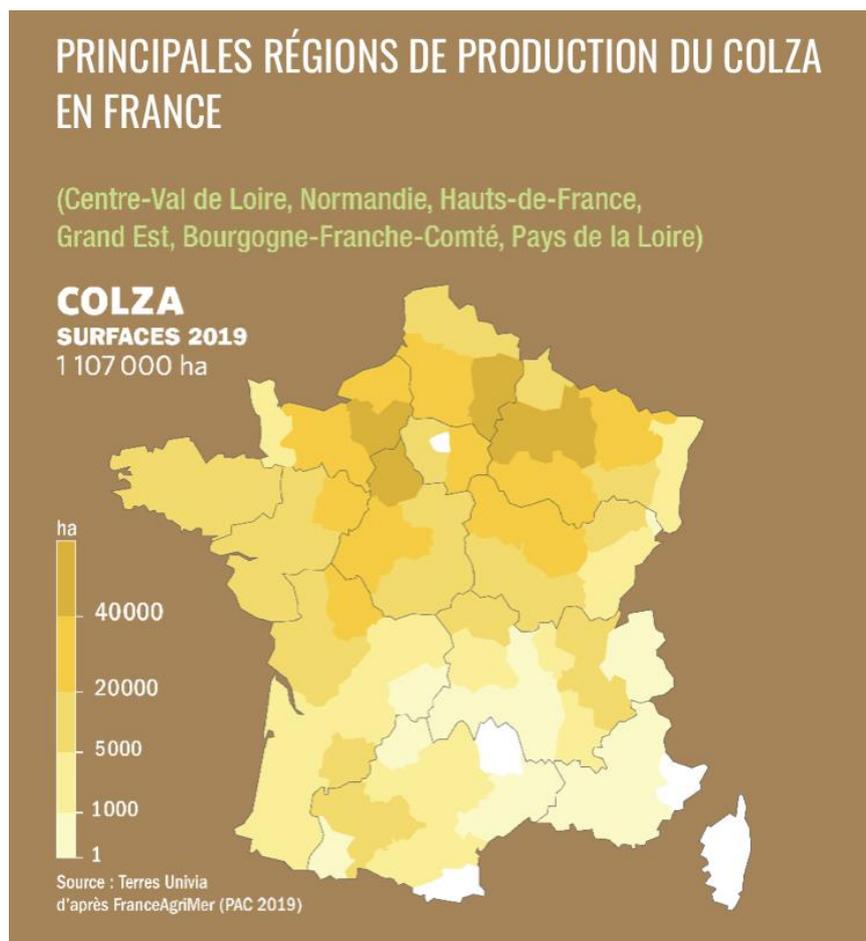
c) Pois chiche



d) Tournesol



e) Colza



Annexe 8 : Intérêt nutritionnel des différentes rations formulées : tables complètes de sortie de l'outil de rationnement (Source : Labidalle, et al. 2020)

a) Ration 1

Sélection des Matières premières	Kg	%	EM poulet (MJ/Kg)	Prot. Brut. (%)	Mat. Gras. (%)	Fibres (%)	Lys. Brut. (%)	Met. Brut. (%)	Met+Cy s. Brut. (%)	Thr. Brut. (%)	Try. Brut. (%)	Lys. Dig. Vol. (%)	Met. Dig. Vol. (%)	Met+Cys. Dig. Vol. (%)	Thr. Dig. Vol. (%)	Try. Dig. Vol. (%)
Triticale 8,9% PB	420,00	42,00	13,47	8,90	1,50	2,90	0,35	0,15	0,39	0,30	0,12	0,32	0,16	0,35	0,26	0,10
Tourteau de colza (faible teneur en matière)	90,00	9,00	11,00	33,40	12,80	7,40	1,31	0,63	1,24	1,27	0,50	1,09	0,55	0,96	1,01	0,40
Tourteau de tournesol décortiqué (5-20% h)	200,00	20,00	9,80	33,70	8,90	18,40	1,21	0,76	1,32	1,22	0,43	0,99	0,69	1,09	0,92	0,36
Pois chiche 2	110,00	11,00	12,68	18,60	5,50	3,40	1,26	0,23	0,45	0,66	0,17	0,97	0,18	0,35	0,48	0,13
Pois (blanc)	180,00	18,00	10,25	20,70	1,20	6,10	1,51	0,20	0,48	0,79	0,18	1,37	0,18	0,40	0,67	0,14
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1000,00	100,00	11,85	19,26	4,38	7,04	0,92	0,33	0,68	0,70	0,23	0,78	0,31	0,56	0,56	0,19

b) Ration 2

Sélection des Matières premières	Kg	%	EM poulet (MJ/Kg)	Prot. Brut. (%)	Mat. Gras. (%)	Fibres (%)	Lys. Brut. (%)	Met. Brut. (%)	Met+Cy s. Brut. (%)	Thr. Brut. (%)	Try. Brut. (%)	Lys. Dig. Vol. (%)	Met. Dig. Vol. (%)	Met+Cys. Dig. Vol. (%)	Thr. Dig. Vol. (%)	Try. Dig. Vol. (%)
Triticale 8,9% PB	500,00	50,00	13,47	8,90	1,50	2,90	0,35	0,15	0,39	0,30	0,12	0,32	0,16	0,35	0,26	0,10
Pois (blanc)	210,00	21,00	10,25	20,70	1,20	6,10	1,51	0,20	0,48	0,79	0,18	1,37	0,18	0,40	0,67	0,14
Tourteau de tournesol	190,00	19,00	6,90	33,70	8,80	18,50	1,21	0,76	1,32	1,22	0,43	0,99	0,69	1,09	0,92	0,36
Tourteau de colza, huile > 5%, biologique	100,00	10,00	9,46	29,70	14,20	11,50	1,64	0,60	1,32	1,30	0,37	1,28	0,53	1,06	0,98	0,30
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1000,00	100,00	11,15	18,17	4,09	7,40	0,89	0,32	0,68	0,68	0,22	0,76	0,30	0,57	0,54	0,18

c) Ration 3

Sélection des Matières premières	Kg	%	EM poulet (MJ/Kg)	Prot. Brut. (%)	Mat. Gras. (%)	Fibres (%)	Lys. Brut. (%)	Met. Brut. (%)	Met+Cy s. Brut. (%)	Thr. Brut. (%)	Try. Brut. (%)	Lys. Dig. Vol. (%)	Met. Dig. Vol. (%)	Met+Cys. Dig. Vol. (%)	Thr. Dig. Vol. (%)	Try. Dig. Vol. (%)
Blé 9,5% PB	500,00	50,00	11,90	9,50	1,40	2,40	0,28	0,16	0,38	0,30	0,12	0,26	0,16	0,36	0,27	0,11
Pois chiche 2	210,00	21,00	12,68	18,60	5,50	3,40	1,26	0,23	0,45	0,66	0,17	0,97	0,18	0,35	0,48	0,13
Tourteau de tournesol	170,00	17,00	6,90	33,70	8,80	18,50	1,21	0,76	1,32	1,22	0,43	0,99	0,69	1,09	0,92	0,36
Soja toasté	120,00	12,00	14,27	35,70	19,70	5,80	2,22	0,52	1,04	1,44	0,45	1,89	0,43	0,79	1,11	0,34
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1000,00	100,00	11,50	18,67	5,72	5,76	0,88	0,32	0,63	0,67	0,22	0,73	0,29	0,53	0,53	0,18

d) Ration 4

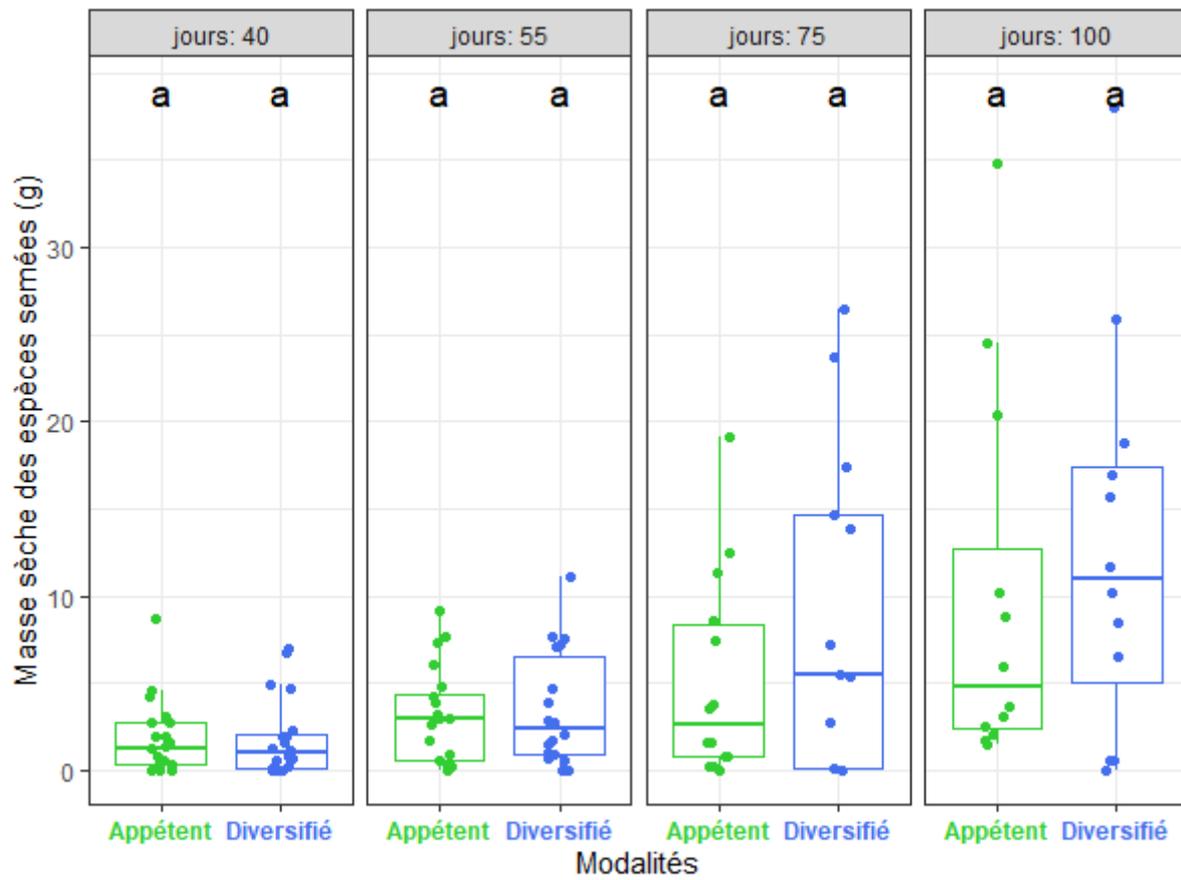
Sélection des Matières premières	Kg	%	EM poulet (MJ/Kg)	Prot. Brut. (%)	Mat. Gras. (%)	Fibres (%)	Lys. Brut. (%)	Met. Brut. (%)	Met+Cy s. Brut. (%)	Thr. Brut. (%)	Try. Brut. (%)	Lys. Dig. Vol. (%)	Met. Dig. Vol. (%)	Met+Cys. Dig. Vol. (%)	Thr. Dig. Vol. (%)	Try. Dig. Vol. (%)
Triticale 8,9% PB	470,00	47,00	13,47	8,90	1,50	2,90	0,35	0,15	0,39	0,30	0,12	0,32	0,16	0,35	0,26	0,10
Pois (blanc)	240,00	24,00	10,25	20,70	1,20	6,10	1,51	0,20	0,48	0,79	0,18	1,37	0,18	0,40	0,67	0,14
Tourteau de tournesol	200,00	20,00	6,90	33,70	8,80	18,50	1,21	0,76	1,32	1,22	0,43	0,99	0,69	1,09	0,92	0,36
Soja toasté	90,00	9,00	14,27	35,70	19,70	5,80	2,22	0,52	1,04	1,44	0,45	1,89	0,43	0,79	1,11	0,34
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1000,00	100,00	11,46	19,10	4,53	7,05	0,97	0,32	0,66	0,70	0,23	0,85	0,30	0,55	0,57	0,18

Annexe 9 : Photo de la croûte de battance observée sur la parcelle C à proximité des trappes du poulailler



Annexe 10 : Masses sèches des prélèvements des espèces semées des modalités 'Appétent' et 'Diversifié' sur toutes les parcelles.

(D'après le test de Wilcoxon, les distributions des masses sont différentes si les lettres au-dessus des box-plots sont différentes.)



Résumé

Titre : Créer des références techniques et économiques pour accompagner un groupement d'éleveuses paysannes de volailles biologiques du Vaucluse et des Bouches du Rhône dans l'amélioration de l'autonomie alimentaire de leurs fermes.

Ce mémoire s'intègre dans un projet d'accompagnement d'un Groupement d'Intérêt Economique et Environnemental de 5 éleveuses de volailles biologiques du Vaucluse et des Bouches du Rhône. Ce groupe a été créé pour travailler sur des problématiques d'autonomie sur les fermes et d'amélioration des performances. Un levier de gain d'autonomie repose sur l'amélioration de l'autonomie alimentaire des élevages. Dans ce cadre, nous avons cherché à créer des références technico-économiques sur la mise en place d'un atelier de fabrication d'aliment à la ferme et sur le semis de couverts fourragers nutritifs sur les parcours. Nos résultats montrent qu'à partir de matières premières locales, il est possible de créer un aliment à la ferme pour les volailles de chair qui soit techniquement satisfaisant, et moins cher qu'un aliment industriel. La mise en place et le fonctionnement de l'atelier de fabrication peuvent cependant rencontrer diverses problématiques notamment en raison du manque de stabilité des approvisionnements et du temps nécessaire à la stabilisation des performances d'élevage. Concernant les parcours, pour cette première expérimentation, nos semis de couverts végétaux n'ont présenté que de faibles résultats de production de biomasse. Celle-ci s'est avérée insuffisante pour couvrir les besoins des volailles et rentabiliser la pratique de semis. Nous avons posé l'hypothèse que ces faibles productions sont en partie expliquées par une compétition importante avec les espèces naturellement présentes sur les parcours et par les conditions climatiques peu propices à la croissance des végétaux, de cette année 2022 en Provence. Cependant, nos résultats ont également montré l'intérêt que représente l'enrichissement des parcours par des couverts fourragers nutritifs, avec des relevés montrant une consommation rapide et une appétence des volailles pour les espèces semées. La richesse azotée des mélanges permet également de conclure quant à l'intérêt nutritionnel des couverts. Le semis de couvert fourrager présente donc un potentiel certain d'amélioration des performances technico-économiques des élevages mais son itinéraire technique doit être amélioré.

Mots clés : Groupement d'Intérêt Economique et Environnemental (GIEE), autonomie alimentaire des élevages, fabrication d'aliment à la ferme, couvert fourrager nutritif.

Pour citer ce document : Berne, Clémence, 2022. Créer des références techniques et économiques pour accompagner un groupement d'éleveuses paysannes de volailles biologiques du Vaucluse et des Bouches du Rhône dans l'amélioration de l'autonomie alimentaire de leurs fermes. Mémoire de fin d'étude, Ingénieure Agronome, Institut Agro Montpellier. 76p.

Institut Agro Montpellier, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier. <https://www.institut-agro-montpellier.fr/>