

Rapport technique Stratégies fourragères

Date : 25 septembre 2025

Période : 2023 - 2025

Auteur(s) : Antoine Savoie, Thomas Rochereau

➤ Rappel des objectifs de l'étude et descriptif du projet

L'objectif principal du projet **Stratégies fourragères** était d'aboutir à un **outil d'aide à la décision** (OAD) mis à disposition des conseillers (ou directement des agriculteurs) pour envisager les différentes possibilités d'affouragement des troupeaux en vue d'améliorer l'autonomie alimentaire des exploitations.

La méthodologie proposée était la suivante.

1. Modéliser les stratégies fourragères

Avec l'aide des conseillers « fourrages » de la région, identifier les différentes **stratégies** possibles et les organiser.

Etudier les différents **déterminants** de ces stratégies (espèces et races animales élevées, type et portance du sol, main d'œuvre et pics de travail, matériel présent sur l'exploitation, surfaces agricoles disponibles, attentes de l'éleveur, etc.)

A partir des déterminants, **modéliser les choix** faits par les éleveurs et qui constituent ces stratégies fourragères.

En se basant sur cette modélisation, concevoir un **OAD** afin d'aider les conseillers fourrages (ou les agriculteurs directement) dans leurs choix stratégiques.

Test sur le réseau de fermes pilote du programme Herbe & Fourrages

2. Mobiliser les stratégies à l'aide d'un outil

Mobiliser les stratégies obtenues au 1) dans l'outil **Rami fourrager**[®] (*serious game* IDELE/INRAE). Pour cela, le Rami sera adapté au contexte de la région Centre-Val de Loire en mobilisant les

références techniques existantes et en modélisant (avec le modèle STICS) la production fourragère locale pour les situations où les références manquent.

Aboutir à un outil **support de formation ou d'animation de groupes** pour accompagner les éleveurs dans l'adaptation des systèmes fourragers aux aléas climatiques.

Test par un groupe de conseillers fourrages.

Note sur le fonctionnement du projet :

Dans le projet Stratégies fourragères, il était prévu de mobiliser l'expertise des conseillers fourrage de la Région Centre-Val de Loire pour mener les réflexions sur les stratégies fourragères des éleveurs. Afin d'éviter d'organiser des ateliers spécifiques dédiés au projet, ce qui aurait entraîné des dépenses supplémentaires, nous nous sommes associés aux rencontres du groupe **Innovation Recherche et Développement (IRD) élevage** des Chambres d'Agriculture pour mener des travaux communs sur les systèmes fourragers. La présence des participants à ces réunions était donc financée par le **PRDAR**¹, et non par le projet Stratégies fourragères (la liste des ateliers et leur résumé sont visibles en Annexe 1).

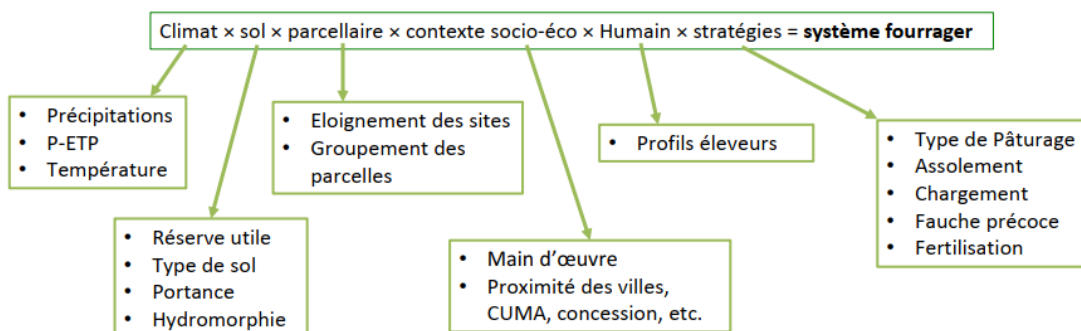
Portant sur des thématiques communes, les avancées issues de ces ateliers ont bénéficié au projet Stratégies fourragères et au groupe IRD élevage des Chambres d'Agriculture. Il est à noter que la Chambre d'Agriculture de l'Indre est à la fois membre du groupe IRD et du projet Stratégies fourragères.

¹ Programme régional de développement agricole et rural (PRDAR)

➤ Partie 1 : Modéliser les systèmes fourragers

1. Les déterminants du système fourrager

Au sein du projet, le système fourrager est vu comme la résultante de déterminants physiques, techniques et socio-économiques. Le schéma ci-dessous résume les déterminants principaux qui influencent le système fourrager :



L'objectif ici n'est pas de décrire les composantes du système fourrager (l'éleveur, les terres, les animaux, etc.) et son fonctionnement, mais d'expliquer ce qui fait qu'un système est tel qu'il est.

Cette approche est inspirée de l'étude de BRUNSCHWIG et al. (2010) qui visait à caractériser les types d'utilisation des prairies en système traditionnel Salers en les reliant aux déterminants géographiques des parcelles (surface, pente, distance au siège de l'exploitation et altitude).

Chaque déterminant du système fourrager (ex : climat) peut être caractérisé par des indicateurs (ex : précipitations, température, etc.). Autrement dit, les indicateurs sont les variables explicatives du système fourrager. La liste d'indicateurs, établi en atelier le 15/03/2023 (cf. Annexe 1), est spécifique de chaque filière. La liste complète des indicateurs par système est précisée en Annexe 2.

2. Création de cas-types fourragers

Notre objectif est de décrire et discriminer des systèmes fourragers archétypaux, nommés « Cas-types fourrager », inspirés de la démarche des Cas-types INOSYS². En effet, à part pour les bovins lait, les Cas-types INOSYS ne décrivent pas assez finement l'aspect fourrager des systèmes d'élevage. Le projet a permis d'établir une première typologie de « Cas-types fourragers » à dire d'expert (cf. liste ci-après).

Afin de discriminer les systèmes fourragers, pour chaque indicateur quantitatif, des classes ont été définies. Par exemple dans le tableau 1, ci-dessous, pour l'indicateur « are d'herbe / UGB lait », on

² Les cas-types INOSYS s'appuie sur des suivis d'élevage. Ils décrivent, à l'aide de nombreux indicateurs, les systèmes d'élevage typiques rencontrés dans les régions. Les données présentes dans les cas-types sont utilisées par exemple pour élaborer des simulations technico-économiques pour un projet d'installation d'un éleveur. <https://portail.inosys-reseaux-elevage.fr/FR/>

a 3 classes : faible [1 à 30], moyen [31 à 50], élevée [51 à plus] symbolisées ici par des couleurs (jaune, vert, vert foncé).

	Lait spécialisé pâturage significatif	Lait spécialisé pâturage limité	Lait et cultures grande surface	Lait et culture surface moyenne	Lait spécialisé maïs dominant sans irrigation	Lait spécialisé maïs dominant avec irrigation
Potentiel de sol	Faible potentiel	Potentiel moyen	Potentiel moyen	Bon potentiel	Bon potentiel	Sols superficiels
ares d'herbe /UGB lait	66	48	46	25	36	38

Tableau 1 – Illustration du travail de définition des cas-types en filière bovin lait

Un exemple plus complet est fourni en Annexe 3 pour deux cas-types en bovin viande et la liste des cas-types pour les filières bovin lait, ovin viande et caprin se trouve ci-dessous :

Cas-types fourrage de la filière bovin lait :

- BL – C1 Lait spécialisé maïs dominant sans irrigation
- BL - C3 Lait spécialisé maïs dominant avec irrigation
- BL - C4 Lait spécialisé pâturage limité
- BL - C5 Lait spécialisé pâturage significatif
- BL - C6 lait et cultures grande surface
- BL - C7 Lait et culture surface moyenne

Cas-types fourrage de la filière ovin viande :

- OV - C1 - Pâturage + foin
- OV - C2 - Pâturage + enrubannage + foin
- OV - C3 - Valorisation des surfaces extérieures
- OV - C4 - Pâturage 100%

Cas-types fourrage de la filière caprine :

- CA - C1 - Foin de légumineuse dominant
- CA - C2 - Pâturant
- CA - C3 - Affouragement en vert
- CA - C4 - Enrubannage dominant
- CA - C5 - Foin de graminées dominant
- CA - C6 - Ensilage de maïs

Cas-types fourrage de la filière bovin viande :

Les noms des 6 cas-types bovin viande ne sont pas encore choisis. Les cas-types se répartissent entre les profils pâturants et les profils stockeurs (cf. Annexe 3).

Enfin, la présence et la proportion de cas-types ont, été positionnées à dire d'expert dans chaque région fourragère³ (cf. Figure 1).

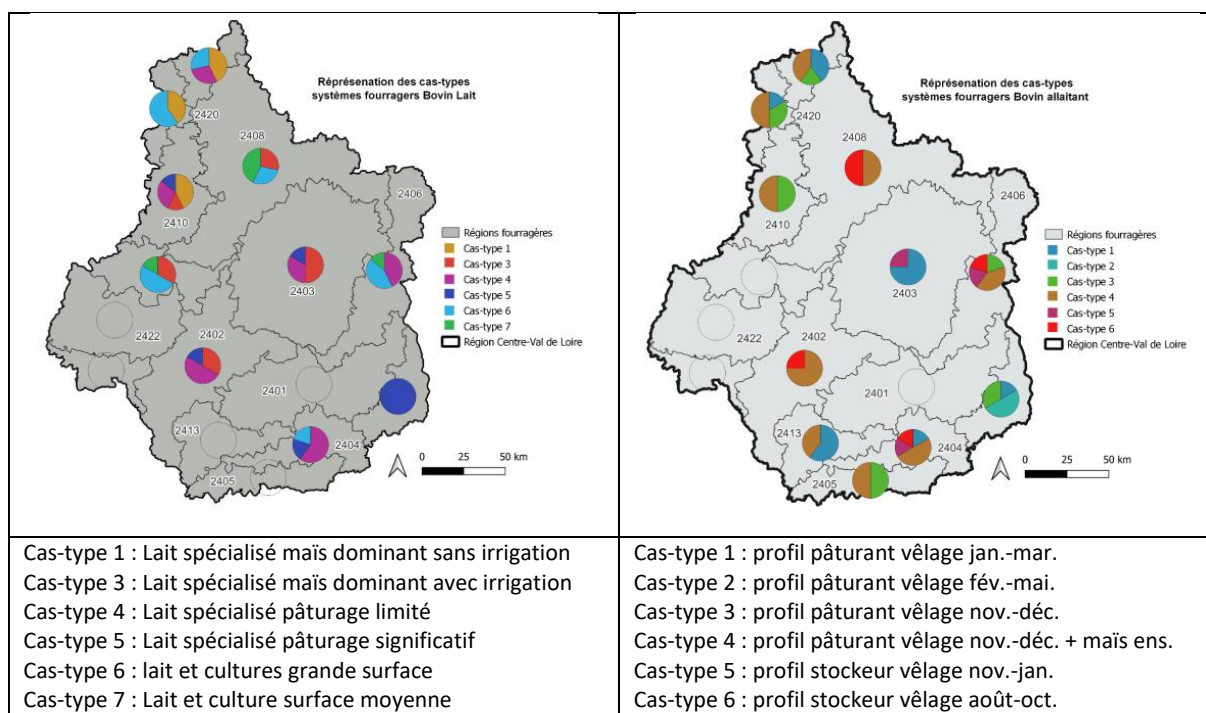


Figure 1 - Proportions des cas-types bovin lait et bovin viande par région fourragère

3. Obtention des données : enquête technique auprès des éleveurs

Afin d'asseoir les typologies présentées sur des données réelles, une enquête dite technique a été conduite par les conseillers fourrage en 2024 et 2025 auprès de 150 éleveurs sur la base du jeu d'indicateurs établi en atelier (cf. Annexe 2). Le nombre de 150 éleveurs peut paraître suffisamment élevé pour une analyse statistique. Cependant, le nombre de filières (bovin viande, bovin lait, etc.) réduit fortement le nombre d'individu par groupe si des analyses intra-groupes doivent être menées.

³ Le zonage des Régions fourragères a été retenu pour le projet (cf. Annexe 4).

« Une région fourragère est une zone géographique homogène du point de vue des principaux facteurs agro-climatiques qui conditionnent la production herbagère (température au printemps, déficit hydrique estival, types de sols dominants), et où le mode d'utilisation des prairies est homogène (pâturage, pâturage/foin, nombre de coupes ...) »

https://odr.inrae.fr/intranet/carto/cartowiki/index.php/R%C3%A9gions_Fourrag%C3%A8res

L'enquête technique se termine fin 2025 et l'analyse des données se fera au cours d'un stage de master 2 en avril 2026. Les données d'enquête pourront être enrichies par la base de données technico-économiques DIAPASON du dispositif INOSYS Réseau d'élevage.

A l'issue de ce travail, des fiches cas-type seront rédigées. Un OAD sous forme d'une clé de tri (arbre de décision) permettra d'identifier facilement le cas-type recherché par l'utilisateur.

4. Obtention des données : enquête sociologique auprès des éleveurs

Pour ne pas éluder le déterminant « humain », l'enquête technique a été complétée par une enquête sociologique, auprès de 144 éleveurs, menée en 2024 par Maëlle Petillon, stagiaire de master 2 en géographie à l'Université Catholique de l'Ouest-Angers. A partir de questions portant sur (1) la représentation de l'avenir, (2) l'ouverture aux réseaux et aux interlocuteurs, (3) l'autonomie du système fourrager, (4) l'anticipation et l'évolution des pratiques, (5) l'économie et la capacité d'investissement, (6) la charge mentale et physique, elle a proposé des profils-types d'éleveurs en lien avec les choix stratégiques :

- Les expérimentés : ils s'approchent de la retraite et préparent leur départ. Ils ont un système fourrager autonome et en sont plutôt satisfaits. Ils ont de l'expérience et des connaissances les rendant peu ouverts au conseil. Ils sont ainsi réticents au changement.
- Les productifs : ils ont un système performant et sont en phase de stabilisation. Leur système fourrager est autonome et ils en sont satisfaits. Ils sont confiants par rapport à l'avenir mais peuvent être inquiets vis-à-vis du changement climatique. Malgré une certaine méfiance à l'endroit du conseil, ils sont enclins au changement.
- Les jeunes entrepreneurs : récemment installés, ils manquent encore de références techniques et ne sont pas encore autonomes en fourrage. Ils manquent de main d'œuvre, sont sensibles aux aléas climatiques car ils manquent d'expérience et d'infrastructures. Ils investissent dans des nouveaux bâtiments. Ils sont ouverts au conseil mais ont du mal à trier toutes les informations techniques.
- Les apprenants : installés sur le tard, reconvertis ou jeunes, ils ont souvent comme objectif d'augmenter leur cheptel. Peu satisfaits de leur système fourrager ils cherchent à gagner en autonomie en augmentant la production. Pour le conseil, ils suivent des formations mais ne souhaitent pas de conseil extérieur sur la ferme.

5. Conclusion de la partie 1

L'objectif de cette première partie du projet était de réfléchir à ce qui détermine les systèmes fourragers. Des déterminants ont pu être listés et déclinés à l'aide d'indicateurs. Cependant, les travaux statistiques, non présentés dans ce rapport, n'ont pour le moment pas permis d'établir de relation entre par exemple la combinaison de la présence d'un type de sol, d'un contexte socio-économique, etc. menant à tel type de système fourrager.

Pour ce volet statistique, deux approches ont été poursuivies :

- Un travail d'enquête en cours basé sur les indicateurs : l'analyse devrait conduire à une typologie des systèmes fourragers régionaux. La limite de ce travail est le nombre d'exploitations enquêtées par filière.
- Une mobilisation de bases de données publiques ouvertes ou accessibles sur demande dans le cadre de projets de recherche (Agreste, RPG, Aptitudes des sols, etc.). Cf. Figure 2.

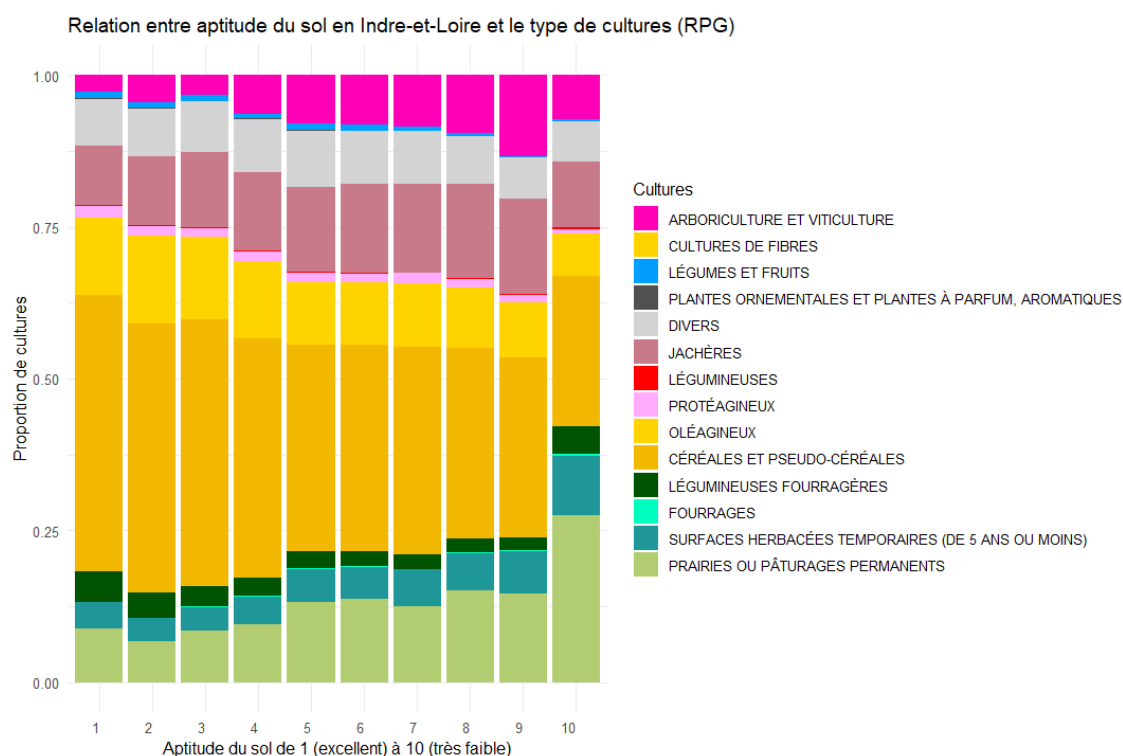


Figure 2 - Exemple d'analyse : en Indre-et-Loire, la part de céréales diminue quand le sol est moins fertile alors que la part des cultures fourragères augmente. L'aptitude des sols est un indicateur composite qui résume le potentiel agricole d'une parcelle.

Les résultats préliminaires semblent montrer que les choix des éleveurs ne sont qu'en partie déterminés par le contexte. Des éléments tels que la préférence pour tel ou tel atelier (céréales ou lait), le goût pour la gestion des prairies versus celui pour la simplification que représente la conduite en bâtiment semblent jouer une large part. De très nombreux autres facteurs peuvent entrer en compte. Les intrants agricoles (engrais minéraux, irrigation, aliments concentrés) permettent largement de s'extraire de son contexte pédoclimatique. A titre d'illustration, la Champagne berrichonne n'est plus une terre à moutons !

➤ Partie 2 : un simulateur de système fourrager : le Rami fourrager

Initialement, le projet prévoyait l'élaboration d'un outil simple ayant pour fonction principale d'identifier les stratégies (ou leviers) mobilisables sur un élevage donné en fonction de critères tels que le réservoir hydrique ou la portance du sol, le niveau de mécanisation, la dispersion du parcellaire, la filière animale considérée, etc. Par exemple, si votre sol est qualifié de « portant », le levier du « pâturage hivernal » vous serait proposé.

Cependant, cette approche était sans doute simpliste. Les différentes stratégies d'un éleveur vis-à-vis de son système fourrager ne sont pas conditionnées qu'à des déterminants physiques simples. Produire une culture plutôt qu'une autre, faucher tôt ou tardivement sont des choix difficiles à modéliser.

A la lecture de plusieurs sources bibliographiques, le concept de système fourrager interrogé par DURU et al. (1988), est par ailleurs apparu comme plus complexe qu'imaginé initialement, en particulier de par son caractère dynamique (MARTIN, 2009).

Ces constats nous ont poussés à ne pas partir d'une feuille blanche et nous mettre à la recherche d'outils ou modèles existants, capables de rendre compte de la complexité des systèmes fourragers et des décisions qui les sous-tendent.

Le Rami fourrager avait été identifié au moment du montage du projet. Une revue des outils informatiques ou méthodologiques existants a tout de même été menée pour valider le choix du Rami. Cela a été aussi l'occasion d'un échange entre conseillers sur ce thème.

1. Benchmark des outils et méthodes existants

Un tableau synthétique des méthodes de diagnostics et des outils de conduite du système fourrager est présentée en Annexe 5.

Les outils de gestion des fourrages permettent une adéquation entre les besoins du troupeau et la gestion des stocks fourragers. Le « Bilan fourrager » de l'Idel ainsi que l'« Outil de gestion fourragère » issu du projet PEREL sont des outils de gestion dynamique des stocks à utiliser tout au long de l'année. Spécialisés sur le pâturage, les outils « Herb'valo », « Herb'Evol » ou encore « Happy Grass » permettent aux éleveurs de gérer leur stock d'herbe sur pied de manière dynamique à la manière d'une trésorerie fourragère. Il est donc nécessaire de saisir au fil de la saison l'attribution des lots d'animaux sur les parcelles tel un cahier de pâturage numérique. Ces outils ont souvent des fonctionnalités similaires mais chacun a ses spécificités.

« Happy grass », en plus de la gestion du pâturage donne la possibilité de suivre gérer la conduite des prairies grâce à plusieurs modules permettant de définir un mélange d'espèces adapté au contexte et aux objectifs de l'éleveur, de définir la dose d'azote nécessaire, d'identifier les espèces présentes, d'évaluer la qualité d'un fourrage récolté... On trouve des outils spécialisés sur une partie de la gestion des prairies : suivi des stades de la prairie avec « Herb'age », composition des prairies avec « Capflor ».

D'autres outils tels que le « Rami fourrager » (en animation collective), « Scor3 » ou « ClimAléa_Diag » (en conseil individuel) s'utilisent pour la reconception des systèmes fourragers. On trouve aussi « Ostral » pour les systèmes ovins allaitants.

Selon les cas, les outils sont soit des applications web (ou mobile), soit des feuilles de calcul Excel. L'accès à ces outils varie : par abonnement (Happy Grass), après une formation payante (Scor3) ou par un acte d'achat unique (Rami fourrager). Beaucoup ont été développés dans le cadre de projets de recherche ou de développement financés par des fonds publics. Même s'il est difficile de savoir quels outils sont couramment utilisés par les conseillers ou les éleveurs, on peut noter que certains ne sont déjà plus accessibles sur Internet. On trouve des publications les décrivant mais pas de lien pour les télécharger. On peut toutefois noter l'effort de l'Idele qui met à disposition une page qui recense nombre d'outils : <https://idele.fr/outils>.

L'utilisation des outils varie selon les régions dans lesquels ils ont été développés. Et au sein d'une même région, les pratiques sont très variées. En complément de cet inventaire, nous avons donc demandé aux conseillers de la région Centre-Val de Loire, quels outils ils utilisent au quotidien (réunion du 5 mars 2025, Annexe 1). Certains outils sont des logiciels du commerce (OP'ration, Galacy), d'autres sont issus de projets de développement agricole (Prev'her, Lauracle). Le logiciel ADEL évalue la dimension économique des systèmes et a lui été développé en interne par Idele. C'est aussi le cas des outils « Couprod. » et « Coût'-fin. ». Enfin, de nombreux outils sont de simples tableurs développés par les conseillers eux-mêmes (Tableur météo, Calculatrice marge engraissement). Ces outils peuvent parfois être transmis à des conseillers d'autres départements ou des nouveaux arrivants. En séance, certains de ces outils ont été présentés et sélectionnés. Ils devraient rejoindre une future « boîte à outils Herbe & Fourrages », rendue disponibles pour les nouveaux conseillers.

Pour les conseillers, les outils doivent être simples et rapides à utiliser. L'utilisation d'outils intéressants permettant par exemple « d'aller jusqu'à l'économique » est souvent jugée chronophage. Certains outils sont trop complexes et demandent d'être utilisés régulièrement pour ne pas perdre l'habitude. Enfin, il faut pouvoir intégrer l'utilisation d'un outil dans le cadre d'une prestation vendue à un éleveur. Un outil demandant plusieurs heures de saisie de données ne sera pas « vendable ». Certains évoquent donc la possibilité d'utiliser les outils dans le cadre des formations collectives. Les outils sont alors des moyens d'aborder des sujets autrement. Si le conseiller s'approprie suffisamment un outil, il pourra l'essayer et éventuellement l'adopter pour animer des formations collectives.

*

Pour une revue des modèles d'écosystèmes prairiaux, on pourra consulter la thèse d'Anne-Isabelle Graux⁴ (p.74). Les modèles y sont classés par niveau d'abstraction (parcelle, système fourrager, exploitation, biome) et par public visé (outil de recherche, outil d'aide à la décision, outil d'enseignement) et la finalité d'étude. Les représentations du fonctionnement de l'écosystème est soit empirique (approche prédictive) soit mécaniste (approche descriptive).

⁴ Modélisation des impacts du changement climatique sur les écosystèmes prairiaux. Voies d'adaptation des systèmes fourragers <https://theses.hal.science/tel-00653360v1>

On peut citer ici le modèle « STICS » qui prédit la pousse de l’herbe à un pas de temps journalier à l’échelle de la parcelle. « ModVege⁵ » et « Herb’Sim » sont deux autres modèles d’INRAE, simples à utiliser, mais non cités par Anne-Isabelle Graux.

2. Choix du Rami Fourrager

La revue des outils a montré qu’il existe de nombreux OAD pour gérer son système fourrager et en particulier le pâturage mais que peu d’entre eux permettent de le faire évoluer en testant des scénarios. C’est le cas du « Rami fourrager » et de « Scor3 ». Ce dernier est d’ailleurs fortement inspiré du Rami Fourrager de l’aveu même de sa conceptrice invitée pour une présentation le 20 février 2024. Du côté des modèles, SEDIVER⁶ semble intéressant car il modélise les décisions des éleveurs. Cependant, il est difficilement utilisable (complexité, environnement Linux, autorisation de l’équipe de recherche, ...).

L’équipe projet a maintenu son choix initial de travailler sur l’adaptation du Rami fourrager à la région Centre-Val de Loire. Les arguments principaux sont les suivants :

- Dimension systémique,
- Utilisation collective (utilisable pour les formations),
- Simplicité,
- Capacité à projeter un système dans l’avenir,
- Prise en compte de plusieurs filières animales,
- Accessibilité du fichier à l’équipe projet (INRAE, Idele) contrairement à Scor3.

Le rami fourrager constitue « une sorte de laboratoire pour conduire des expérimentations par simulation et pour produire des données, par exemple sur la gestion des fermes. La production de données fiables dépend toutefois du degré de correspondance entre le jeu et le monde réel ». Le cadre de modélisation et simulation de systèmes fourragers SEDIVER qui reproduit les interactions entre processus biophysiques et gestionnaires, en réponse à des variations de l’environnement (par ex. du climat) dans les fermes d’élevage de bovins allaitants a été utilisé pour vérifier la cohérence des sorties du Rami fourrager (MARTIN, 2012).

En complément, les modèles STICS (pour les cultures annuelles) et ModVege (pour les prairies, en remplacement d’Herb’Sim, modèle non disponible) ont été retenus pour les besoins éventuels de simulation de la production.

3. Rami Fourrager, version web du module de calcul

⁵ JOUVEN, 2006

⁶ <https://miat.inrae.fr/diese/PAGES/projetsPilotes.html#SEDIVER>

A la suite du benchmark des outils d'aide à la décision, nous avons choisi de ne pas développer de nouvel outil mais de moderniser l'outil Rami fourrager® (copropriété d'INRAE et d'Idele)⁷ :

- Le plateau de jeu a été amélioré pour être plus facilement transportable,
- Le module de calcul du Rami fourrager est passé en « version web » car le format Excel initial a été identifié comme un frein à son adoption par les conseillers (aspect désuet, complexité, nombreux onglets). Cf. Figure 3.

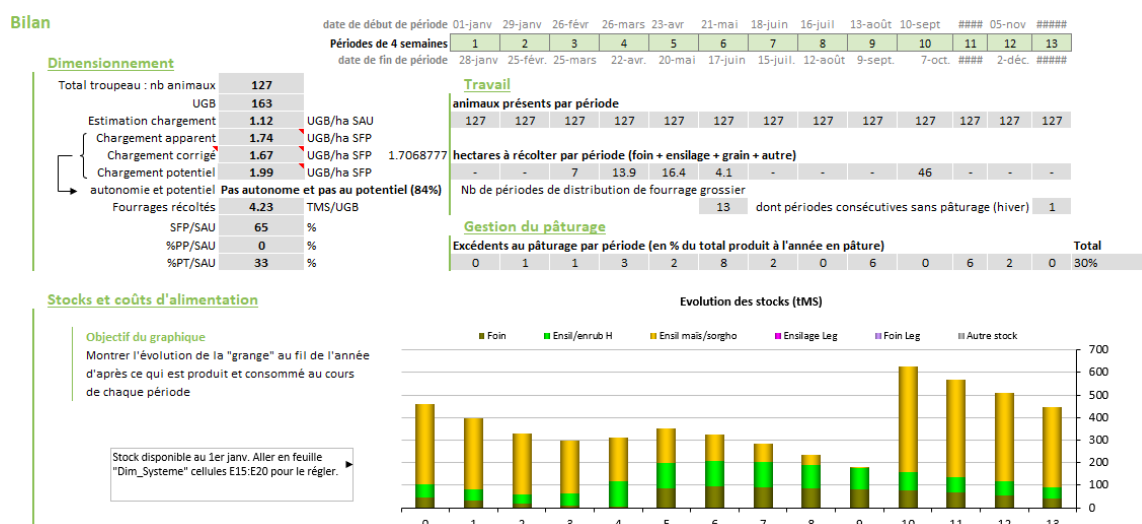


Figure 3 - Capture d'écran du module de calcul Excel du Rami fourrager

Le développement d'une version web du Rami fourrager a donc été entamée à l'aide d'une prestation assurée par un développeur informatique de la région (Claude Agier, *freelancer*). En 2023, une première tranche du projet a pu être réalisée (cahier des charges, base de données, maquette du site web, premiers développements de l'interface). Puis 2024 a vu le développement d'une version complète de l'outil. Hors financement Herbe & Fourrage, des corrections et améliorations des fonctionnalités ont été apportées en 2025. Par ailleurs, la documentation est en cours de rédaction.

Lien provisoire vers le module de simulation :

Rami : <http://176.162.143.204/>
 Identifiant : antoine.savoie@inrae.fr
 Mot de passe : e5gECUafTxCN

⁷ <https://agir.toulouse.hub.inrae.fr/ressources/jeux-serieux/rami-fourrager> ; <https://idele.fr/detail-article/le-rami-fourrager-un-jeu-pour-construire-collectivement-des-systemes-fourragers>

Ci-dessous, des visuels du Rami fourrager « web » sont présentés.

Exemple d’une simulation en bovin lait :

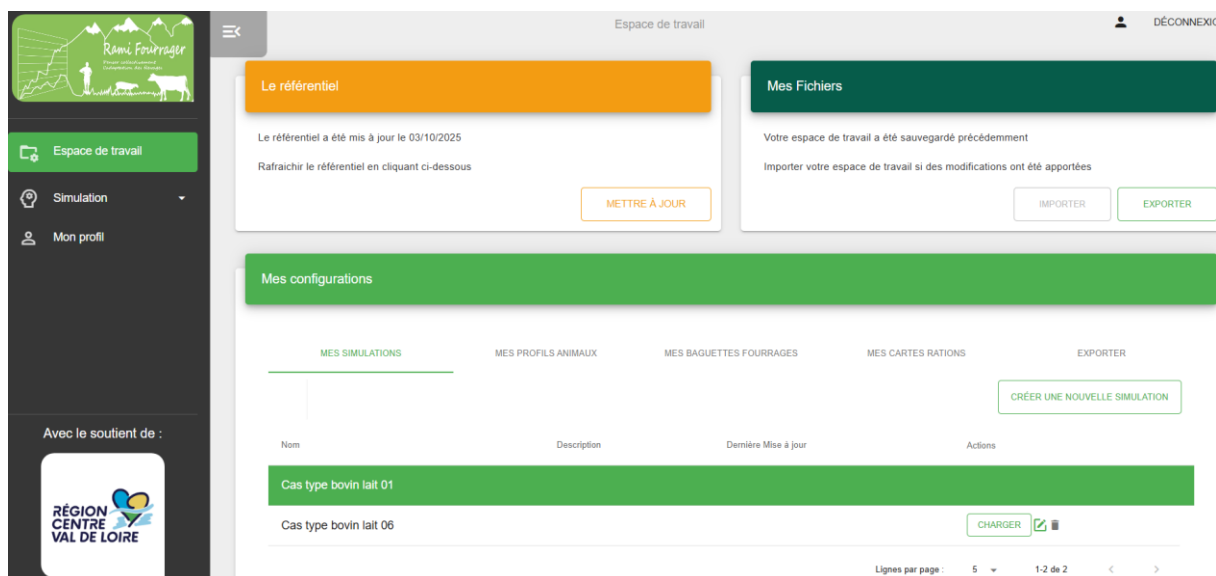


Figure 4 – L’espace de travail. Création et chargement d’une simulation Bovin lait. Dans l’espace de travail, on peut aussi ajouter dans les différents onglets des profils d’animaux spécifiques ou des baguettes fourrages locales.

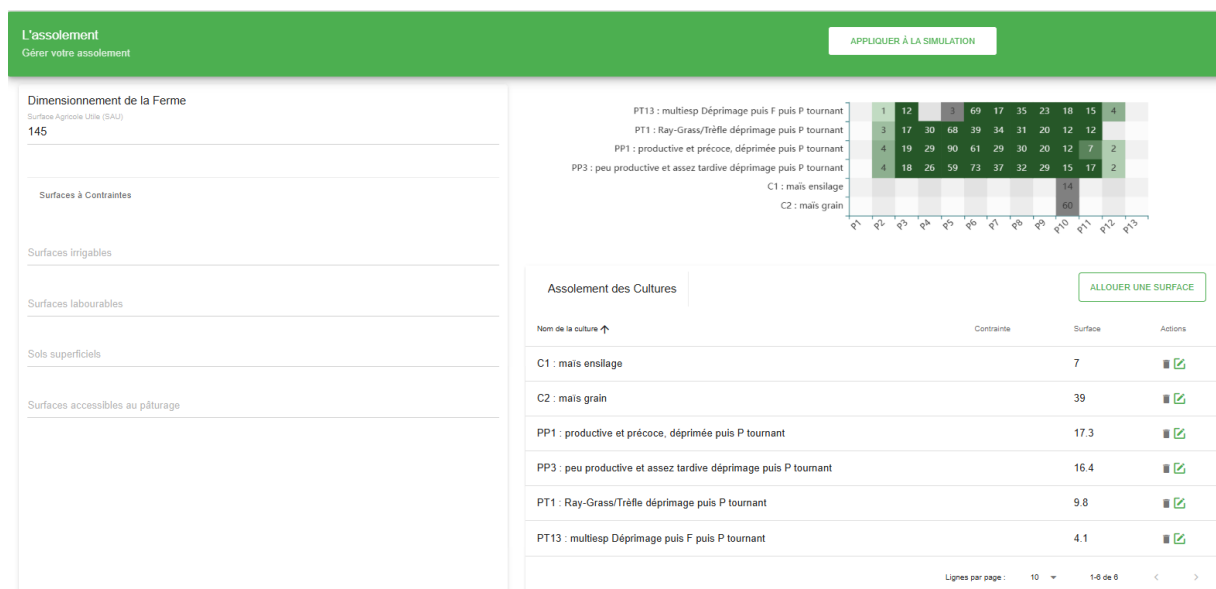


Figure 5 - L'assolement. Allocation des surfaces à des baguettes, c’est-à-dire la combinaison d’une culture et d’un mode d’exploitation. Par ex., une prairie multi-espèces ensilée, puis récoltée en foin, puis pâturées

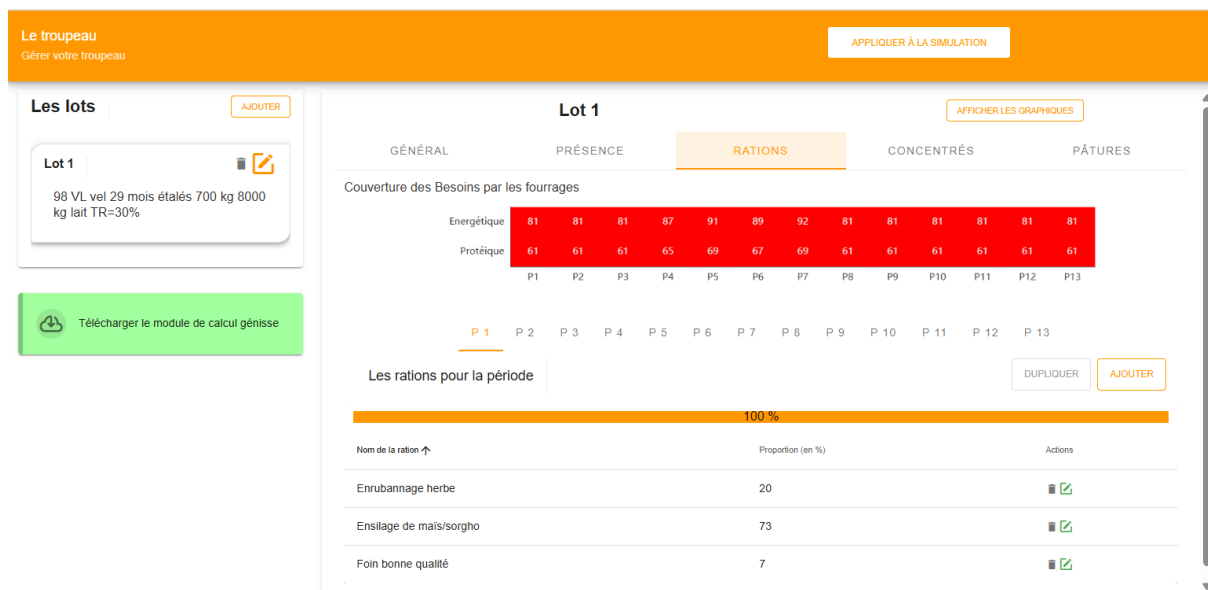


Figure 6 – Le troupeau. Ajout d'un premier lot de 98 vaches laitières et de la ration pour chacune des 13 périodes. On voit que les besoins énergétiques et protéiques ne sont pas couverts (cases rouges)

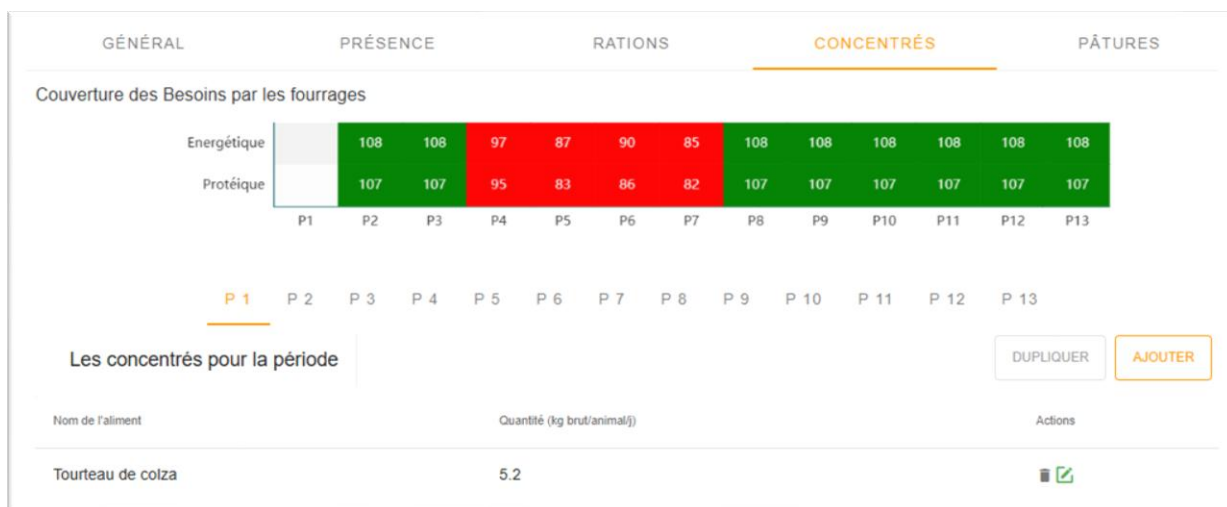


Figure 7 – Concentrés. Ajout du concentré (ici, du tourteau de colza) pour équilibrer la ration. Les périodes à l'équilibre passent en vert.

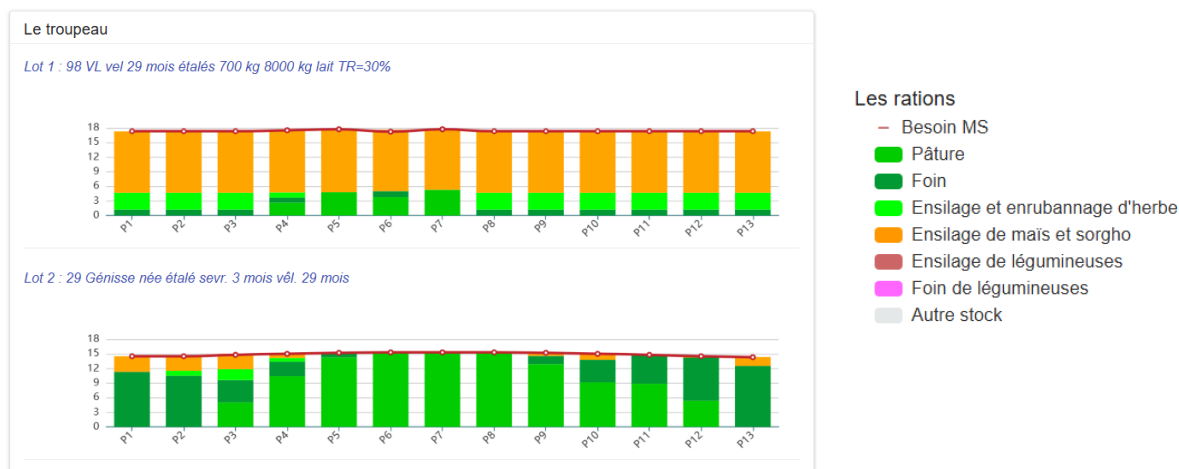


Figure 8 – Couverture des besoins. Vérification pour chaque lot que les besoins en matière sèche (ingestion) sont couverts par la ration de base (hors concentrés) pour chaque période

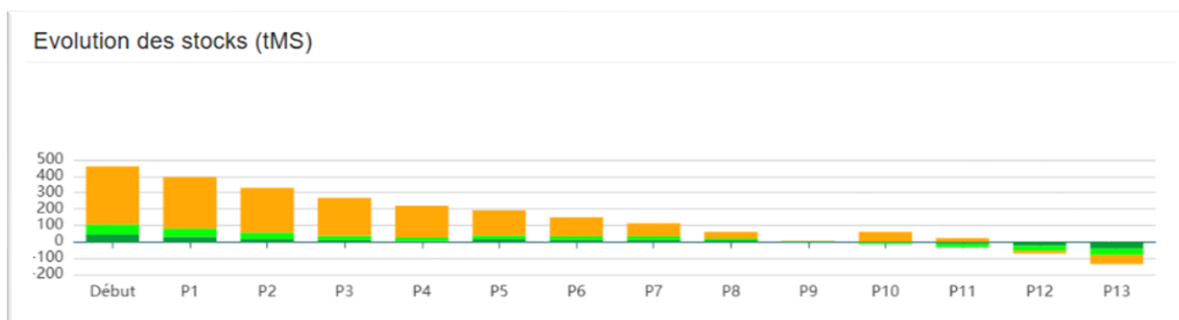


Figure 9 – La grange. Evolution des stocks au cours de l'année

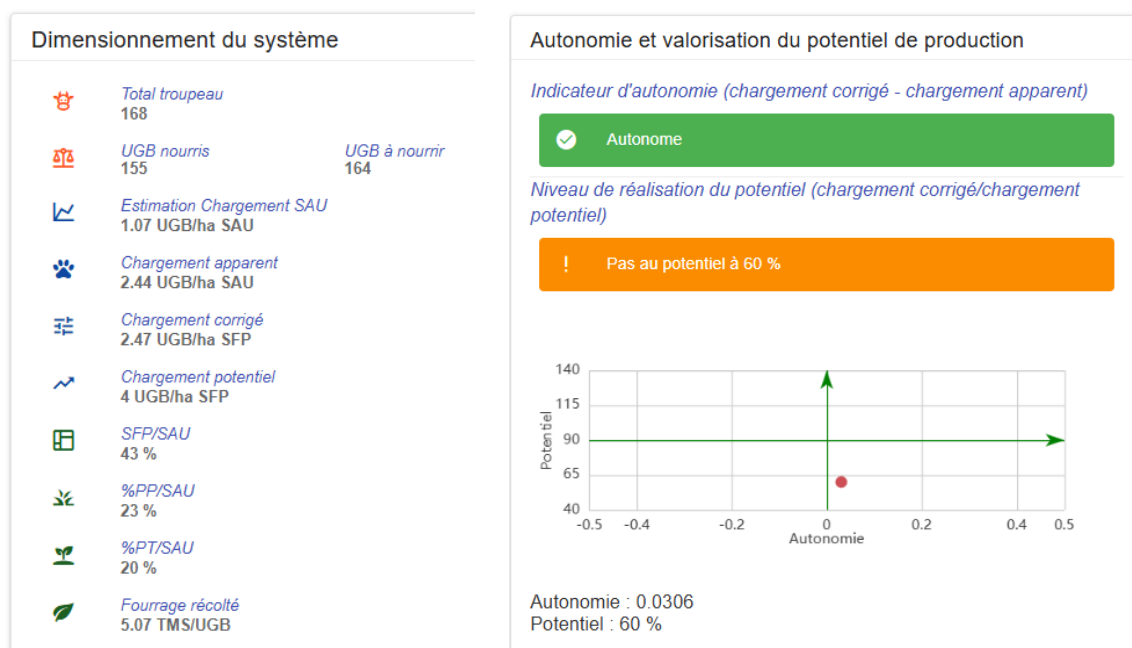


Figure 10 - Bilan de la simulation. Indicateurs du système et indicateurs d'autonomie

Indicateurs économiques

EXPORTER EN CSV

22390 €

Coût de l'alimentation

25 %

Part du coût des concentrés

hors achat-vente	achat-vente compris	Unité
Les fourrages		
÷		
266	266	€/ ha SFP
19	18	€/ tMS
109	109	€/ UGB
172	172	€/ VL
22	22	€/ 1000 L de lait
Les cultures		
I		
La paille		
I		
Coût de l'alimentation		
÷		
-	144	€/ UGB
-	29	€/ 1000 L de lait

Figure 11 - Indicateurs économiques issus du module économique

4. Références régionales (baguettes fourrages)

Pour être utilisé sur un territoire, le Rami Fourrager doit être adapté. Plus précisément, il faut intégrer des références de production à savoir la production d'un type de production pour chaque période de 28 jours tout au long de l'année. Les références prennent la forme d'abaques donnant les quantités de fourrages récoltables à l'hectare au fil de l'année, par du pâturage ou des récoltes, pour des combinaisons entre un type de sol, un couvert végétal, un itinéraire technique et un climat.

Dans l'exemple ci-dessous, la prairie temporaire produit 3kg de MS/ha par jour en période 2, puis 17 en période 3. En période 6, une récolte est effectuée permettant le stockage de 2 t MS/ha de fourrage.

Année 1													
PT4	0	3	17	30	68	2	18	13	18	16	12	2	0
Mayenne	Kg MS/ha/jour					tMS/ha							

Figure 12 - Baguette fourrage (système de références du Rami fourrager)

Il s'agit donc, pour une région fourragère considérée, de dresser la liste des productions type rencontrées. On trouvera généralement une baguette céréales à paille (blé), une baguette maïs ensilage, une baguette pour une prairie temporaire déprimée puis pâturée, une autre pour une prairie permanente pâturée du printemps à l'automne, ...

Chaque baguette peut aussi être déclinée pour tenir compte de la fertilité type de sol (réserve utile plus faible par exemple). Une version moins productive peut être construite pour rendre compte de la production moindre observée dans une zone défavorisée. Les baguettes peuvent enfin rendre compte des variations climatiques : années normales, années sèches ou même années climatiques futures.

Les quantités de fourrage inscrites sur les baguettes peuvent provenir de : (1) l'expertise des chercheurs, des conseillers agricoles et des éleveurs, (2) de bases de données, (3) de modèles de croissance des cultures fourragères (Martin et al., 2012⁸).

Une première liste de baguettes fourrages a ainsi été établies à dire d'expert pour 2 régions fourragères du sud de l'Indre et du Cher (cf. Annexe 6). L'objet du futur projet Stratégies fourragères 2 est de compléter ces baguettes à l'aide de différentes sources régionales existantes ou en construction suivantes :

- Le réseau régional de références sur la croissance des prairies (Herbe & Fourrages)
- La base de données RECOLTE : références de récolte

Cette initiative pourrait en outre être une occasion pour mobiliser et organiser les références obtenues dans différents essais agronomiques menés dans la région ces dernières années.

8 Martin et al., 2008. Le rami fourrager : un support pour la conception de scénarios de systèmes fourragers avec des éleveurs et des conseillers <https://hal.inrae.fr/hal-02650488/document>

Il sera enfin possible de recourir à la modélisation mais cela demande des compétences de modélisateur et de nombreuses données d'entrée pour une paramétrisation fine. A ce titre, le modèle STICS est actuellement en cours d'évaluation à INRAE Centre-Val de Loire pour le sorgho fourrager et le modèle ModVege l'est pour les prairies permanentes.

La modélisation peut d'ailleurs se révéler indispensable dans les scénarios pour lesquels nous n'avons pas d'antériorité. Le projet CLIMALAIT⁹ d'Idele a produit des baguettes basées sur des scénarios de changement climatique allant jusqu'à l'année 2010. Le modèle STICS a été utilisé dans différentes régions française d'élevage pour simuler les niveaux de production à différents pas de temps.

Plutôt que de simuler les niveaux de production des climats futurs, dans le cadre du projet Stratégies fourragères, il a été décidé de représenter uniquement des années typiques antérieures : (1) Une version de baguettes « normales » pour les années normales et (2) une version de baguettes années « sèches » pour 2003, 2022, 2025.

Afin d'établir ces références de production, il a été décidé tout d'abord de caractériser les années climatiques pour chaque région fourragère comme cela a été fait par Godoc et al. (2024) pour repérer les « années-aléas » avec soit des « étés secs » et soit des « printemps peu poussant et étés secs ». Ce travail est en cours (Figure 3) : les données Météo France décennales (de 2000 à 2024) ont été moyennées par région fourragère et par trimestre (mars, avril, mai et juin, juillet, août). Le travail de classification reste à effectuer.

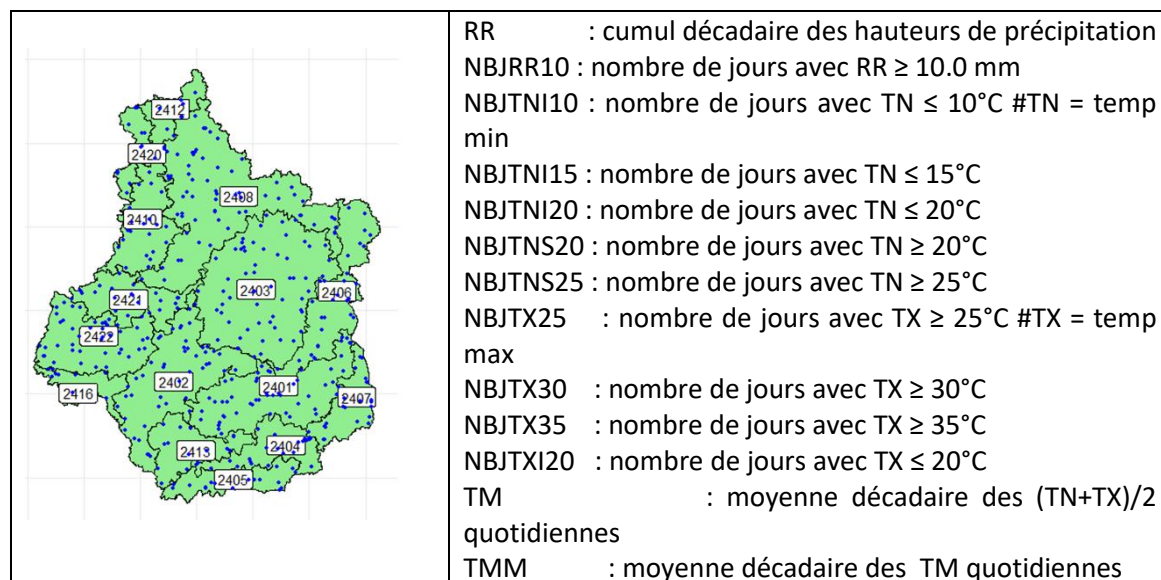


Figure 13 - stations météo France et régions fourragères et indicateurs retenus pour l'étude

9 <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/agir/espace-documentaire/climalait>

Centre INRAE Val de Loire

UE 1297 PAO

37380 Nouzilly

Tél. : 02 47 42 77 00



5. Test du module de simulation en atelier

Le 1er juillet 2025, dans le cadre du projet ECOREADY – LOST¹⁰, le Rami fourrager a été utilisé en présence de 3 conseillers fourrage pour simuler 2 cas-types INOSYS bovin lait (1 et 6)¹¹ présents en Indre-et-Loire :

- Phase 1 : le cas-type est simulé pour une année normale (avec des références de production du département). Le système est à l'équilibre
- Phase 2 : les références de production sont celles de 2022 (une année particulièrement sèche. Lors de ce *stress test*, le système n'est plus autonome car pendant la période estivale, le fourrage manque.
- Phase 3 : les conseillers formulent collectivement des alternatives pour adapter le système fourrager et répondre aux besoins de animaux. Par exemple, les surfaces en céréales destinées à la vente sont réduites.

6. Conclusion de la partie 2

Le choix du Rami fourrager comme outil de simulation des systèmes fourragers (vus comme la combinaison des stratégies des éleveurs résultant d'un jeu de déterminants physiques et socio-économiques pouvant évoluer dans le temps) a été confirmé par le groupe de travail. Les outils informatiques issus de projets de développement peuvent vite devenir obsolètes (compatibilité, aspects dépassés). Il a donc été décidé pour faciliter son adoption, de moderniser le Rami fourrager en développant un programme « web », c'est-à-dire une base de données avec une interface utilisateur accessible sur un navigateur.

Cette nouvelle version du module de simulation du Rami fourrager reprend à l'identique les fonctionnalités du module de calcul Excel. Le projet n'a donc pas été l'occasion de proposer des améliorations conceptuelles au programme. Les experts zootechniciens associés au projet n'ont pas pu être mobilisés en ce sens. Cependant, le développement informatique a permis de dépasser des limites fonctionnelles inhérentes aux tableurs Excel. Par exemple, on est passé de 8 lots d'animaux maximum dans le Rami Excel à n lots (pas de limite). Même chose pour les concentrés alimentaires.

Le Rami fourrager est aujourd'hui fonctionnel mais il doit encore être amélioré car des *bugs* demeurent. Les tests effectués avec les spécialistes de l'Idel ont permis de relever certains problèmes mais leur découverte pour la préparation de l'atelier du 1^{er} juillet 2025 a été trop tardive pour qu'ils soient corrigés à temps. Par exemple, l'utilisateur ne peut pas créer lui-même un nouveau site (ferme ou région) et doit faire la demande de création aux administrateurs. Ou encore, il n'est pas possible d'utiliser une baguette rattachée à un site, sur un autre site. Ces manques seront corrigés en 2026. Des améliorations sont aussi prévues comme l'export

¹⁰ <https://www.vegepolys-valley.eu/les-projets/les-projets-europeens/lofs/>

¹¹ <https://portail.inosys-reseaux-elevage.fr/FR/>

personnalisable de plusieurs simulations dans un même fichier csv pour faciliter les comparaisons entre les scénarios expérimentés.

En parallèle du développement du module de calcul, un premier effort d'adaptation du logiciel à la région Centre-Val de Loire a été accompli par la création de baguettes de production spécifiques de certaines régions fourragères. Il reste cependant un travail important pour générer des baguettes fourrage pour l'ensemble des régions fourragères où l'élevage est présent de façon importante d'après les données du recensement agricole. C'est l'objet du futur projet « RECOLTE » qui vise rassembler, dans une même base, des données de production fourragère d'années climatiquement contrastées. Les données proviendront des fermes expérimentales de la région, des remontées des conseillers fourrages et du réseau régional de références sur la croissance des prairies. Au-delà de l'objectif de constitution des baguettes, la base RECOLTE est une initiative pour établir des références régionales pour les productions fourragères.

➤ Comparaison entre objectifs attendus et résultats obtenus

Centre INRAE Val de Loire

UE 1297 PAO

37380 Nouzilly

Tél. : 02 47 42 77 00



Objectifs attendus	Résultats obtenus
Partie 1 : Modéliser les stratégies fourragères Identifier les différentes stratégies possibles et les organiser. Etudier les différents déterminants de ces stratégies (espèces et races animales élevées, type et portance du sol, main d'œuvre et pics de travail, matériel présent sur l'exploitation, surfaces agricoles disponibles, attentes de l'éleveur, etc.) A partir des déterminants, modéliser les choix faits par les éleveurs et qui constituent ces stratégies fourragères. En se basant sur cette modélisation, concevoir un OAD afin d'aider les conseillers fourrages (ou les agriculteurs directement) dans leurs choix stratégiques. Test sur le réseau de fermes pilote du programme Herbe & Fourrages	Nous avons repris la classification en 4 catégories de leviers d'adaptation s'appliquant à 9 familles de cibles utilisés dans le jeu LAURACLE issu du projet PEREL. Les déterminants ont été listés. Les premières études statistiques menées (non présentées dans ce rapport) n'ont pas encore permis d'identifier de relations simples entre déterminants physiques et caractéristiques des systèmes fourragers. Des demandes d'accès à des bases de données devraient permettre d'aboutir à des analyses plus poussées. Nous espérons conduire ces analyses dans le cadre du projet Stratégies fourragères 2 (RECOLTE). Une modélisation, théorique, a été présentée dans ce rapport. Une typologie de systèmes fourragers a pu être brossée essentiellement à dire d'expert (avec un travail sur des indicateurs pour décider de l'ajout d'un nouveau groupe). Elle doit encore être étayée par une approche de modélisation statistique. Des enquêtes techniques ont été conduites durant la durée du projet et au-delà par le groupe IRD. Le recrutement d'un stagiaire M2 est en cours. Les données seront analysées lors du stage débutant en avril 2026. L'objectif du stage M2 (2026) sera d'aboutir à un OAD simple (tableau Excel) validé à partir des données d'enquête.
Partie 2 : Mobiliser les stratégies à l'aide d'un outil Mobiliser les stratégies obtenues au 1) dans l'outil Rami fourrager[®] (<i>serious game</i> IDELE/INRAE). Pour cela, le Rami sera adapté au contexte de la région Centre-Val de Loire en mobilisant les références techniques existantes et en modélisant (avec le modèle STICS) la production fourragère locale pour les situations où les références manquent. Aboutir à un outil support de formation ou d'animation de groupes pour accompagner les éleveurs dans l'adaptation des systèmes fourragers aux aléas climatiques. Test par un groupe de conseillers fourrages.	Une version modernisée du Rami fourrager a été développée pendant le projet. Elle reprend à l'identique les fonctionnalités du module de calcul Excel. Le travail d'adaptation par l'ajout de références de la région Centre-VdL est en cours. Le projet a permis de définir la méthodologie de recueil de ces références (accord des parties prenantes, définition des sources de données, base de données partagée). Les modèles STICS et ModVege ont été testés. La documentation sur le fonctionnement du Rami est déjà existante. Et l'Idéle propose encore des formations. Le Rami « web » inclut de nombreuses info-bulles pour guider l'utilisateur. Le 01/07/2025, le Rami a pu être testé sur 2 cas-types bovin lait. L'objectif était d'équilibrer les systèmes d'abord pour des références de production en année normale, puis en année sèche (basé sur 2022).

➤ Annexe 1 : Liste des ateliers

Le projet prévoyait de consulter les conseillers fourrage des Chambres d'Agriculture pour mener les réflexions sur les stratégies fourragères des éleveurs de la région. Cette consultation sous forme d'ateliers a pu avoir lieu lors des réunions du groupe Innovation Recherche et Développement (IRD) élevage. La présence des participants à ces réunions était financée par le PRDAR, et non par le projet Stratégies fourragères.

Portant sur des thématiques communes, les avancées issues de ces ateliers bénéficient au projet Stratégies fourragères et au groupe IRD élevage des Chambres d'Agriculture. Il est à noter que la Chambre d'Agriculture de l'Indre est à la fois membre du groupe IRD et du projet.

Pour chaque atelier, le tableau précise la date, le type de réunion, le lieu, la durée, un résumé du contenu et la présence ou non d'un compte-rendu (CR).

Date	Type réunion	Lieu	Durée	Teneur	CR
16/12/22	IRD élevage – PRDAR 2023	Nouzilly (INRAE)	1j	Echanges sur la méthode de travail pour construire les fiches cas-types « système fourrager » : valoriser la base INOSYS, s'appuyer sur le réseau des fermes complémentaires à échantillonner, développement d'un SIG pour la région.	Oui
10/01/23	IRD élevage – PRDAR 2023	Nouzilly (INRAE)	1j	Test de l'outil Rami fourrager® (jeu sérieux) en séance.	Non
02/02/23	IRD élevage – PRDAR	Blois (CA41)	1j	Présentation des étapes du projet Recensement des couches d'information SIG disponibles utiles pour décrire la région Travail sur la définition d'un modèle prédictif du système fourrager et de ses déterminants : [Climat x sol x parcellaire x contexte socio-éco x humain x stratégies = système fourrager] Application à 3 exemples de la région	Oui
15/03/23	IRD élevage – PRDAR	Blois (CA41)	1j	Choix d'un premier set de 10 indicateurs visant à décrire les stratégies des éleveurs. Ex : chargement Définition des plages de chaque indicateur. Ex : chargement de 0,8 à 2 UGB/ha Recherche et discussion d'une méthodologie pour expliquer les performances économiques (analyse multifactorielle de type ACP ou sélection de modèle via une régression multiple)	Oui
15/06/23	IRD élevage – PRDAR	Blois (CA41)	1j	Présentation d'un guide réalisé lors du projet PEREL : « identification des choix stratégiques d'adaptation des éleveurs de ruminants dans un contexte climatique variable en Pays de la Loire »	Oui

				3 approches dans ce travail : analyser la base de données diapason, recenser les solutions techniques mise en œuvre, caractériser les profils d'éleveurs Décision d'un travail d'enquête pour établir des profils d'éleveur de la région Test du set d'indicateurs sur 2 cas-types d'exploitation agricole	
06/07/23	IRD élevage – PRDAR	Visio.	1/2j	Point sur le travail d'enquête sur le profil des éleveurs.	Non
21/09/23	IRD élevage – PRDAR	Blois (CA41)	1j	Formation (niveau 1) des conseillers aux SIG (logiciel Q-GIS) assurée par A. Savoie (INRAE) Travail sur l'exemple de la filière Bovin allaitant avec une typologie axée sur la période de vêlage	Oui
18/10/23	IRD élevage – PRDAR	Visio.	1/2j	Point sur l'organisation du projet. Découpage en blocs de tâches. Présentation du rétroplanning	Oui
27/11/23	IRD élevage – PRDAR	Châteauroux (GDS36)	1j	Discussions sur la thématique du prochain stage en sociologie Réflexion sur les prochains essais à mettre en place Avancement de l'OAD modélisation des SF	Oui
10/01/24	IRD élevage – PRDAR	Visio.	1/2j	Discussions sur l'état d'avancement du développement. Confirmation des choix techniques (approche web). Choix techniques concernant l'hébergement	Oui
20/02/24	IRD élevage – PRDAR	Visio.	1/2j	Présentation de l'OAD Scor3 par AgroTransfert	Oui
xx/04/24	IRD élevage – PRDAR	Blois (CA41)		Point sur le stage de sociologie. Présentation de la démarche aux conseillers : - Relever les freins et blocages des éleveurs - Etablir des profils-type d'éleveurs Amélioration du questionnaire	Non
13/05/24	Projet SF1	Visio.		Point développement du Rami	Oui
06/09/24	Projet SF1	Visio.		Point sur les baguettes	Non
10/09/24	IRD élevage – PRDAR	Blois (CA41)	1j	Sélection des zones fourragères principales. Travail uniquement sur les rendements « récolte » : - Estimation du potentiel de production - Les types de cultures présents - Leurs rendements : min, max, médian Déclinaison en 13 périodes de 28 jours.	Oui
14/11/24	Projet SF1	Châteauroux (CA36)	1j	Création d'un fichier pour la création des baguettes RAMI fourrager et sur la création d'un réseau de suivi de la production fourragère (future BDD RECOLTE)	Oui

				Travail sur un fichier abonder les baguettes à partir des données du réseau de référence sur la croissance de l'herbe	
12/12/24	Projet SF1	Visio.	1/2j	Test (bug) collectif du Rami	Oui
13/12/24	COREDEF	Mixte		Présentation de l'avancement du projet : Outil Rami Outil cartographique Géo Chambre Outil Orientation des SF	
08/01/25	Projet SF1	Visio.		Modification du fichier Croissance de l'herbe. Structuration du fichier « RECOLTE ». Organisation du 19/01/25 pour animer le réseau de croissance de l'herbe et présenter le fichier de constitution de références de récolte.	Oui
15/01/25	IRD élevage – PRDAR	Blois (CA41)	1j	Présentation du travail réalisé en 2024 : - Outil : RAMI fourrager® : rappel des objectifs de l'outil et présentation de la première version web de l'outil - OAD orientation des stratégies fourragères : rappel des objectifs et la méthode Présentation des cas-types fourrages par filières Travail en groupe sur 2 filières BV et BA pour mieux caractériser les cas-types à l'aide d'indicateurs supplémentaires	Oui
05/03/25	IRD élevage – PRDAR	Blois (CA41)	1j	Recensement des différents outils utilisés par les conseillers	Oui
02/04/25	IRD élevage – PRDAR	Blois (CA41)	1j	Présentation par les conseillers d'une sélection d'outils qu'ils utilisent pour leur activité : « Bilan fourrager », « Ruminal », « Coût des fourrages », « Prix du maïs sur pied ». Synthèse des outils listés et retenus pour la création d'une boîte à outils	Oui
15/05/25	Projet SF1	Visio.	1/2j	Préparation de la journée de test du Rami fourrager le 1 ^{er} juillet à Blois	Oui
01/07/25	Atelier IDELE dans le cadre du Projet Eco-Ready – LOFS	Blois (CA41)	1j	Test du Rami fourrager pour 2 cas-types Bovin lait présents en région Centre : - équilibre du système en année normal - stress-test du système en année sèche (basé sur 2022) et stratégie d'adaptation construite en séance avec les conseillers fourragers	Oui

➤ Annexe 2 : Liste des indicateurs par filière

Indicateurs de la filière bovin viande

Structurel	Type de sol
	Potentiel de sol
	Souplesse d'exploitation des terres au printemps
	Souplesse d'exploitation des terres l'été
	Durée d'hivernage
	Période de vêlage
	Chargement (UGB/ha)
Fonctionnement	Assolement : % PP
	Assolement : % PME
	Assolement : % PT (RGI-RGH)
	Présence de maïs
	Récolte : % foin
	Récolte : % humide
	% Fauche
Organisation	% Pâturage
	Equilibre en main d'œuvre entre les ateliers
	Besoin en maîtrise technique
	Niveau de charges opérationnelle + mécanisation
	Possibilité de remplacement
	Gestion du travail au printemps

Indicateurs de la filière bovin lait

Structurel	Potentiel de sol
Utilisation des surfaces	SAU (ha)
	Surface grandes cultures (ha)
	Surface de SFP (ha)
	Surface en herbe (ha)
	Lait commercialisé (L)
	Nombre de Vache Laitière
Spécialisation fourragère	Ares d'herbe /UGB lait
	Pâturage
	Prairies de fauche
	Interculture avant maïs
	Mode de récolte
	Ares Maïs fourrage /VL + suite
Niveau d'intensification du système fourrager	Lait commercialisé / ha SFP
	TMS à produire /Ha de SFP

	TMS récoltées /UGB
--	--------------------

Indicateurs de la filière ovine viande

Structurel	Potentiel de sol
	Temps en bâtiment
	Période d'agnelage
	Chargement : brebis/ha
Organisation	Autre atelier
Assolement	PP
	PME
	PT (RGI -RGH)
Utilisation des surfaces	% Pâturage
	% Foin
	% Enrubannage
	Pâturage des couverts oui/non

Indicateurs de la filière caprin

Structurel	Potentiel de sol
	Parcellaire groupé oui/non
	Chargement : chèvre/ha SFP
	Autonomie fourragère
Assolement	Légumineuse
	Graminées
	PP
Utilisation des surfaces	Foin
	Enrubannage
	Affouragement
	Pâturage
	Ensilage de maïs
	Récolte précoce oui/non

➤ Annexe 3 : Exemple des cas-types 2 et 5 en bovin viande

			Cas-Type 2	Cas-Type 5
Structurel	Durée d'hivernage		3,5 mois	5 mois
	Période de vêlage		Février à mai	Novembre à janvier
	Chargement	UGB/ha	1	1.5
	Type de sol		Argile	Sable drainé
	Potentiel de sol		Bon	Bon (faible à l'origine)
	Souplesse d'exploitation des terres	Printemps	Difficile	Bonne
		Été	Bonne	Difficile

Descriptif	Assolement	PP	100%	20%
		PME	0%	0%
		PT (RGI-RGH)	0%	80%
	Présence de maïs		Non	Oui (potentiel limité 8-9 t MS/ha)
	Récolte	Foin	100%	20%
		Humide	0%	80%
	Ratio	Fauche	50%	70%
		Pâture	50%	30%

PÂTURANT

STOCKEUR

Main d'œuvre	Main d'œuvre : équilibre entre les ateliers	Système souvent spécialisé	Complémentaire avec les cultures - vêlage avant semis / fini quand passage de phyto. et engrais
	Besoin en maîtrise technique	Faible	Importante
	Charges opé./méca.	Attention à dégager suffisamment de produit même si les charges sont faibles	Charges opé. et charge méca. importantes --> attention à la maîtrise technique
	Remplacement	Facile	Difficile, moins de souplesse
	Gestion du travail au printemps	Pâturages aléatoires selon les conditions climatiques	Pâturages aléatoires selon les conditions climatiques

➤ Annexe 4 : Zonage retenu : les régions fourragères les systèmes fourragers

Plutôt que les départements administratifs ou des petites régions agricoles (PRA), le zonage retenu pour travailler sur les systèmes fourragers de la région est la région fourragère. Elle est définie comme une « zone homogène selon des critères agro-climatiques qui conditionnent la production herbagère. Ce zonage a été constitué à partir des résultats de l'enquête « prairies » faite par le SCEES en 1982. Il a été déterminé en fonction des critères suivants : (i) climat (en particulier l'hygrométrie) (ii) altitude moyenne (iii) géologie (nature du sol et du sous-sol). Elles ont été revues en 1998 afin de travailler sur des zones d'au moins 90 000 hectares. Elles servent de base au système ISOP (Informations et Suivi Objectif des Prairies) qui fournit des estimations de rendement des prairies temporaires et permanentes productives ». Les régions fourragères diffèrent en partie des petites régions agricoles (PRA).

Code Région	Code Région fourragère	Départements
24	2401	18, 36
24	2402	18, 36, 37, 41
24	2403	18, 41, 45
24	2404	18, 36
24	2405	18, 36
24	2406	18, 45
24	2407	18
24	2408	41, 45
24	2410	28, 41
24	2412	28
24	2413	36
24	2420	28
24	2421	37, 41
24	2422	37

Tableau 2 - liste des régions fourragères



Figure 14 – carte des régions fourragères

Exemple d'utilisation du zonage : afin de caractériser les années de production, les données météorologiques issues des stations ont été regroupées et moyennées selon que les stations d'où elles sont issues se trouvent dans l'une ou l'autre région fourragère.

➤ Annexe 5 : Benchmark des outils

Type	Thème	Nom	Auteur - Institution	Échelle	Destination	Description
Diagnostic	Global	PraiCos	Idele, RMT Prairies	Système	Conseil élevage	Guides méthodologiques pour comprendre le système fourrager et mieux conseiller
Diagnostic	Environnement et socio-éco	Cap'2ER	Idele	Atelier / Exploitation	Conseil élevage	Diagnostic GES
Diagnostic	Diagnostic prairial global	Diagnostic prairial	Herbe & Fourrages	Exploitation	Conseil élevage	
Diagnostic	Diagnostic prairial (flore)	Perpet	Idele	Parcelle	Conseil élevage	Outil d'accompagnement collectif pour mettre en discussion les pratiques
Diagnostic	Autonomie fourragère	Autosysel	Idele	Exploitation	Conseil élevage	Outil web simple de sensibilisation et de conseil pour gagner en autonomie alimentaire
Diagnostic	Coûts de production	Coupod	Idele	Atelier	Conseil élevage	Outil de calcul et de diagnostic des coûts de production toutes filières herbivores
Outil	Escape game	VerTige			Formation	Mobiliser les connaissances sur la conduite de l'herbe de manière ludique
Outil	Stade de la prairie	Herb'âge				Estimer le stade de l'herbe
Outil	Caractérisation des prairies	Herb'Type	INRA			Exprimer le potentiel des PP
Outil	Composition des prairies	Capflor	GNIS, AFPP	Parcelle	Conseil élevage	Choix des espèces et variétés pour composer des prairies adaptées aux objectifs et aux contraintes du milieu
Outil	Bilan fourrager	Le Bilan fourrager	Idele	Système		Feuille de calcul
Outil	Gestion fourragère	Outil de gestion fourragère (Projet PEREL)	Chambres Pays de la Loire, ECEL	Parcelle / Exploitation	Conseil élevage	Confronter, au fil des récoltes, les fourrages stockés aux besoins du troupeau (gestion de la trésorerie fourragère)
Outil	Conduite des prairies et gestion du pâturage	Happy Grass	Idele, ...	Parcelle, système	Conseil élevage	Conduite des prairies et gestion du pâturage Fusion de Grassman et de PâturNET
Outil	Conduite des prairies et gestion du pâturage	PatureVision	Pâturage vision	Exploitation	Conseil élevage	Application pour smartphone de cartographie pour optimiser la gestion du pâturage
Outil	Gestion du pâturage	Grasshopper		Parcelle		Basé sur la hauteur d'herbe mesurée, calcul automatique de la biomasse disponible sur chaque parcelle
Outil	Gestion du pâturage	Herb'Valo	Idele	Parcelle / Système	Conseil élevage	Calcul de l'herbe valorisée par parcelle, par passage, par mois, par saison puis par an. Analyse de la variabilité du rendement selon les parcelles, les conditions et pratiques
Outil	Gestion du pâturage	Pâtur'Plan	Idele	Parcelle / Système	Conseil élevage	Outil dynamique pour anticiper la gestion du pâturage
Outil	Gestion du pâturage	Prev'her	PSHF Limousin	Système	Conseil élevage	Prévision de pâturage

Outil	Gestion du pâturage	Herb'Avenir	Bretagne, RMT Prairies (2005)	Parcelle, système	Conseil élevage	Prise de décisions aux dates-clés de la saison de pâturage
Outil	Gestion du pâturage	Herb'evol	Agrotransfert Bretagne, INRAE		Conseil élevage	Suivi et de prévision du pâturage
Outil	Gestion du pâturage	Patur'IN	INRAE			Pâtur'IN : le pâturage des vaches laitières assisté par ordinateur
Outil	Outil collectif de simulation	Rami Fourrager	Idele, INRAE	Système	Formation / (Conseil, recherche)	Simulateur de système fourrager
Outil	Reconception de systèmes	Scor3	Agro-transfert	Système	Conseil / Formation	Reconception de systèmes de polyculture-élevage ruminant. En conseil individuel ou collectif. Simulateur de cohérence rations/rotations
Outil	Conception du système ovin	Ostral	INRA, ITAB	Système	Conseil élevage	Simuler et évaluer
Simulateur	Gestion pâturage	SEPA TOU	INRAE	Parcelle / Exploitation	Conseil élevage	Simulateur de stratégies de pâturage tournant pour un troupeau de vaches laitières
Modèle	Pousse de l'herbe	Herb'Sim	INRAE	Parcelle / Système	Recherche	Simulation croissance quotidien de l'herbe
Modèle	Pousse de l'herbe	STICS	INRAE	Parcelle	Recherche	Simulation croissance quotidien de l'herbe
Modèle	Pousse de l'herbe	MoStGG	INRAE	Parcelle	Recherche	Simulation croissance quotidien de l'herbe
Modèle	Pousse de l'herbe	ModVege	INRAE	Parcelle	Recherche	Simulation croissance quotidien de l'herbe
Modèle	Pousse de l'herbe (PP)	Gras-sim	Belgique	Parcelle	Recherche	
Modèle	Ecosystème prairial	PaSim	INRAE, CIRAD	Parcelle / Système	Recherche	Modèle mécaniste biogéochimique de simulation d'un écosystème prairial géré
Modèle	Simulation fumure	Fumigène	INRAE, Idele	Parcelle	Recherche / Conseil	Modèle pour générer des plans prévisionnels de fumure en exploitation d'élevage
Simulateur	Simulation des décisions	SE DIVER	INRA	Exploitation	Recherche	Cadre de simulation pour concevoir des systèmes bovin-viande sur prairies semi-naturelles

Note : certains outils anciens et non maintenus ont été écartés.

➤ Annexe 6 : liste des « baguettes fourrages », références de production pour le Rami fourrager

Cette liste de baguettes fourrages a été établie à dire d'expert pour 2 régions fourragères (RF) sur sud de l'Indre et du Cher. Chaque baguette donne les niveaux de production rencontrés par les conseillers de chaque département.

RF	Culture	Potentiel	Min	Med	Max	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
2404	Maïs	moyen	5	9	13	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
2404	RGI_maïs	moyen	5	9	13	0	0	0	2.5	0	0	0	0	9	0	0	0	0
2404	Méteil_maïs	moyen	5	9	13	0	0	0	0	4	0	0	0	8	0	0	0	0
2404	Prairie_maïs	moyen	5	9	13	P	P	P	P	0	0	0	0	10	0	0	0	0
2404	Méteil_prairie	moyen	2	4	7	0	0	0	0	4	P	P	P	P	P	P	P	P
2404	Méteil_sorgho	moyen	2	4	7	0	0	0	0	6	0	0	3	0	2	0	0	0
2404	RGI_dérobé	moyen	2	3	5	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2404	RGI_2ans	moyen	6	7	9	0	0	0	2	2	2	P	P	P	P	P	P	P
2404	PT_PME_1c	moyen	5	7	8	0	0	0	0	3.5	P	P	P	P	P	P	P	P
2404	PT_PME_2c	moyen	5	7	8	0	0	0	0	3	0	2.5	P	P	P	P	P	P
2404	Luzerne	moyen	4	7	9	0	0	0	0	3	0	2.5	0	1.5	0	0	0	0
2404	Trèfle violet	moyen	4	6	7	0	0	0	0	2.5	0	2	0	1.5	0	0	0	0
2404	Prairie perm.	moyen	3	5	6.5	0	0	0	0	0	3.5	P	P	P	P	P	P	P
2405	Maïs	bon	10	13	16	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0
2405	RGI_maïs	bon	10	13	16	0	0	0	3	0	0	0	0	12	0	0	0	0
2405	Méteil_maïs	bon	10	13	16	0	0	0	0	4	0	0	0	11	0	0	0	0
2405	Prairie_maïs	bon	10	13	16	P	P	P	P	0	0	0	0	13	0	0	0	0
2405	Méteil_prairie	bon	2.5	4.5	7	0	0	0	0	5	P	P	P	P	P	P	P	P
2405	Méteil_sorgho	bon	2.5	4.5	7	0	0	0	0	6	0	0	4	0	3	0	0	0
2405	RGI_dérobé	bon	2	3.5	5.5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2405	RGI_2ans	bon	6	8.5	10	0	0	0	3	2.5	2.5	P	P	P	P	P	P	P
2405	PT_PME_1c	bon	6	8	9	0	0	0	0	4	P	P	P	P	P	P	P	P
2405	PT_PME_2c	bon	6	8	9	0	0	0	0	3.5	0	3.5	P	P	P	P	P	P
2405	Trèfle violet	bon	5	7	9	0	0	0	0	3	0	2.5	0	1.5	0	0	0	0
2405	Prairie perm.	bon	5	7	8	0	0	0	0	0	5	P	P	P	P	P	P	P

TABEAU 3 - PREMIERE LISTE DE BAGUETTE AVEC REFERENCES DE RECOLTE

RF = Région fourragère

P1 à P13 : période de 28 jours

Min, Med, Max : niveaux de production minimum, médian et maximum, observés selon les années

P = pâturage*

Note : seuls les niveaux de récolte sont ici affichés.

* La production fourragère journalière des prairies n'est pas renseignée.

Centre INRAE Val de Loire

UE 1297 PAO

37380 Nouzilly

Tél. : 02 47 42 77 00



➤ Annexe 7 : Références bibliographiques

BRUNSCHWIG G., SIBRA C., AGABRIEL C., MOLENAT H., GARCIA-LAUNAY F., 2010. Déterminants géographiques de l'utilisation des prairies en système traditionnel Salers : enseignements sur le fonctionnement du système fourrager. Renc. Rech. Ruminants, 2010, 17. pp. 2008-2011.

« L'objectif de notre étude était de caractériser les types d'utilisation des prairies et de les relier aux caractéristiques géographiques des parcelles (surface, pente, distance au siège et altitude). »

« Cette typologie a été reliée aux caractéristiques géographiques par modèle linéaire mixte. Nous avons obtenu 15 classes d'utilisation, dont 3 de parcelles uniquement fauchées, 6 de parcelles fauchées et pâturées et 6 de parcelles uniquement pâturées. Les caractéristiques géographiques déterminent les utilisations de façon hiérarchique et combinée : la pente conditionne la possibilité de faucher, la surface détermine la possibilité de faire pâturer une parcelle fauchée et de faire pâturer par des vaches des parcelles non fauchées, la distance détermine l'orientation entre vaches laitières et allaitantes et influence l'ordre de la séquence fauche pâturage. »

Duru M., Nocquet J., Bourgeois A., 1988. Le système fourrager : un concept opératoire ? Fourrages. pp. 251-272

« Le système fourrager est ici défini comme un programme caractérisé par une succession dans le temps d'états à atteindre pour assurer un objectif global (ressources fourragères et lots d'animaux), de moyens à mobiliser et de règles de décision pour mettre en œuvre les techniques permettant de gérer les flux de production et de consommation.

Pour prendre des décisions, notamment aux périodes clefs, les éleveurs utilisent des indicateurs d'états ; des règles leur permettent de passer de ce type d'informations à la décision proprement dite.

Les systèmes fourragers sont surtout jugés avec des critères de productivité ou d'efficience, mais ils peuvent l'être aussi à partir de l'évaluation des états des ressources au pâturage ou en stock, ou à partir de l'évaluation des régulations (sécurité, souplesse, simplicité). Une grille d'analyse est proposée. »

Godoc B., Mariat P., Guillois F., 2024. Explorer le passé pour mieux anticiper le futur : analyse des impacts d'aléas climatiques sur la production fourragère du grand ouest de 2003 à 2022. Fourrages. 259. pp. 5-19.

« Cet article explore l'impact d'aléas climatiques sur la production d'herbe et de maïs fourrage pour la zone du Grand Ouest regroupant la Bretagne et les Pays de Loire. Des données climatiques et de productions fourragères de 2003 à 2022 font l'objet d'analyses statistiques afin d'identifier les années correspondant à des « étés secs » et des « printemps peu poussant et étés secs ». Les rendements agrégés de ces années indiquent des pertes annuelles de l'ordre de -14% à -32% en prairie et de -11% à -22% en maïs fourrage selon les zones. L'analyse croisée de données climatiques et fourragères permet de mieux comprendre l'interaction climat-plante à l'échelle des six zones fourragères du Grand Ouest et de souligner les points forts et points de vulnérabilités de chaque zone. Les résultats de cette étude ne permettent pas de prédire les évolutions de rendements fourragers causées par le changement climatique en cours mais proposent des

références locales précises pour les filières ruminants afin d'anticiper deux types aléas climatiques de plus en plus fréquents. »

Jouven, M., Carrère, P., & Baumont, R. (2006). Model predicting dynamics of biomass, structure and digestibility of herbage in managed permanent pastures. 1. Model description. *Grass and Forage Science*, 61(2), 112–124.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2006.00515.x>

« The originality of the model described here lies in the combination of two simple approaches to grasslands: functional – based on the average functional traits of the grassland community – and structural – based on the distinction between vegetative and reproductive, i.e. green and dead matter. The model should enable the simulation of the dynamics of biomass, structure and digestibility of herbage at the field and farm scales for a wide range of grassland communities and management regimes. Once functional group parameters are calibrated, there are few other model inputs: proportion of functional groups, basic weather data (incident photosynthetically active radiation, mean daily temperature, precipitation, potential evapotranspiration) and site characteristics (nitrogen nutrition index, soil water-holding capacity). Model outputs are simple (biomass and digestibility of the four structural compartments) and can be readily used as inputs for an intake and production model for ruminant livestock. The model's behaviour and its ability to reproduce the dynamics of permanent pastures under various cutting regimes and to perform multiple-year simulations are discussed in a companion article (Jouven et al., 2006). »

Martin G., 2009. THESE. Analyse et conception de systèmes fourragers flexibles par modélisation systémique et simulation dynamique [Toulouse. Ecole doctorale SEVAB]. In Sciences agricoles.

<https://hal.inrae.fr/tel-02818931v1>

Martin G., Felten B., Magne M. A., Piquet M., Sautier M., Theau J. P., Thenard V., Duru M., 2012. Le rami fourrager : un support pour la conception de scénarios de systèmes fourragers avec des éleveurs et des conseillers. *Fourrages*, 210, 119–128.

<http://www.afpf-asso.fr/index/action/page/id/33/title/Les-articles/article/1879/search/Le-rami-fourrager:-un-support-pour-la-conception-de-scenarios-de-systemes-fourragers-avec-des-eleveurs-et-des-conseillers>

➤ **Annexe 8 : Revue des leviers d'adaptation du système fourrager s'offrant aux éleveurs pour adapter leur système fourrager aux aléas climatiques et économiques**

GUIDE PEREL. Identification des choix stratégiques d'adaptation des éleveurs de ruminants dans un contexte climatique variable en Pays de la Loire (2015)

Solutions mises en œuvre par les éleveurs face à des situations d'aléas climatiques (avec en particulier les années de sécheresse de 2010 et 2011). L'analyse des solutions mises en place dans les élevages permet de faire ressortir trois stratégies différentes :

1) Compensation des quantités disponibles :

- Implantation de dérobés (hiver, été) – espèce soudure.
- Utilisation de paille pour nourrir les animaux.
- Ensilage de céréales immatures (destinées initialement au grain).
- Achats extérieurs (fourrages/concentrés).
- Exploitation de surfaces de tiers.

⇒ L'objectif est dans ce cas, de compenser de manière plus ou moins complète, le manque en volume de fourrages. Les solutions se traduisent soit par des achats extérieurs, soit par la récolte sur l'exploitation de tonnes de matières sèches supplémentaires.

2) Optimisation de l'existant

- Adaptation dans la gestion du pâturage – moins de gaspillage, pâturage au fil, pâture de prairies de courte durée, voire betterave.
- Mise à l'herbe précoce.
- Intensification de la rotation (ensilage de MCPI, coupe plus précoce, changement de mode de conservation).
- Cultures moins exigeantes en eau – sorgho, betterave, millet, luzerne, sainfoin.

⇒ Cette stratégie repose autant sur l'économie (par une amélioration de la gestion du pâturage, par exemple) que sur des modifications dans les espèces récoltées ou les modes de conservation (de l'herbe en particulier).

3) Limitation des besoins

- Modification de la conduite : catégories d'animaux vendus (broutards à la place de taurillons), durée de finition plus courte.
- Diminution du nombre d'animaux (décapitalisation, chargement).
- Augmenter la production par vaches pour diminuer le nombre d'UGB présentes, efficacité technique (litre de lait par vache, âge au 1er vêlage ; IVV=365 jours).
- Non couverture des besoins.

⇒ La carte de l'économie : diminuer les quantités ingérées par le troupeau.

Levier pour l'autonomie. Melibio (massif central) [lien pdf](#)

Pour les systèmes fourragers basés sur l'herbe, il s'agit d'opérer une diversification pour compléter l'offre de fourrage des prairies permanentes et des parcours :

- Prairies à flore variée (PFV)
- Cultures fourragères annuelles (CFA)

Issu des projets Melibio et Optialibio, le jeu de cartes collaboratif LAURACLE¹² (2018) liste une quarantaine de leviers d'autonomie fourragère regroupés en :

- 4 catégories leviers : assolement ; itinéraire techniques ; zootechnique ; réseaux
- 9 familles : prairies ; légumineuses fourragères ; cultures fourragères annuelles ; adaptation aux ressources ; pâturage/fauche ; pratiques culturelles ; surplus d'herbe ; réduction des besoins ; filière-réseaux.

Les leviers sont décrits quant à leur efficacité, leur facilité de mise en œuvre et leur coût. Il est précisé si un levier aura une action rapidement ou à plus long terme.

ISAGRI - Comment atteindre l'autonomie fourragère sur mon élevage ? (2025) [lien](#)

Leviers mis en avant dans cette synthèse :

- Choix des semences fourragères
- Optimisation de la conduite du pâturage
- Amélioration de la qualité du fourrage récolté
- Choix des techniques de conservation des fourrages

Modélisation des impacts du changement climatique sur les écosystèmes prairiaux. Voies d'adaptation des systèmes fourragers (Graux, 2011) [lien](#)

Le changement climatique favorise la production de fourrage hors de la saison estivale mais peut accroître les risques de déficits fourrager et hydrique en été, en particulier dans les zones les plus arides ou soumises à la sécheresse.

Les stratégies d'adaptation identifiées incluent :

- l'extension des périodes de pâturage,
- l'augmentation des surfaces de pâturage
- le passage à une production d'espèces fourragères résilientes ou des mélanges d'espèces

¹² <https://www.inrae.fr/actualites/lauracle-jeu-cartes-collaboratif-42-leviers-dautonomie-fourragere>