

Adaptation des systèmes caprins de la Sarthe (72) au changement climatique

Le **changement climatique** est indéniable. Entre 1980 et 2000, le constat est flagrant : + 0,5°C à l'échelle terrestre, + 1°C en France, - 30 % de calotte arctique, + 3,3 mm d'augmentation du niveau de la mer, acidification des océans et perte de biodiversité.

L'élevage caprin est confronté au changement climatique :

- Comment le climat va-t-il évoluer ?
- Avec quelles conséquences sur les cultures, sur les animaux et les fourrages ?
- Comment s'adapter à ces évolutions ?

LE CONSTAT...

 Chaleur extrême plus fréquente plus intense	 Fortes précipitations plus fréquentes plus intenses	 Sécheresse augmentation dans certaines régions	 Conditions météorologiques propices aux incendies plus fréquentes	 Océan réchauffement acidification perte d'oxygène
---	---	--	---	---

Source : 6e rapport du GIEC – août 2021 ; présentation par Valérie Masson-Delmotte le 5/11/2021

Les éleveurs de chèvres de Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire ont engagé une réflexion sur l'adaptation de leurs systèmes d'élevage face au changement climatique. Dix groupes d'éleveurs, un groupe d'apprenants et leurs conseillers-animateurs ont remis en question entre 2019 et 2023 la conduite du système fourrager, des cultures et du troupeau, afin de s'adapter à ce challenge. Durant 4 années (avec une pause durant le 1^{er} confinement de la crise Covid), des collectifs de 4 à 8 éleveurs se sont réunis localement pour définir sur le système d'élevage typique de la zone et mettre en avant les spécificités des contextes pédoclimatiques. Ensuite, nous avons travaillé sur les projections climatiques de la zone, avec des indicateurs climatiques, agroclimatiques et de croissance de l'herbe. Ces données ont permis de proposer des leviers d'adaptation des différentes composantes du système d'élevage, qui se veulent adaptés au contexte local et opérationnels.

6 journées de groupe pour co-construire les solutions



Merci aux éleveurs ayant participé aux différents échanges : Anne Mèche, Béatrice Jacquemine, Eric Cailhau, Geoffrey, Anthony Dubas, Victor Binois et Olivier Subileau (GAB 72) ayant animé le groupe.

<https://redcap.terredeschèvres.fr/spip.php?article292>

Partenaires techniques



Avec le soutien financier de :

La zone de l'étude : le département de la Sarthe



Localisation du groupe

Le système défini est représentatif d'exploitations caprines situées dans la **Sarthe**. Le département se situe entre le Massif armoricain, le Bassin parisien et le Val de Loire.

Le nord-ouest du département, situé dans le Massif armoricain, est constitué essentiellement de **grès cambrien**. Le reste du territoire est inclus dans le vaste **ensemble sédimentaire** du Bassin parisien.

Le climat est océanique, avec une température actuelle moyenne de **11,9 °C** et **866 mm** de précipitation par an.



Un système d'élevage actuel classique en Sarthe

L'exploitation se compose de **2 UMO**, d'un cheptel de **80 chèvres laitières** produisant en moyenne **625 l/chèvre/an**. Souvent, les exploitations caprines sont localisées dans des zones à potentiel limité. La totalité du lait est transformé en fromages. Les chèvres sont conduites en agriculture biologique. Les **mises-bas des chèvres** sont en **février**.

L'exploitation compte **20 ha de SAU**. La **surface fourragère** de l'exploitation représente **15 ha**. La culture de la luzerne n'est pas évidente dans la zone (hormis quelques parcelles chaulées et non hydromorphes).

Sarthe (72)

SAU : 20 ha



2 UMO

625 L / an



80 chèvres



Conduite au pâturage



Mises-bas de février



Système fromager-fermier



Surface Fourragère Principale (15 ha)
12 ha Prairies naturelles ou multi-espèces
3 ha de luzerne



Les **prairies multi-espèces ou naturelles** sont privilégiées. Ces parcelles seront pâturées et permettront de faire du stock. Le potentiel des prairies est moyen : 4-6 t MS / ha en moyenne. Le chargement est de **4 chèvres/ha** de SFP caprine.

La ration fourragère est composée de 63 % de fourrage : **foin et pâture**. Elle est complétée par un apport de 400 kg/chèvre/an de concentrés pour compléter la ration alimentaire (principalement des aliments achetés et du méteil produit sur l'élevage).

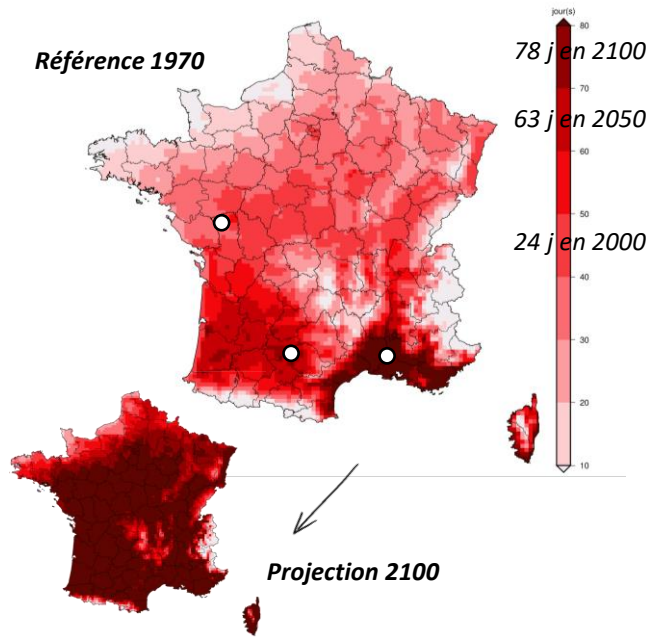
Quelle évolution du climat au Mans ?

En 2020, nous avons déjà + 0,8°C d'augmentation de la température observée par rapport aux références de 1970-2000 au Mans. Les projections du GIEC, avec le scénario 8.5 (le plus réaliste actuellement) nous amène doucement vers + 1,5 °C d'ici 2050 et + 4°C pour 2100. **Le climat de la zone sera de plus en plus à un climat méditerranéen.**

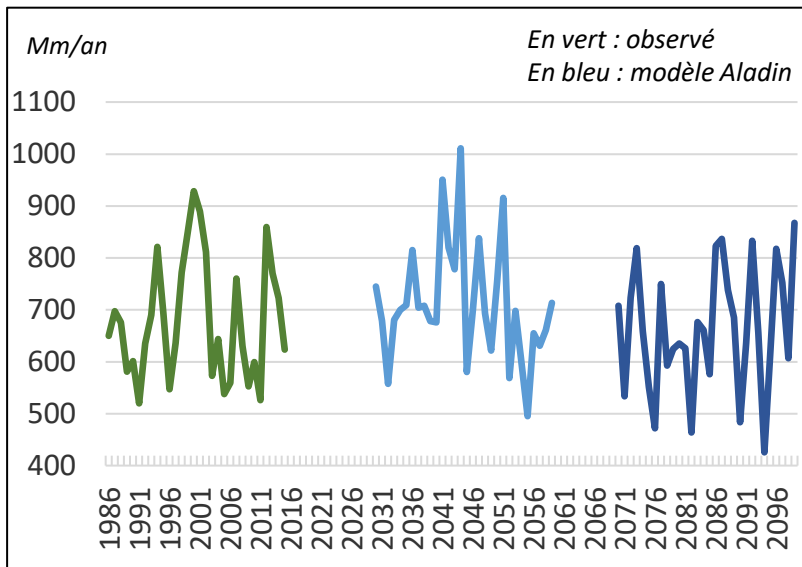
À la fin du siècle, les gelées seront de moins en moins fréquentes en hiver : d'une vingtaine de jours dans les années 2000, il y aura quelques jours de gelées en hiver (équivalent au Finistère ou au Cotentin dans les années 2000).

En été, les journées caniculaires augmenteront fortement, avec des étés en 2050 qui ressembleront à ceux des années 2000 à Agen-Montauban, puis à Marseille aux alentours de 2100. Dans les années 2000, il y avait 1-2 jours caniculaires estivaux (> 35°C la journée et > 20°C la nuit). On en comptera 3-4 en moyenne en 2050 et 11-12 jours en 2100.

Nombre de jours chauds en été (> 20 °C)



Évolution annuelle de la pluviométrie (modèle Aladin)

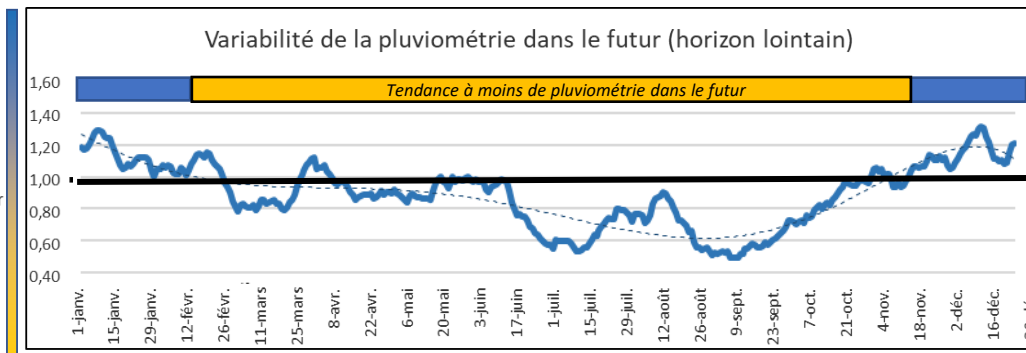


La pluviométrie restera en moyenne similaire dans le futur. La variabilité inter-annuelle restera très forte (entre 500 et 1 000 mm/an). Cette variabilité sera également marquée au sein d'une même année, avec en tendance plus de pluviométrie en hiver et des sécheresses de fin de printemps, été et automne plus marquées.

Le déficit hydrique (pluviométrie – évapotranspiration) sera également plus marqué. Déficitaire de 150 mm entre 1970 et 2000, ce déficit sera de 275 mm d'ici 2100.

+ de pluie dans le futur par rapport au passé sur cette période

- de pluie dans le futur par rapport au passé sur cette période



Référence 1986-2015

Données issues de DRIAS, pour le RCP 8.5 : scénario sans politique climatique (produit multi-modèles de DRIAS – médianes)

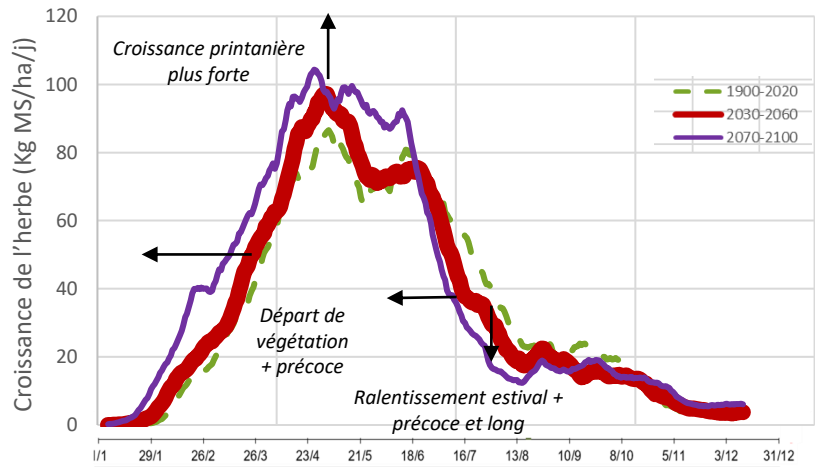
Évolution de la croissance de l'herbe

La croissance des prairies multi-espèces (avec luzerne sur sols profonds) sera plus précoce et plus forte au printemps, se maintiendra en début d'été et sera légèrement plus faible en automne. Le rendement potentiel d'une luzerne sur sol profond sera stable d'ici 2050 et augmentera de 17 % d'ici 2100, avec une forte variabilité entre les années (de + 25 % à - 17 %).

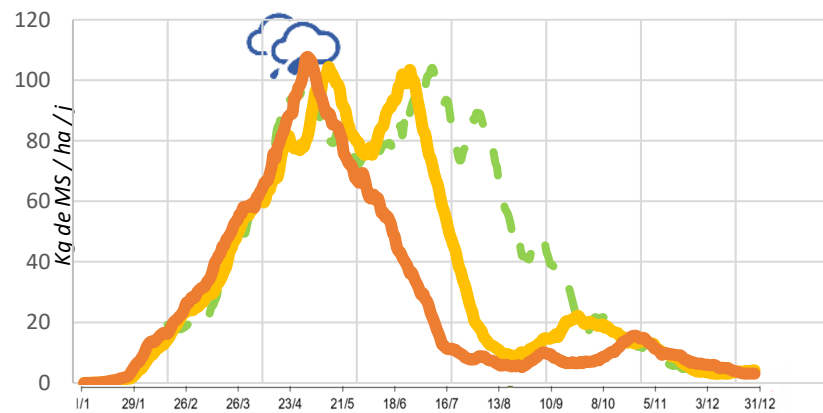
Les 1^{ères} coupes (700° jours) pourront se faire en moyenne 18 jours plus tôt avec des conditions d'humidité proches de celles vécues actuellement (et des durées de jour plus courts).

Le ralentissement estival de la croissance de l'herbe se fera une dizaine de jours plus tôt et sera plus marqué.

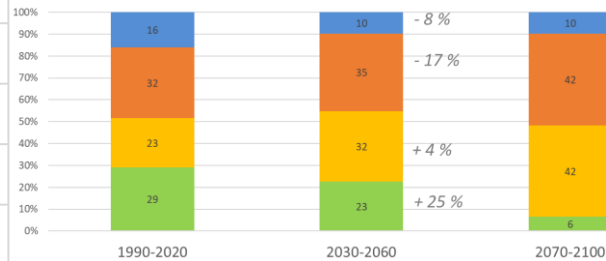
Courbe de croissance moyenne d'une prairie multi-espèces (trèfles et graminées) sur sol profond au Mans



Croissance de l'herbe selon les années fourragères



Fréquence des différentes années fourragères dans le futur et évolution du rendement des prairies



Pour les simulations, nous utilisons le scénario RCP 8.5 du GIEC (scénario où les émissions de GES ne sont pas freinées dans le futur, le plus vraisemblable actuellement) et le modèle Aladin de prévision des conditions climatiques en France (MétéoFrance), puis le modèle INRAE STICS de croissance de l'herbe.

Derrière la tendance décrite précédemment se cache une variabilité forte entre les années. On peut décrire, quatre années fourragères « typiques », dont la fréquence d'apparition dans le futur va évoluer :

- Des années avec une croissance de l'herbe répartie toute l'année (ex : 2021). Ces années permettent une production d'herbe importante (+25 % par rapport à la moyenne), mais ne facilite pas la récolte de foin en bonnes conditions. Ces années fourragères n'existeront presque plus dans le futur (< 1 année / 10).
- Des années avec des sécheresses estivales marquées et une faible repousse d'herbe en automne (ex : 2020). Cela représente entre 4 années dans le futur / 10, avec un rendement proche de la moyenne (+ 4%).
- Des années avec des sécheresses de fin de printemps et estivales et sans repousses automnales (ex : 2022). Le rendement est alors à la baisse de 17 % environ. Ces années seront de plus en plus fréquentes dans le futur (4 années / 10)
- Des années avec des sécheresses estivales et des débuts de printemps humides ne favorisant pas des récoltes de foin en bonnes conditions (2017, 2019). Ces années, avec un système foin exclusif, impliquera une perte de rendement de 8 %. Cela représentera environ 1 années / 10 dans le futur.

Principaux enjeux pour ces systèmes (d'ici 2050) :

- Prolonger le pâturage en début d'été
- Gérer la récolte abondante au printemps de fourrages de qualité
- Gestion des printemps pluvieux (3,1 années/10) : comment faire une 1^{ère} coupe de qualité ?
- Gestion de l'hydromorphie de parcelles en hiver

Leviers d'adaptation du système fourrager

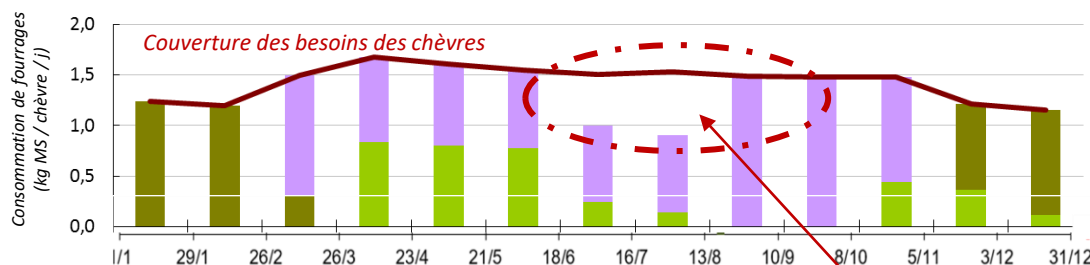
En adaptant la méthode du Rami fourrager, nous avons pu simuler un système fourrager équilibré dans le présent (les besoins du troupeau en fourrages sont couverts par la production de fourrages). Ensuite, à partir de l'évolution de la croissance de l'herbe, nous avons pu vérifier l'équilibre du bilan fourrager et le groupe a proposé des leviers d'adaptation.



Évolution du bilan fourrager dans le futur proche

	Rendement (tMS/ha)		Bilan du stock de foin
	PME/PN	Luzerne	
Présent	5,3	8,9	+ 3 t
Futur sans aléa	7,3	14,8	+ 37 t
Futur avec été sec	6,8	12,7	+ 29 t
Futur avec été et automne secs	6,3	9,6	+ 16 t
Futur avec printemps humide	2,6	9,1	- 14 t
Moyenne pondérée du futur			+ 22 t MS

Un fort déficit de fourrage à partir de juillet lors des années à printemps et été secs



Vert clair : pâturage

Vert foncé et violet: foin de luzerne et de pré

Manque de 1,1 t de MS/chèvre d'herbe pour le pâturage en été et début d'automne (voire 2,2 t MS/chèvre les années les plus sèches)

Leviers « simples » d'adaptation (à l'installation) :

- Augmenter la SFP, pour sécuriser le système : + 0,5-1 ha (**chargement visé de : 5 chèvres/ha**)
- Trésorerie fourragère :
 - Prévoir une capacité de stockage supplémentaire pour **compenser le pâturage très limité en été et pour compenser le manque de foin les printemps humides**
 - Et/ou avoir la capacité d'acheter du fourrage
- Avoir des **prairies productives** permettant d'atteindre le rendement proposé

Leviers d'adaptation du système fourrager (1/2)



En adaptant la méthode du Rami fourrager, nous avons pu simuler un système fourrager équilibré dans le présent (les besoins du troupeau en fourrages sont couverts par la production de fourrages). Ensuite, à partir de l'évolution de la croissance de l'herbe, nous avons pu vérifier l'équilibre du bilan fourrager et le groupe a proposé des leviers d'adaptation.

Leviers à mobiliser « en routine » :

• Prolonger le pâturage en début d'été... voire sur l'été

Dans le futur proche, on prévoit un mois de pâturage en juin/juillet en moins qu'actuellement. Pour prolonger le pâturage en début d'été, il est essentiel de **commencer le pâturage ou la fauche le plus tôt possible au printemps**.

En plus des prairies naturelles, il est possible de valoriser :

- Des prairies de luzerne (associées à du dactyle, fétuque élevée ou brome), quand le contexte pédologique le permet et/ en chaulant régulièrement,
- Des essais sont en cours d'un mélange de millet + sorgho + trèfle d'Alexandrie. Le semis a été réalisé fin mai pour un pâturage à partir de fin juin/début juillet. Il faut attendre 3-4 semaines pour du pâturage, et environ 6 semaines pour une fauche (fourrage moyen à grossier). Le rendement est d'environ 2-3 t MS/ha, réalisé sur 0,5 à 1 ha/an. Le millet repousse si on le coupe tôt. L'essai a été réalisé en 2020 et 2021 chez 2 éleveurs (voir page 10).
- Retours positifs sur des mélanges prairiaux avec de la chicorée (semés à 500 g/ha), mais attention au cycle rapide de repousse (difficile vis-à-vis de la gestion du parasitisme) et la nécessité de broyer les canes à l'automne,
- Du méteil fourrage à pâturer peut être intéressant (lié à un semis de prairie sous couvert mais souvent, il y a peu de terres labourables, et cette culture annuelle a un coût d'implantation à prendre en compte et globalement les éleveurs ont assez d'herbe au printemps
- Le sorgho (derrière une prairie), peut être une solution opportuniste (comme le mélange millet/moha/Ta).

L'intégration de ressources ligneuses (arbres, haies, ...) est aussi à envisager, tant d'un point de vue complément de ressource alimentaire que d'intérêt pour l'ombre, la biodiversité, les synergies avec les prairies/cultures. Les éleveurs de la zone entretiennent des haies et arbres isolés déjà présents dans les prés (ou en bordure de pré) et poursuivent leur implantation. Frêne et saule poussent difficilement sur les terres séchantes de la zone. Le **peuplier tremble *Populus tremula*** peut également être intéressant.

• Sortie des chèvres à l'automne

A l'heure actuelle, la repousse automnale est très faible. Les chèvres ressortent en novembre/décembre avec une faible prise alimentaire extérieure. Avec le changement climatique, la situation ne sera pas plus favorable à du pâturage important durant l'automne. Une question se pose sur le tarissement au pâturage en décembre (sortie des chèvres mais peu de prise alimentaire normalement). Quelle valeur de l'herbe d'hiver ?

• Réflexion sur la période de mises-bas (et le tarissement)

La stratégie est de conserver une période de tarissement et une seule période de mise-bas.

Anticiper les mises-bas d'un mois, à mi-janvier pourrait permettre de mieux valoriser et maîtriser l'herbe de printemps.

Néanmoins, cela nécessite des mises à la reproduction mi-août, et pose donc des questions sur la réussite avec des pics de chaleur forts.

Une réflexion peut également se faire sur des mises-bas de mi-octobre, afin de pâturer en hiver et printemps. La crainte est que cela aura un coût sur les performances de reproduction, sur la ration et la production laitière. Est-ce vraiment intéressant ? Par ailleurs, certaines parcelles de l'exploitation sont peu portantes (ou inondées l'hiver). Il faudra veiller à avoir assez de parcelles (et d'herbe en janvier-février). Le tarissement se fera alors à une période avec peu d'herbe disponible.

Leviers d'adaptation du système fourrager (2/2)



- La réalisation d'un stock de qualité au printemps, en lien avec du pâturage

Les éleveurs signalent que la maîtrise de la chaîne de récolte en foin de la 1^{ère} coupe est déjà délicate actuellement (en lien avec la fenêtre météo limitée et/ou la fauche fait à façon par un tiers). Généralement en 1^{ère} coupe, il faut 8 j de séchage au champ (foin de pré).

Les leviers possibles à mobiliser sont les suivants :

- Faire du foin dès que possible (le mieux possible)
- Broyer la 1^{ère} coupe en excès (retour au sol)
- Pâturage de VA du voisin (ou en propre), vente sur pied pour enrubannage (valorisation précoce de la C1)
- Déprimage des chèvres pour décaler la pousse de l'herbe sur une partie de la SFP (qui sera fauchée en C1 dans de meilleures conditions)
- Enrubannage ou ensilage, séchage en grange ☒ peu intéressant vu la taille du cheptel (sauf si système de séchage en botte « fait maison » mais énergivore).

Le consensus du groupe reste sur la **valorisation au printemps de l'herbe sous forme de foin et de pâturage**. Pour favoriser la qualité de cette coupe de foin, il est important de : 1/ avoir le matériel adéquate en propriété (ou très localement) pour faucher au bon moment et 2/ se réappropriier les éléments clefs de la chaîne de récolte en foin.

Optimiser le chantier de récolte, en fauchant plus haut (moins de quantité à sécher, meilleure repousse et meilleure ventilation de l'andain) et en fauchant plus tôt (tonnage plus faible, mais 2^{ème} coupe voire 3^{ème} coupe avant la sécheresse estivale plus importante). A priori, il semble qu'il faut « récolter au mieux la 1^{ère} coupe, avec les contraintes météo » (quitte à faire une petite récolte) pour privilégier la coupe suivante (en volume et qualité).

Globalement, le stock de foin annuel se fait sur le printemps. Il est important de déterminer le stock de foin de sécurité à avoir (produit et/ou acheté et/ou vendu si surplus). Les fauches se font généralement en mai et juin → prévoir 5-6 mois de report de stock ?

Concernant le pâturage de printemps, il est peut être possible d'augmenter l'intensité de ce pâturage (mettre moins de foin en chèvrerie), mais cela demande plus de surveillance du troupeau (ingestion et parasitisme) et de faire des mesures de pousse de l'herbe pour optimiser le pâturage (et ne pas se faire déborder). De fin mars à mai, le pâturage maximisé peut durer 10h/jour, avec un peu de foin grossier/paille au râtelier (3 passages par parcelle environ). Ensuite, les chèvres pâturent, avec l'objectif de faire son stock fourrager. Après 3 pâturages, le groupe conseille de faire un broyage ou une fauche pour couper le cycle du parasite.

L'utilisation d'une autochargeuse de petit gabarit et d'occasion peut être intéressante pour distribuer du vert plus tôt dans la saison, nettoyer les parcelles, valoriser les parcelles éloignées et sécuriser le parasitisme. Attention aux charges de mécanisation et à l'investissement (et impact environnemental) → faire une estimation. Attention aussi à la portance de certaines parcelles en sortie d'hiver.

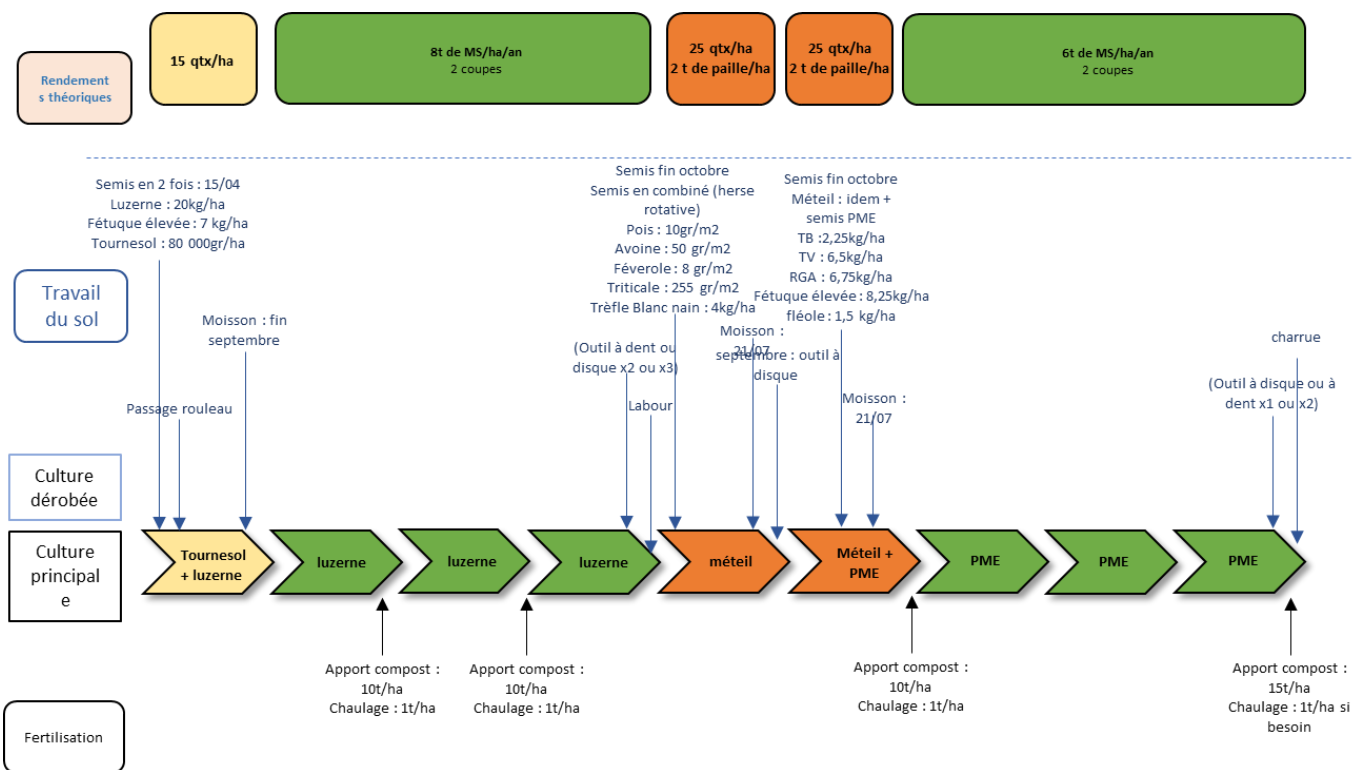
Système de culture : une rotation conduite en agriculture biologique pour nourrir le troupeau



Le groupe a également mené une réflexion sur la co-construction d'une rotation et d'un itinéraire technique qui permettent de répondre aux enjeux du changement climatique, tout en limitant les intrants sur les cultures et en favorisant l'autonomie alimentaire. Le schéma décisionnel est résumé ci-dessous.

La rotation étudiée est en système sans irrigation. Rendements et itinéraires techniques reflètent les pratiques actuelles des éleveurs. Certaines modifications techniques ont été discutées et sont mis en place par les éleveurs.

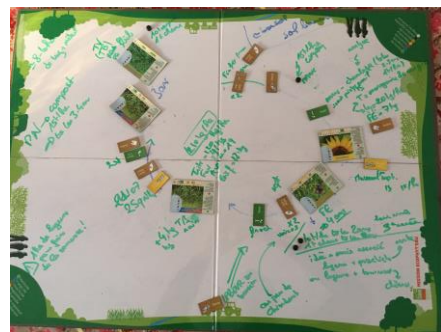
Schéma décisionnel de la rotation co-construite (sol sain, favorable à la luzerne, faible réserve hydrique, conduite en AB)



Éléments de maîtrise technique de ces rotations

Sur des parcelles sableuses (fréquentes dans la zone), la rotation est possible mais plus risquée, notamment pour la culture du tournesol. Il est possible de faire une année de méteil supplémentaire pour conforter la production d'aliments pour les chèvres.

Par ailleurs, les légumineuses fourragères (luzerne et trèfles violet en prairie-multi-espèces) reviennent rapidement dans la rotation. Il sera peut être nécessaire de compléter la rotation avec au moins une année de méteil (ou de céréale à paille tel qu' l'orge) pour diluer les risques liés à la cuscute par exemple.



Rotation co-construite avec le jeu mission écophyteau

Évaluation de la durabilité du système de culture

La rotation co-construite avec les éleveurs a été évaluée selon les 3 piliers de la durabilité avec l'outil SYSTERRE®. Cela permet de mettre en avant des indicateurs d'évaluation économique, sociale et environnementale. Seule la rotation sur sol de groie a été évaluée.

Évaluation de la durabilité de la rotation co-construite sur une année normale (moyenne des prix 2016-20)

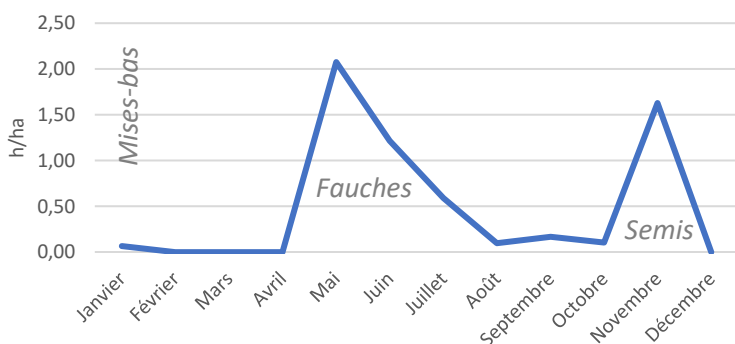
/ha	Durabilité environnementale
IFT Total moyen	0
Consommation Carburant (l)	96
Fertilisation minérale (U N/ha)	0
Part apportée par la fertilisation organique et les légumineuses	100 %
Bilan de fertilisation (kg/ha)	N : 0 P : - 2 K : - 73
Émissions totales GES (kg éq CO ₂ /ha)	732 <i>(soit 3 364 km en voiture ou 3 183 km en avion ou 619 litres de lait de vache*)</i>

€/ha	Durabilité économique
Produit brut	688
Charges opérationnelles	143
<i>Dont charges semences</i>	55
<i>Dont charges engrais</i>	90
<i>Dont charges phytos</i>	0
Charges de mécanisation	300
Marge directe hors aides = marge semi-nette	242

/ha	Durabilité sociale
Temps de travail (h/ha)	5,9
Nombre de passages tracteur	9

*Source : <https://datagir.ademe.fr/apps/impact-co2/>

Temps de travail sur l'assolement



Le système de culture étudié est un système en **polyculture-élevage**, avec une production de fourrages et d'aliments consommés par le troupeau.

Un complément d'apport en K est nécessaire dans la rotation proposée, notamment pour le bon développement des luzernes.

Résilience de la rotation co-construite face à la volatilité des charges d'intrants

(x3 fertilisation et x 1,5 phyto, x 1,5 GNR, comme en 2022)

La résilience du système a été étudié en simulant l'impact des hausses des intrants (fertilisants, GNR et produits phytosanitaires) sur les résultats économiques. **On constate que le système de culture est peu impacté par les hausses de ces intrants.**

(€/ha)	Années normales	Évolution comparée à la référence « année normale »
Produit	688	0 %
Charges totales	443	+ 25 %
→ Charges opérationnelles	143	+ 0%
→ Charges de mécanisation	300	+ 33 %
Marge nette hors aides	242	

Approfondissement de thématiques techniques

Dans le cadre du projet, trois focus spécifiques ont été réalisés avec les éleveurs, en lien avec le changement climatique et la limitation des intrants.



Faire des fromages avec le changement climatique

Pour prendre en compte l'augmentation des température estivales (et surtout des pics de chaleur) dans la transformation fromagère, les éleveurs du groupe ont mis en place des actions lors de la construction de leur fromagerie, pour avoir une régularité dans la température de la fromagerie, tel que **l'isolation de la fromagerie et installation d'une climatisation** ou **l'isolation de la fromagerie dans un bâtiment déjà isolé** (ex : vieille étable avec murs en pierre épais). En complément, certains ont installé une **VMC double flux** (limitant les entrées d'air chaud directement de l'extérieur).

À penser en étant fromagers . . .

Parfois, on constate des **diminutions d'ingestion des fourrages** (foin) lors des pics de chaleur. Cela pourrait être limité en **diminuant légèrement les concentrés distribués** (de 10-20 %) et ainsi favoriser l'ingestion de fourrages. Cela induit de possibles baisses de production laitière et de la matière utile.

La « lourdeur estivale » est aussi compliquée à gérer pour l'éleveur, lors des **marchés du soir**. Favoriser les marchés matinaux.

Le **refroidissement du lait de 35°C à 18°C** pour la conservation/maturation peut être compliquée en été sans refroidisseur du lait intégré au tank à lait par exemple. Il faut alors un dimensionnement du tank adéquate pour permettre une diminution efficace des températures avec le volume produit en été.

Témoignage d'une éleveuse du groupe

Le groupe GIEE de la Sarthe travaille sur la possibilité de faire **pâture les chèvres en période estivale**. L'enjeu pour ces systèmes caprins fromager-fermiers est de poursuivre le pâturage durant l'été, dans un contexte de sol sableux à faible potentiel (et moins de 5 cm de sol). Un **essai paysan** a été mis en place en 2020 dans un élevage caprin de 40 chèvres, avec une approche globale qui lie le sol la plante et l'animal.



Le 15 avril, la première coupe d'une vieille prairie a été incorporée au sol, comme un engrais vert. En complément, des micro-organismes « EM » ont été incorporés avec un mulchage au roto-labour. Le 26 mai, un mélange **Millet-Moha-trèfle d'Alexandrie** a été semé dans la parcelle. Le pâturage au fil de la parcelle a commencé le 6 juillet pour durer jusqu'au 15 août. 2-3 tonnes de matières sèches ont été pâturées par les chèvres. Les chèvres ont bien pâturé la parcelle. Cet essai a permis au producteur d'assurer sa production de lait estivale (sans baisse de production contrairement aux années précédentes), tout en économisant du foin. Cet essai est reconduit cette année, avec un nouveau mélange **sans moha** et avec **plus de trèfle d'Alexandrie**, pour limiter l'apport de concentrés cet été. Le **pâturage a été réalisé plus tôt**, afin d'éviter de se faire dépasser par le stade des graminées : avec 2 semaines d'avance environ, donc dès fin juin. L'utilisation du fil avant (et arrière) permettra d'éviter le piétinement des repousses. *Cliquer sur l'image pour avoir accès à la vidéo.*

Synthèse : quel système demain adapté au changement climatique ?



Le système décrit précédemment (et adapté au changement climatique) est résumé ci-dessous, et complété avec une évaluation multicritère. La synthèse technique est présentée ci-dessous. Sur la page suivante, une évaluation économique a été réalisée grâce à l'outil Diapason, ainsi qu'une évaluation environnementale (méthode cap2er niveau I) et de compétition feed-food (alimentation humaine – animale).

L'adaptation du système caprin fromager de la Sarthe nécessite une **augmentation de la SFP** pour sécuriser le stock fourrager et le pâturage : 1 ha environ, pour atteindre un chargement de **5 chèvres/ha de SFP**.

Réaliser une **première coupe des luzerne et prairies multi-espèces** est techniquement intéressant mais difficile à envisager dans ces systèmes : il faudrait alors avoir une réactivité suffisante et la possibilité de valoriser de l'enrubannage pour les chèvres. La 1^{ère} coupe sera alors majoritairement **pâturée et vendue** (sur pied par exemple). Les prairies riches en légumineuses pourront être semées sous-couvert d'un méteil ou de tournesol au printemps. Du **report de stock** devra également être prévu pour faire face aux années difficiles : 4 à 6 mois pour les fourrages.

Il faudra aussi prévoir une **adaptation du bâtiment** (et/ou des zones de sortie des chèvres) pour leur permettre de supporter les pics de chaleur : **ombrage, isolation du bâtiment, ventilation**. La fromagerie devra également être suffisamment isolée et/ou climatisée pour limiter les variations de températures, notamment l'été.

Sarthe (72)

SAU : 20 ha

2 UMO

80 chèvres

625 L / an

Conduite au pâturage
Bâtiment isolé et ventilé

Mises-bas de février

Système fromager-fermier
Fromagerie climatisée et/ou isolée

Prévoir un fourrage riche et appétant pour la période estivale

Surface Fourragère Principale (16 ha)
12 ha Prairies naturelles ou multi-espèces
4 ha de luzerne **Vendre la 1^{ère} coupe (sur pied) et acheter un bon fourrage**

Indicateurs techniques (de l'atelier caprin)

65 % de fourrages dans la ration

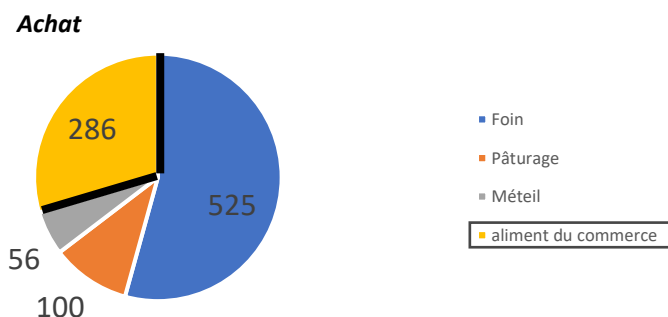
526 g de concentrés / litre de lait

342 kg de concentrés / chèvre

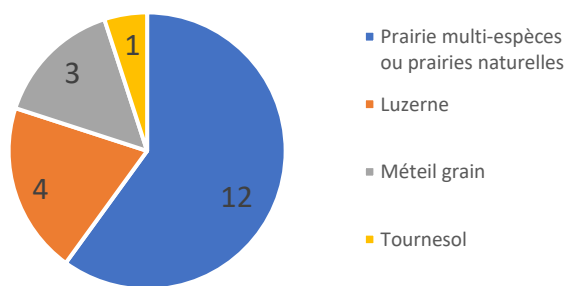
70 % d'autonomie alimentaire

Coût du système d'alimentation : **523 € / 1000 l**

Ration annuelle du troupeau caprin (en kg MS/chèvre)



Surface agricole utile (ha)

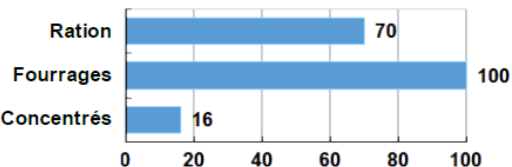


Évaluation du système adapté au changement climatique

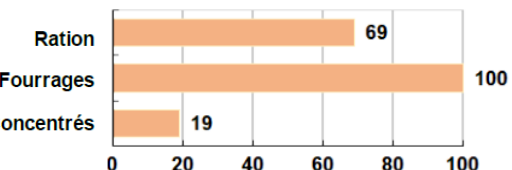


Niveau d'autonomie du système

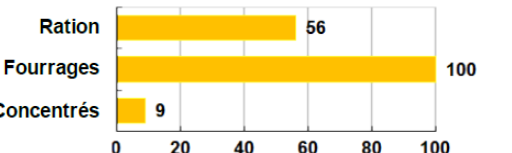
Autonomie massique (%)



Autonomie énergétique (%)



Autonomie protéique (%)



Le système est équilibré entre les besoins et la production de fumier/compost. Il faudra prévoir environ 100 t d'achat de paille pour la litière.

Évaluation de la durabilité économique du système (année 2020 en référence)

Conventionnel : 570 000 litres de lait produit – TP = 34,46 g/l – TB = 39,54 g/l. Prix moyen : 771 €/1000 l

Résultats économiques du système	
Produit brut (PB)	156 503 €
<i>Dont produit caprin</i>	149 760 € (96 % du PB)
<i>Dont produit surfaces fourragères</i>	1 320 €
<i>Dont produit grandes cultures</i>	3 520 €
Charges brutes	86 138 €
<i>Dont charges opérationnelles</i>	26 930 €
→ Sur troupeau	25 500 €
→ Sur SFP	830 €
→ Sur Productions végétales	600 €
<i>Dont charges de structure</i>	59 209 €
EBE (EBE / PB)	70 365 € (45 %)
Disponible pour l'exploitant et autofinancement	58 365 €
en €/UMO exploitant	29 182 €

Résilience du système à la variabilité du prix des intrants.

Nous avons étudié la résilience du système à la volatilité du prix des intrants, en comparant l'année « normale » (moyenne 2016-20) avec les prix observés en 2022. La diminution de la rémunération permise est indiquée ci-dessous :

- Intrants liés aux cultures (x3 pour les engrais) : - 0,1 %
- Intrants liés aux cultures (x 1,5 pour les phyto) : 0 %
- Intrants liés à la mécanisation (x 1,5 du GNR) : - 0,5 %
- Intrants liés à l'alimentation (x 1,5 du concentré du commerce) : - 7 %

Notre système est dépendant de la volatilité du prix des aliments achetés et du GNR.

Références Inosys
(cliquez sur le logo)



Évaluation environnementale (méthode cap2er I)

En kg éq CO ₂ /ha	Résultats environnementaux du système
Émissions brutes	1,61
Stockage (2 154 mètres linéaire de haies)	0,47
Émissions nettes	1,18

Références
REDCap-Cap2er
(cliquez sur le logo)



Évaluation sociétale : compétition de valorisation des aliments entre l'homme et les chèvres (méthode ERADAL)

80 % des protéines consommées par le troupeau ne sont pas consommables par l'Homme. Pour produire 1 kg de protéines animales, le troupeau consomme **1,7 kg** de protéines consommables par l'Homme.

70 % d'énergie consommée par le troupeau ne sont pas consommables par l'Homme. Pour produire 1 kcal, le troupeau consomme **1,7 kcal** consommables par l'Homme.

Références



La Nouvelle-Aquitaine et L'Europe
agissent ensemble pour votre territoire



Synthèse : quel système demain adapté au changement climatique en Sarthe ?

Le système présenté ici est en **polyculture-élevage, avec transformation du lait en fromages à la ferme**. La production caprine représente 96 % du produit brut.

Le système proposé dans la Sarthe répond aux enjeux d'adaptation au **changement climatique** et de **durabilité** grâce à plusieurs forces :

- Il mobilise une **diversité de ressources fourragères** et de **modes de valorisation**. Des **prairies riches en légumineuses** peuvent être cultivées et seront productives au printemps. La valorisation à la fois au **pâturage** et via du **stock** de cette prairie permettra l'apport aux fourrages de qualité.
- La sécurisation du système fourrager par un **chargement plus faible** est essentiel, notamment dans un contexte agronomique.
- L'emploi d'un demi UTH permet un **partage de la charge de travail et d'envisager la prise de congés** et de périodes de repos.

Réflexion du groupe

Le groupe se questionne sur la stratégie de rationnement et de conduite du système fourrager à mettre en place. Nous sommes sur des petits troupeaux, avec peu de main d'œuvre (et de remplacement possible), fromager-fermier, avec une bonne valorisation du produit. Les systèmes sont sur des contextes pédoclimatiques difficiles, avec une conduite au pâturage et non intensive. Deux stratégies sont alors à réfléchir :

- Maximiser la valorisation de l'herbe de l'exploitation, en limitant l'apport de concentré et en optimisant le pâturage et la qualité des fourrages ; cette stratégie nécessite une technicité grande et un besoin fort d'adaptation aux conditions météorologiques ;
- Valoriser le pâturage avec une sortie des chèvres sur la durée (sans rechercher à maximiser la prise alimentaire (respect de l'image de la chèvre au pré) et produire le foin quand les conditions météo le permet (foin grossier), tout en apportant en chèvrerie les aliments nécessaires (foin de luzerne et concentrés) achetés localement pour atteindre ses objectifs de production.

L'évaluation multicritère de ce système montre un système performant qui est quand même fragile de sa dépendance aux achats d'aliments, aux charges de mécanisation et au niveau d'investissement.



Photo du groupe de travail lors de la réunion du 12 septembre 2023

Réalisation : Jérémie Jost (Idele-REDCap), Olivier Subileau (GAB 72), Nicole Bossis (Idele), décembre 2023. **Avis et relectures** : les conseillers et animateurs du réseau REDCap

Travail réalisé dans le cadre du projet Cap'Adapt (2019-2023).

Partenaires techniques :



Les travaux présentés ont bénéficié des synergies permises par :

