

Marine Biasotto
Justine Loof
Lola Millot
Audrey Tiercin



Institut agro IFI 3^{ème} Année - Spécialité Agronomie 2022-2023
Formation Initiale

Projet C : Identification de pratiques d'élevages permettant une meilleure adaptation des élevages de bovins charolais aux aléas climatiques et préservant la qualité des eaux



Commanditaire : Chambre d'agriculture Saône-et-Loire
Enseignants référents : Christelle Philippeau et Ridha Ibidhi
Année de soutenance : 2023
Nombre de pages : 33

Remerciements

Nous remercions Madame Moretty-Verdet, directrice de la Chambre d'agriculture de la Saône-et-Loire et commanditaire du projet pour nous avoir permis de travailler sur ce projet. Nous la remercions également pour nous avoir transmis les contacts des personnes ressources et des éleveurs sur le terrain d'étude et pour avoir pris le temps de nous faire des indications sur le guide d'entretien.

Nous tenons à remercier chaleureusement Christelle Philippeau, enseignante chercheuse en zootechnie à l'Institut Agro Dijon, pour avoir pris le temps de nous aider quand nous en avons besoin, sur les guides d'entretiens et notamment sur le traitement des données et la relecture du rapport.

Nous remercions Ridha Ibidhi, Maître de conférences en production animale à l'Institut Agro Dijon, pour avoir pris le temps nous donner son avis sur les questions abordées en traitement de données.

Nous adressons nos remerciements à Marjorie Ubertosi, Maître de Conférences en Sciences du Sol, pour nous avoir données des indications sur l'eau et les nitrates.

Nous remercions aussi Marie-Hélène Vergotte, Maître de conférences en sciences de gestion et Sandrine Petit, Ingénieur de recherche en géographie à l'INRAe pour nous avoir aidées dans l'élaboration de la partie sociale du guide d'entretien et dans le traitement de ces données.

Enfin, nous adressons nos remerciements à tous les éleveurs qui ont répondu positivement à notre sollicitation et pour nous avoir chaleureusement accueillies chez eux pour répondre à nos questions. Nous remercions aussi les personnes ressources et conseillers pour nous avoir fournies des pratiques mises en place sur le terrain et sur les centres d'expérimentations.

Résumé

L'ouest de la Saône-et-Loire est caractérisé par de l'élevage extensif avec un territoire riche en prairies permanentes faiblement fertilisées en azote. Cependant, des études sur les concentrations en nitrates dans les cours d'eau ont été menées. Les résultats ont mis en évidence des concentrations en nitrates supérieures aux normes sur quelques communes du département menaçant un passage en zone vulnérable. Des acteurs du territoire ont émis des hypothèses afin d'expliquer ces mesures élevées. La relation entre les sécheresses répétées et les pics de nitrates serait l'hypothèse majeure. Les pluies automnales entraîneraient des lixiviations de l'azote non utilisées par les plantes à cause de l'arrêt de la pousse de l'herbe. Dans le cadre de ce projet, des enquêtes, auprès de professionnels du conseil et d'éleveurs, ont été réalisées afin d'identifier des pratiques déjà mis en place sur le terrain qui pourraient s'adapter au changement climatique. Plusieurs pratiques ont été décrites pour s'adapter aux aléas climatiques telles que le pâturage tournant dynamique, l'engraissement 100% à l'herbe, l'ajout de betterave fourragères et d'arbres fourragers dans les rations. Le vêlage à 2 ans, le croisement avec des Angus ou encore la gestion de l'abreuvement au niveau des cours d'eau sont des pratiques intéressantes. Des raisons pouvant expliquer les fortes concentrations en nitrates ont aussi été relevées. Les éleveurs, peu utilisateurs d'azote, expliquent les fortes concentrations en nitrates dans les cours d'eau par les pluies succédant les sécheresses. L'épandage des effluents en bonne quantité et au bon moment, le fractionnement des apports, la couverture des sols à l'automne et le non-labour sont des pratiques limitant les pertes d'azote dans l'environnement.

Mots clés : pratiques d'élevage, changement climatique, nitrate, adaptation, enquêtes qualitatives,

Abstract

The western part of the Saône-et-Loire is specialized in extensive livestock farming with a territory rich in permanent grasslands where the use of nitrogen fertilization is limited. However, studies on nitrate concentrations have been carried out on watercourses. The results showed that nitrate concentrations are higher than the threshold in some of the department's municipalities, threatening their classification as vulnerable zones. Hypotheses have been made to explain these high levels and the main one is the existence of a link between droughts and nitrates peaks. Autumn rains would lead to leaching of nitrogen which is not used by plants because of the interruption of grass growth. As part of the project, counsellors and farmers were questioned in order to identify agricultural practices change already used in the field adapted to climate change. Many practices have been described such as dynamic rotational grazing, 100% grass finishing, addition of fodder beetroot and trees in the diet. Calving at 2 years of age, crossbreeding with Angus or watering management are interesting practices. Reasons for high nitrogen values have also been identified. Farmers, who are low users of nitrogen, explain these phenomena by rainfall following droughts. Applying dejections in the right quantity and at the right time, splitting of inputs, covering the soil in the autumn and not tilling the soil are practices that limit nitrogen losses into the environment.

Key words: agricultural practices, climate change, nitrate, adaptation, qualitative enquiry.

Table des matières

Introduction	1
1. Contexte	2
1.1. L'ouest de la Saône et Loire, un territoire d'élevage soumis au changement climatique	2
1.1.1. Les caractéristiques de la zone d'étude	2
1.1.2. Le changement climatique	3
1.1.2.1. Les causes du changement climatique	3
1.1.2.2. Les conséquences du changement climatique sur la zone.....	3
1.1.2.3. Les conséquences du changement climatique sur les animaux et leur alimentation.....	3
1.1.3. Adaptations au changement climatique connues en élevage	4
1.2. Un territoire faisant face à des teneurs en nitrates en augmentation	7
1.2.1. La contamination de l'eau par les nitrates	7
1.2.1.1. Conséquences des pollutions par lixiviation	7
1.2.1.2. Présentation du cycle de l'azote à l'échelle de l'exploitation agricole	8
1.2.1.3. Causes de la lixiviation des nitrates	9
1.2.1.4. Les pratiques agricoles pouvant limiter les fuites de nitrates.....	10
1.2.2. Réglementation des pratiques agricoles pour limiter la pollution des nitrates	10
2. Problématique.....	12
3. Matériel et méthode.....	13
3.1. Interview des personnes ressources en exercice sur la zone	13
3.2. Choix de l'échantillon éleveurs	13
3.3. Guide d'entretien et déroulement des enquêtes	13
3.4. Traitement des données	14
3.4.1. Techniques	14
3.4.2. Sociologiques	14
4. Résultats et discussions	15
4.1. Profil des enquêtés	15
4.2. Perception et stratégies des éleveurs face au changement climatique.....	15
4.2.1. Les conséquences du changement climatique constatées par les éleveurs sur les systèmes d'élevages	15
4.2.2. Les conséquences du changement climatique, des facteurs de risques pour la pérennité de l'exploitation	16
4.2.3. Stratégies des éleveurs et résilience des systèmes	18
4.3. Identification de pratiques agricoles développées en élevage pour mieux s'adapter au changement climatique	19

4.3.1. La conduite du troupeau pour faire face au changement climatique	19
4.3.2. Gestion des stocks, diversification et production de la ressource alimentaire.....	21
4.3.3. Les changements de gestion du pâturage des bovins dans un contexte de changements climatiques	24
4.4. Identification de pratiques agricoles pouvant avoir un effet sur les teneurs en nitrates	27
4.4.1. Origines des teneurs élevées en nitrates et pratiques à risque identifiées par les personnes enquêtées	27
4.4.2. Pratiques pouvant limiter les risques de pertes d'azote	30
Conclusion.....	33
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des figures

Figure 1 : Répartition de la pluviométrie et des températures sur la zone d'Autun

Figure 2 : Zones vulnérables de la Saône-et-Loire

Figure 3 : Zone Natura 2000 de la Saône-et-Loire

Figure 4 : Projection de l'évolution des températures moyennes dans le Charolais à différents horizons

Figure 5 : Projection de l'évolution des pluies efficaces médianes mensuelles dans le Charolais à différents horizons

Figure 6 : Evolution et prévision d'évolution de la pousse de l'herbe (en kg MS/ha/j) en fonction de l'année

Figure 7 : Betterave fourragère et méthode de récolte

Figure 8 : Valeurs nutritionnelles des arbres consommables par les animaux

Figure 9 : Evolution des concentrations de nitrates dans le secteur du Charolais

Figure 10 : Le cycle de l'azote dans les exploitations d'élevage

Figure 11 : Zone géographique des entretiens

Figure 12 : Frise chronologique des aléas climatiques ayant marqué les agriculteurs.

Figure 13 : Calendrier des périodes de vêlage chez les éleveurs enquêtés. Au-delà de 3 mois, la période de mise bas est considérée comme étalée

Figure 14 : Calendrier des mises bas avant et après changement suite aux sécheresses pour les éleveurs concernés

Liste des tableaux

Tableau 1 : Profil des éleveurs enquêtés

Tableau 2 : Stratégies adoptées et décisions entreprises pour faire face au changement climatique

Tableau 3 : Effets du changement climatique sur la période de mise bas des éleveurs enquêtés

Tableau 4 : Profils d'éleveurs

Tableau 5 : Types de méteils utilisés

Tableau 6 : Récapitulatifs des pratiques considérées comme les plus pertinentes d'adaptation au changement climatique et de réduction des risques de lixiviation de l'azote

Liste des abréviations

ASSECC : Abreuvement Solution et reSSource en Elevage face au Changement Climatique

CIPAN : Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole

DDT : Direction Départementale des Territoires

OFB : Office Français de la Biodiversité

DRAAF : Direction régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

INRAe : Institut Nationale de la Recherche Agronomique et environnemental

MAT : Matière Azotée Totale

MS : Matière Sèche

N₂O : Protoxyde d'azote

NH₄⁺ : Ammonium gazeux

SAU : Surface Agricole Utile

SFP : Surface Fourragère Principale

UGB : Unité Gros Bovins

UTH : Unité de Travail Humain

Introduction

L'élevage allaitant fait partie de l'identité de l'ouest de la Saône-et-Loire. La spécialisation de cette région, qui semble immuable, ne remonte pourtant qu'au XIX^{ème} siècle (Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire et Préfet de Saône-et-Loire, 2010). À partir des années 1970, le bassin allaitant a de nouveau subi de fortes restructurations sur le plan économique et social tels que les agrandissements et la diminution du nombre d'exploitations. C'est aujourd'hui à des défis environnementaux que les éleveurs doivent apprendre à faire face. Ils doivent en premier lieu travailler à s'adapter au changement climatique, c'est-à-dire à des variations de l'état du climat (GIEC, 2013). Ces changements « sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine [...] et] viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables » (Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, 1992). De plus, ce secteur est remis en cause par de nombreux citoyens et consommateurs, les critiques portent principalement sur l'impact environnemental de l'élevage, notamment depuis la publication du rapport de l'Organisation des Nations Unies *Livestock's Long Shadow* (Steinfeld *et al.*, 2006), entre autres à cause des rejets carbonés et azotés. En plus du rôle sur les émissions de gaz à effets de serre, l'élevage peut être à l'origine de fuites des nitrates et de ce fait, de la pollution des eaux... En effet, les nitrates sous la forme oxydée de l'azote présents dans le sol suite à l'apport d'effluents d'élevage ou de fertilisants minéraux (Fowler *et al.*, 2013), peuvent impacter la qualité de l'eau s'ils s'y trouvent en excès. Afin de prévenir tous risques pour la santé humaine et d'éviter l'eutrophisation des écosystèmes (Peyraud *et al.*, 2014), la Directive Nitrates a été adoptée en 1991 (Préfet du Lot, 2021). Malgré sa mise en œuvre et donc l'instauration de zones vulnérables, en France, 22 % des stations relèvent encore une concentration en nitrates supérieure à 25 mg/L pour les eaux superficielles. De même 26 % des stations relèvent des concentrations supérieures à 40 mg/L pour les eaux souterraines (Idele, 2019). Des dépassements du seuil réglementaire ont aussi été remarqué sur les années 2018-2019 dans l'ouest de la Saône-et-Loire dans le cadre de la révision de ces zones par la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) de Bourgogne Franche-Comté (2021). Ces observations inhabituelles pour un territoire d'élevage extensif tel que celui-ci risque d'engendrer le classement de 128 communes en zones vulnérables et de contraindre les différents acteurs à appliquer des mesures plus adaptées aux grandes cultures ou à l'élevage intensif. Pour éviter cette situation improductive, la Chambre d'agriculture a mobilisé les acteurs de la profession agricole, c'est-à-dire les éleveurs, l'Institut Agro Dijon mais aussi la DREAL en vue de mettre en place un projet pour tenter d'expliquer les causes et chercher des solutions au phénomène en cours. Les premières études réalisées par la DREAL de Bourgogne Franche-Comté (2021) soulèvent l'hypothèse d'une corrélation entre les pics de concentrations de nitrates et les sécheresses du fait d'une diminution de la bio-assimilation végétale qu'elles entraînent. Les épisodes de chaleurs étant rendus plus récurrents, longs et intenses par le changement climatique (Chambre d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2022) il a été proposé d'interroger les acteurs de terrain qui sont témoins ou moteurs de changements potentiellement pertinents.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	2.5	3	6.5	9.9	13.7	17.7	19.7	19.5	15.8	11.7	6.4	3.3
Température minimale moyenne (°C)	0	-0.1	2.5	5.4	9.3	13	15	14.9	11.8	8.2	3.6	0.9
Température maximale (°C)	5.2	6.4	10.6	14.2	17.9	22.2	24.1	24	20.1	15.5	9.3	5.9
Précipitations (mm)	87	74	73	83	91	77	73	65	72	88	98	95
Humidité(%)	85%	80%	75%	71%	72%	68%	64%	65%	71%	80%	86%	86%
Jours de pluie (Jrée)	10	9	9	10	10	9	9	8	7	9	10	10
Heures de soleil (h)	3.3	4.3	6.3	8.2	8.8	10.1	10.3	9.3	7.4	5.7	3.8	3.3

Data: 1991 - 2021 Température minimale moyenne (°C), Température maximale (°C), Précipitations (mm), Humidité, Jours de pluie. Data:

Figure 1 : Répartition de la pluviométrie et des températures sur la zone d'Autun

Source : Merkel, 2023

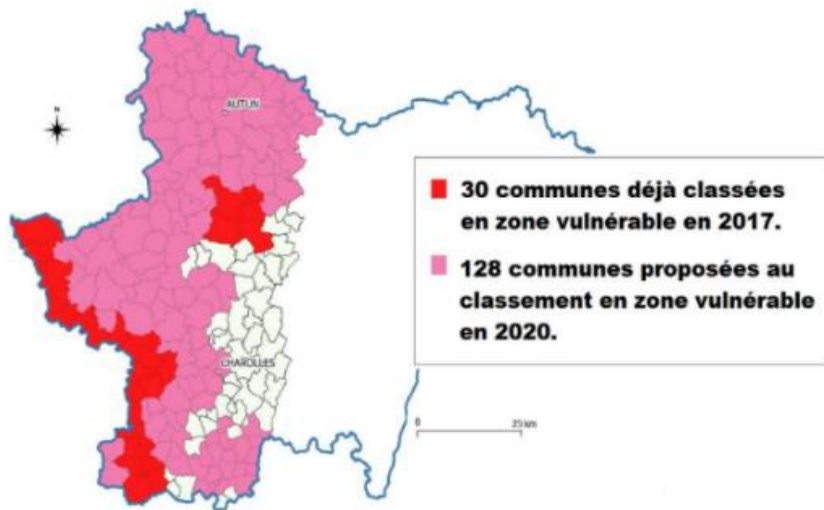


Figure 2 : Zones vulnérables de la Saône-et-Loire

Source : DREAL *et al.*, 2022

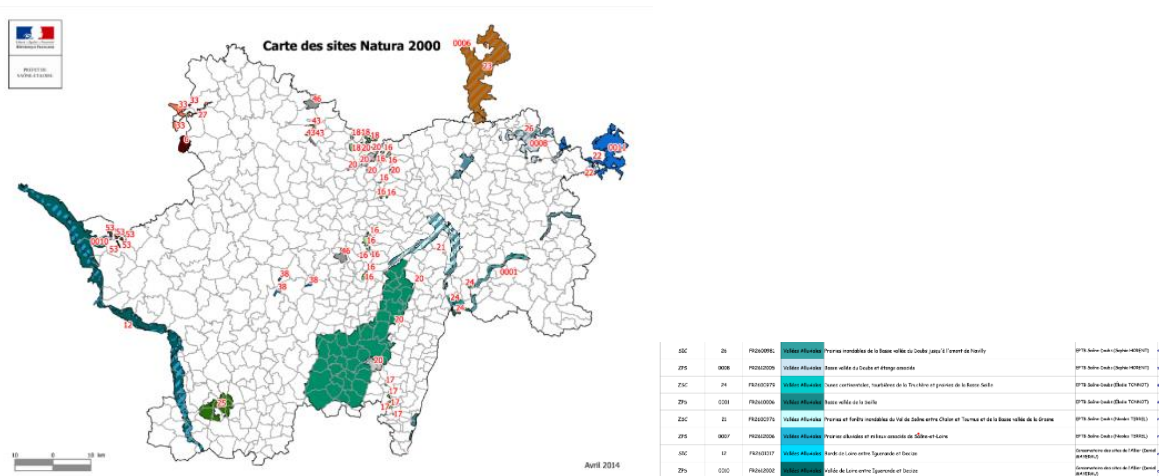


Figure 3 : Zone Natura 2000 de la Saône-et-Loire

Ainsi les problématiques de ce rapport sont :

Quelles sont les pratiques d'adaptation aux aléas climatiques mises en place (et leur efficacité) dans les élevages bovins allaitants de Saône-et-Loire ? Quelles pratiques pourraient potentiellement accroître ou limiter la contamination des cours d'eau par les nitrates ?

Ce rapport débutera par un état de l'art sur la zone d'étude, le changement climatique, les fuites de nitrates et les adaptations déjà existantes pour y faire face, qui permettra de poser la problématique. Par la suite, le matériel et les méthodes utilisées seront présentés. Enfin, les résultats obtenus seront exposés et discutés.

1. Contexte

1.1. L'ouest de la Saône et Loire, un territoire d'élevage soumis au changement climatique

1.1.1. Les caractéristiques de la zone d'étude

La Saône-et-Loire, département de la région Bourgogne Franche-Comté, est caractérisée par un climat océanique tempéré. Les sols sont de type sableux-limoneux et très hétérogènes. Les sols sont profonds ou superficiels et séchants. La précipitation moyenne annuelle est comprise entre 900 et 1000 mm sur la période 1991 et 2021 (Agreste, 2020). Sur cette dernière, les pluies étaient réparties sur l'ensemble des mois de l'année avec une plus grande quantité sur les mois de mai et de début d'hiver (figure 1) (Merkel, 2023). Elles ne dépassaient pas 100 mm par mois (Chambre d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2022).

Ces caractéristiques pédoclimatiques font de la Saône-et-Loire une région herbagère. En effet, la SAU totale du département est composée à 80% de prairie dont 353 500 ha de surface toujours en herbe (Agreste, 2021), des terres à faibles potentiels. On y retrouve donc des élevages essentiellement allaitant en système naisseur (Agreste, 2020). En 2020, le nombre d'exploitations agricoles est de 6 079, la SAU moyenne par exploitation de 84,3 ha et le nombre de bovins total de 596 423 (DREAL *et al.*, 2022). Le chargement de 1,2 UGB/ha relève d'un élevage à caractère extensif. On observe cependant une baisse de 8% du nombre d'animaux sur la période 2015-2020. Cette diminution s'explique par le fait que l'augmentation du nombre de vaches par exploitation ne compense plus la réduction de nombre d'exploitations. Entre 2016 et 2019, le nombre d'exploitations du département a diminué de 14 %, une baisse plus forte qu'à l'échelle nationale (Agreste, 2020).

La qualité des eaux et la biodiversité de ce territoire font l'objet de mesures de protection. En effet, 30 communes (majoritairement situées dans le sud-ouest de la Saône-et-Loire) ont été classées zones vulnérables en 2017. Suite à la révision de la Directive Nitrates de 2020, 128 nouvelles communes risquent de le devenir (figure 2). De plus, le département se compose de 26 zones Natura 2000 répartis sur 83 000 ha. Cela représente 11% du territoire (figure 3).

Source : Préfet de Saône-et-Loire, 2022

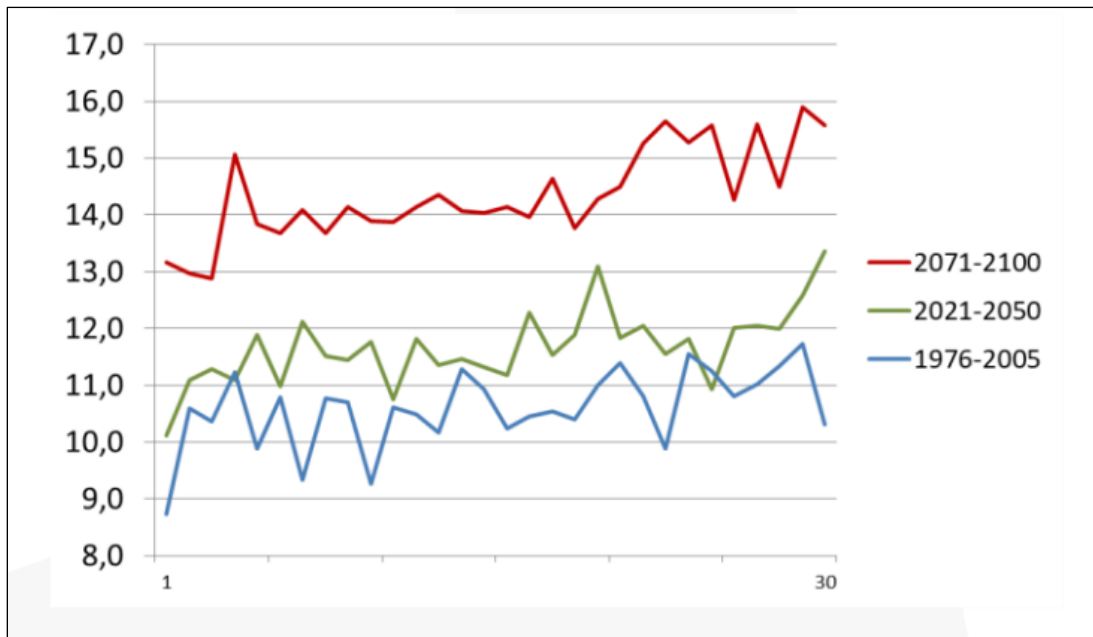


Figure 4 : Projection de l'évolution des températures moyennes dans le Charolais à différents horizons

Source : Chambre d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2022

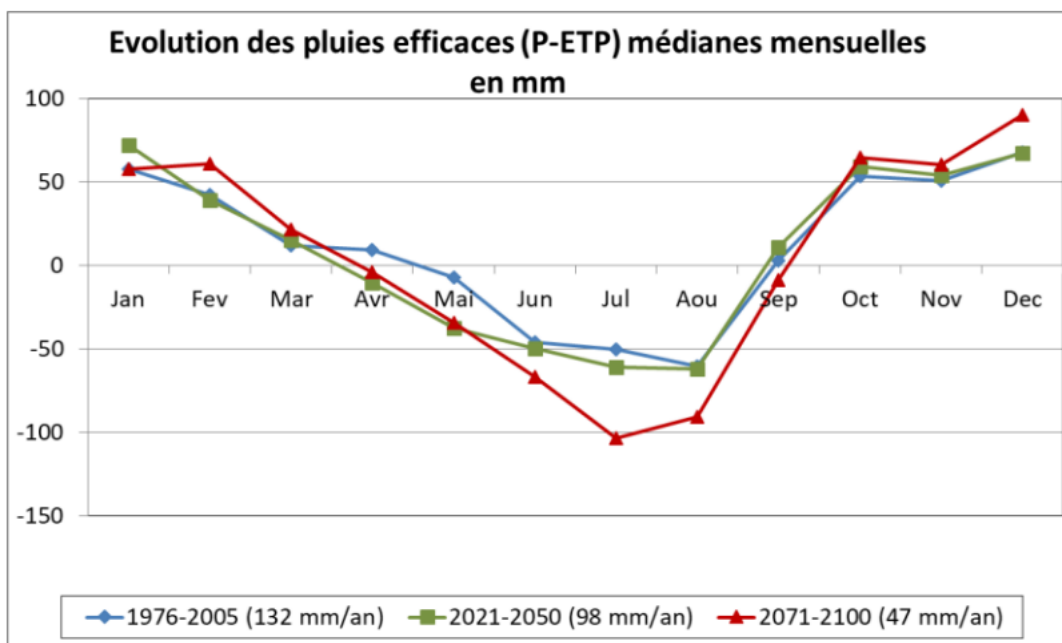


Figure 5 : Projection de l'évolution des pluies efficaces médianes mensuelles dans le Charolais à différents horizons

Source : Chambre d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2022

1.1.2. Le changement climatique

1.1.2.1. Les causes du changement climatique

Le GIEC a démontré que le réchauffement climatique est “sans équivoque” dû aux activités humaines. Les fortes concentrations en gaz à effet de serre (GES) dans l’atmosphère, tel que le dioxyde de carbone (CO₂), sont une des causes du réchauffement. L’utilisation de combustible fossile libère massivement des gaz au pouvoir réchauffant dans l’atmosphère. Entre 2019 et 2010, les émissions mondiales ont augmenté de 12%. Elles proviennent de l’approvisionnement en énergie à 33%, de l’industrie à 24%, de l’agriculture à 22%, 15% des transports et 6% des bâtiments (GIEC, 2022a).

1.1.2.2. Les conséquences du changement climatique sur la zone

Les fiches de sensibilisation aux impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles réalisées par la Chambre d’agriculture de Bourgogne Franche-Comté (2022) attestent que les **températures moyennes** sur la zone augmenteront en moyenne de 1,1°C entre les années 1990 et 2030 et de 3,5°C entre 1990 et 2080 (figure 4).

Les projections indiquent aussi une baisse du nombre de jours de gel : il y en avait en moyenne 62 entre 1996 et 2005. Il y en aurait 51 entre 2021 et 2050 et 27 entre 2071 et 2100. C’est donc une division de moitié qui est projetée sur le futur lointain.

Si une augmentation de la **pluviométrie médiane annuelle** se profile sur tout le XXI^{ème} siècle (d’autant plus en janvier (+18 mm), en juillet (+15 mm), en février, mars et de septembre à novembre (+ 10 mm)). Les **pluies efficaces mensuelles** vont diminuer, notamment en avril (-19 mm/mois par rapport aux années 1990) et en mai (-31 mm/mois) à court terme et de façon très marquée d’avril à août sur la période 2071-2100 (Chambre d’agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2022) (figure 5).

1.1.2.3. Les conséquences du changement climatique sur les animaux et leur alimentation

Les conséquences de ces changements sont multiples sur les troupeaux et les systèmes de culture (Chambre d’Agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2022).

Le **stress thermique des bovins** risque de devenir un enjeu majeur et doit être pris en compte par les éleveurs. En effet, la thermorégulation des bovins est nécessaire dès 15°C et le stress thermique démarre dès 22°C à 50 % d’humidité et 24°C à 30 % d’humidité. En stress thermique, les vaches boivent plus, mangent moins et ruminent moins (Morand-Fehr et Doreau, 2001) d’autant que la qualité de la viande produite peut se détériorer (Gonzalez-Riva *et al.*, 2020). Ce stress va augmenter de 18% au cours du XXI^{ème} siècle. Cela se traduit par 3 à 6 jours de stress en plus par an en 2050 par rapport à 1990 et 53 jours en 2100 avec l’apparition d’une nouvelle catégorie : “stress extrême”. A long terme, le pâturage en été pourrait devenir impossible (Chambre d’Agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2022). Ces modifications soulèvent des questions de respect du bien-être animal.

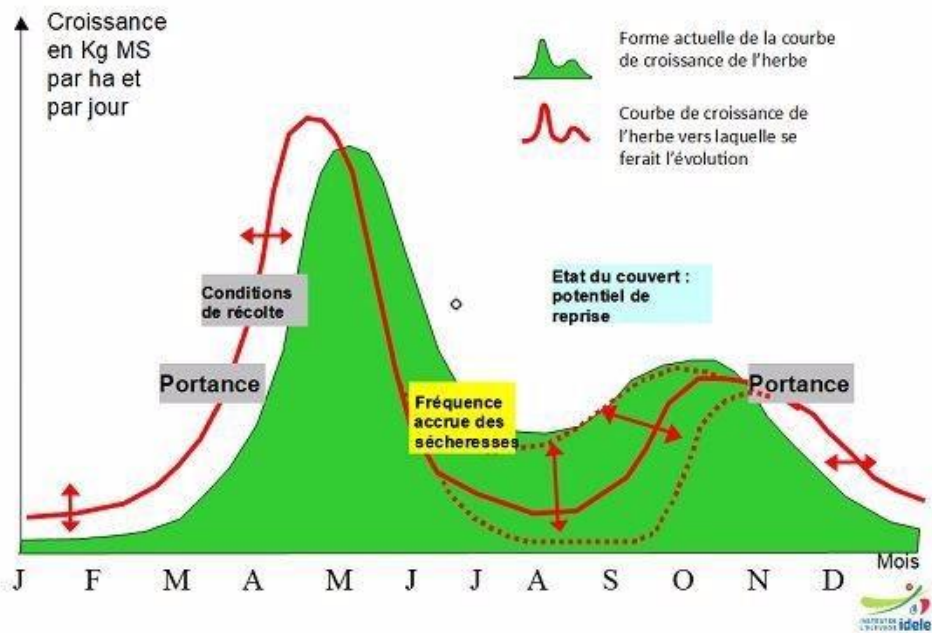


Figure 6 : Evolution et prévision d'évolution de la pousse de l'herbe (en kg MS/ha/j) en fonction de l'année

Source : Idele, 2019

Les changements climatiques impactent les prairies notamment via une accentuation des phénomènes de **ralentissement de la pousse de l'herbe**. En effet, dans la première moitié du XXIème siècle, il y aurait 7 jours de pousse de l'herbe en moins en juin. En juillet, la température maximale dépassera les 27°C, engendrant un stress thermique pour la végétation (figure 6) (Chambre d'Agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2022). D'après cette source, le nombre de jours avec des températures supérieures à 35°C, induisant un **arrêt de la pousse** de l'herbe, va rester le même que dans les années 1990 (ce qui est contradictoire avec les projections à l'échelle de la France proposées par Météo France (2020)). Les prairies sur sols séchant et superficiels seront impactées de façon plus sévère par ces arrêts de la pousse de l'herbe. Un avancement de la date de mise à l'herbe de 5 jours et de la date de fauche de prairies de 7 jours seront à prévoir par les exploitations à l'horizon 2050. Ces dernières pourraient permettre de compenser le déficit de fourrage stocké et d'herbe pâturée causé par une augmentation de l'incidence d'été chauds et secs voire de canicules.

1.1.3. Adaptations au changement climatique connues en élevage

Des pratiques d'élevage permettant de s'adapter au changement climatique ont été répertoriées de manière non exhaustive. Elles concernent la gestion des stocks fourragers, la conduite du troupeau et l'abreuvement au pâturage. La littérature est conséquente sur le sujet et une liste non exhaustive des adaptations d'intérêt a été faite pour des exploitations en zone herbagère.

- *La gestion des stocks sur les prairies*

Le séchage en grange est une pratique utilisée pour assurer des stocks de qualité. En effet, cette technique permet de s'affranchir des imprévus météorologiques qui retardent le séchage du foin à l'extérieur. L'herbe est fauchée puis stockée en grange où elle sera ventilée. La fauche précoce (avant épiaison) permet de récolter l'herbe riche en protéines et donc d'améliorer la valeur alimentaire des fourrages. Cela permet aussi de conserver les feuilles des légumineuses car le fanage est réduit. L'inconvénient majeur est le coût d'investissement mais il peut être compensé par une réduction du temps passé au fanage et de l'utilisation des filets ou des bâches (SEGRAFO, 2023).

La couverture des sols entre deux cultures à des fins d'affouragement via les **dérobés** permet de stocker du carbone, limiter la lixiviation des nitrates et d'augmenter les stocks de fourrages. Une culture en dérobé est une culture intermédiaire destinée à être récoltée. De même les Cultures Intermédiaires Pièges à Nitrates (**CIPAN**) captent l'azote résiduel des sols et le restituent au sol ce qui sert à la culture suivante réduisant la lixiviation de 50% (Peyraud *et al.*, 2012).

Le report sur pied est une pratique basée sur la capacité d'une culture ayant atteint sa maturité à maintenir une valeur alimentaire suffisante en termes d'appétence et de valeur nutritive. En pratique, cette technique consiste à maintenir la pousse de l'herbe printanière pendant la période estivale. Cette herbe en excès s'accumule peu à peu dans les prés où elle sera consommée plus tardivement par les animaux au pâturage. La diversité floristique des prairies, l'abondance en légumineuses, la maîtrise de l'épiaison et une réserve hydrique suffisante sont nécessaires à la réussite des stocks sur pied (Idele *et al.*, 2017).

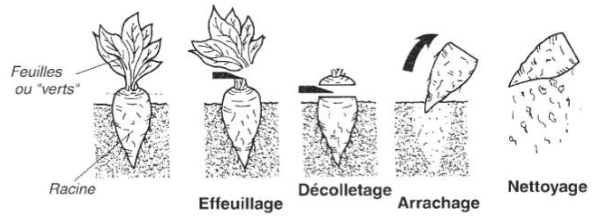
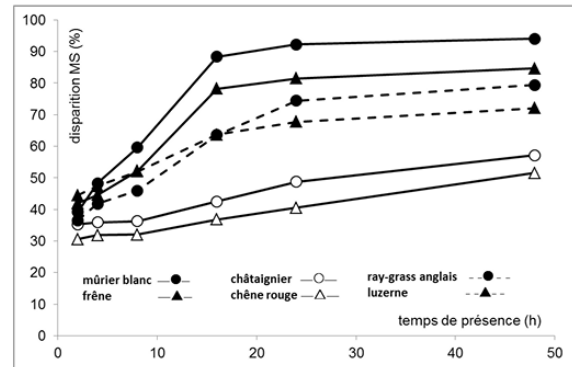
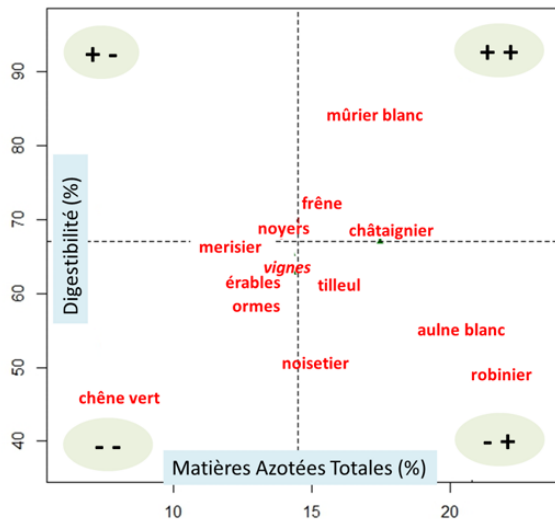


Figure 7 : Betterave fourragère et méthode de récolte

Source : Hais, 2021



Cinétique de dégradation dans le rumen de feuilles de mûrier blanc, frêne, châtaignier et chêne rouge par rapport à du ray-grass anglais et de la luzerne (été 2015)

Relation entre teneur en MAT et digestibilité enzymatique de feuilles en été (2014, 2015, 2016), pour les espèces les plus fréquentes (13 parmi 50)

Figure 8 : Valeurs nutritionnelles des arbres consommables par les animaux

Source : Novak *et al.*, 2018

Afin de valoriser au mieux cette production, le chargement doit être adapté. Le report sur pied permet d'accroître l'autonomie fourragère et protéique. Un gain économique est possible. En effet, SCOPELA, 2014 a pu démontrer la possibilité d'engraisser des bovins au pâturage.

La reprise de la pousse de l'herbe en fin d'année permettrait le **pâturage hivernal** (Idele *et al.*, 2017). Cependant, la qualité de l'herbe peut diminuer avec le gel et l'ordre des pâtures doit être géré afin de s'adapter à la portance des sols et limiter le piétinement. De plus, le chargement est important à surveiller car un pâturage intensif peut apporter des quantités non négligeables d'azote via les urines et les bouses. L'azote des bouses est perdu par lixiviation ou par émissions gazeuses entre 15 et 25% (Peyraud *et al.*, 2012). Dans les parcelles, les pertes d'azote par lixiviation peuvent s'accroître considérablement en cas de retournement de prairies ou d'utilisation de parcelles dite "parkings" et surpâturées. (Simon *et al.*, 1997 cité par Peyraud *et al.*, 2012). C'est pourquoi il est conseillé de ne pas garder les animaux sur une seule parcelle en hiver lorsque l'herbe ne pousse plus.

La **betterave fourragère** est un type de betterave cultivé pour destiner sa racine à l'alimentation des vaches (figure 7). La récolte se fait avec une automotrice, les feuilles sont broyées et laissées dans le champ. Les racines sont distribuées à l'auge aux vaches. La distribution est souvent le plus compliqué car les racines peuvent être enrobé d'un peu de terre et de cailloux. Des outils tels que les godets nettoyeurs hacheurs distributeurs existent et se fixent sur le relevage ou le chargeur du tracteur (D'alteroche, 2022). Cependant les betteraves fourragères constituent une petite part de la ration et le coût d'acquisition de ces outils n'est pas rentable. La mise en commun des outils est préférable ou l'utilisation du matériel classique peut se faire à condition que les terres ne soient pas trop collantes et sans cailloux (D'alteroche, 2022). Le pâturage des feuilles et des racines a aussi été testé sur les fermes expérimentales de Trévarez (29) et de Lusignan (86). Le rendement peut aller de 9 à 14 t MS/ha (INRAe *et al.*, 2022). Les vaches peuvent pâturer de fin août à décembre. Pour des vaches allaitantes, il est conseillé de donner entre 4 et 6 kg MS/vache et de ne pas dépasser 10% du poids vif de l'animal (Hais, 2021). Cette culture est appétente et dispose de bon apport énergétique. Un apport de fourrages fibreux en plus doit être fait car la betterave a une faible teneur en cellulose, il faut donc bien revoir les rations pour éviter tout dysfonctionnement du rumen (Hais, 2021).

Des arbres implantés dans les prairies peuvent servir de ressources alimentaires l'été. La valeur alimentaire des feuilles dépend de l'essence de l'arbre. Le frêne et le châtaignier ont un pourcentage de Matières Azotées Totales (MAT) supérieur à 15% avec une digestibilité de 70%. Le mûrier blanc a les meilleures digestibilités et MAT (figure 8). De plus ces essences ont une vitesse de dégradation dans le rumen supérieure au Ray Grass anglais et à la luzerne ce qui est non négligeable. Le chêne vert, quant à lui, n'a pas une très bonne digestibilité ni un pourcentage de MAT très élevé (Emile, 2017 cité par Bachelet, 2021).

- Conduite du troupeau

En complément des leviers agronomiques évoqués précédemment, des changements de conduite du troupeau peuvent également être mis en œuvre afin de préserver les stocks fourragers. Comme évoqué en 1.1.2.3, le calendrier de la pousse de l'herbe est modifié par le changement climatique.

Dans le cas où la pousse d'herbe printanière n'impacterait pas la réalisation des stocks fourragers, **avancer la période des mises bas en début d'automne** pourrait permettre de valoriser la pousse automnale pour couvrir les besoins des vaches en début de lactation (Climaviande, 2020). Cependant, cette pratique entraînerait une augmentation des besoins en stock fourrager pour couvrir les besoins de la vache pour la mise à la reproduction qui aurait lieu durant la période hivernale en bâtiment (Douhay *et al.*, 2020).

La **diminution du chargement** serait également un autre levier pour s'adapter au changement climatique, car il permettrait de diminuer les besoins en fourrage du troupeau (Idele, 2020). Pour cela, différentes pratiques sont envisageables. Tout d'abord, une diminution du cheptel en **réduisant le nombre de vêlages** pourrait permettre de réduire les besoins en fourrages et limiter les achats d'aliment dans le cas d'une sécheresse. (Idele, 2020). Cependant diminuer le nombre de vêlages a un impact sur le long terme et la perte de revenus engendrée peut se révéler plus importante que lors d'achat ponctuel de fourrage. **Réduire le cycle de production** pour certaines catégories d'animaux pourrait également permettre une diminution ponctuelle du chargement et des besoins en stock fourrager. En effet, pour les systèmes naisseur-engraisseur, diminuer la part d'engraissement des mâles pour les vendre en broutard (bovin de moins de 8mois) est un levier qui permettrait de réduire les besoins en stocks fourragers et notamment le maïs ensilage, dont les rendements sont impactés par les sécheresses (Climaviande, 2020). Pour les vaches allaitantes, la réforme rapide des animaux improductifs grâce à un diagnostic précoce de gestation serait une pratique favorable à la diminution des besoins en stocks fourragers (Réussir Bovins viande, 2020). Le **vêlage à deux ans** pourrait également être une solution pour accroître la productivité de l'exploitation sans modifier le chargement (Farrie *et al.*, 2008). Dans cette étude, le vêlage à deux ans constitue un moyen de réduire le chargement tout en maintenant le même nombre de vêlages. Cette pratique n'affecte pas les résultats économiques de l'exploitation et ne nécessite pas d'augmenter les stocks fourragers. Cependant la mise en place de cette pratique nécessite un suivi rigoureux de la croissance des génisses. Un poids optimal de 430 kg est à atteindre à la mise à la reproduction en race charolaise, afin que la gestation n'impacte pas la croissance de l'animal.

Enfin, la **sélection génétique** pourrait constituer un levier d'adaptation afin de faire face à l'impact des sécheresses sur les bovins. Des recherches sont en cours pour sélectionner des caractères permettant une meilleure résistance des animaux aux stress thermiques (France Génétique Elevage, 2021). Cela permettrait de limiter la baisse de production des animaux dû à la perte d'appétit, ou à une altération de la fertilité, causés par de fortes chaleurs. De plus, certains critères de sélection génétique pourraient avoir un effet favorable sur la gestion des ressources fourragères. En effet, l'efficacité alimentaire permettrait une meilleure valorisation des fourrages et du pâturage par les animaux et donc un besoin en stocks moindre (France Génétique Elevage, 2021).

- *Gestion de l'abreuvement des animaux au pâturage*

Le changement climatique et notamment les sécheresses entraînent une diminution de la disponibilité en eau en période estivale comme indiqué dans le paragraphe 1.1.2.2. Pour y faire face, l'installation d'un réseau d'abreuvement sur les parcelles pâturées pourrait constituer une solution (Idele, 2020).

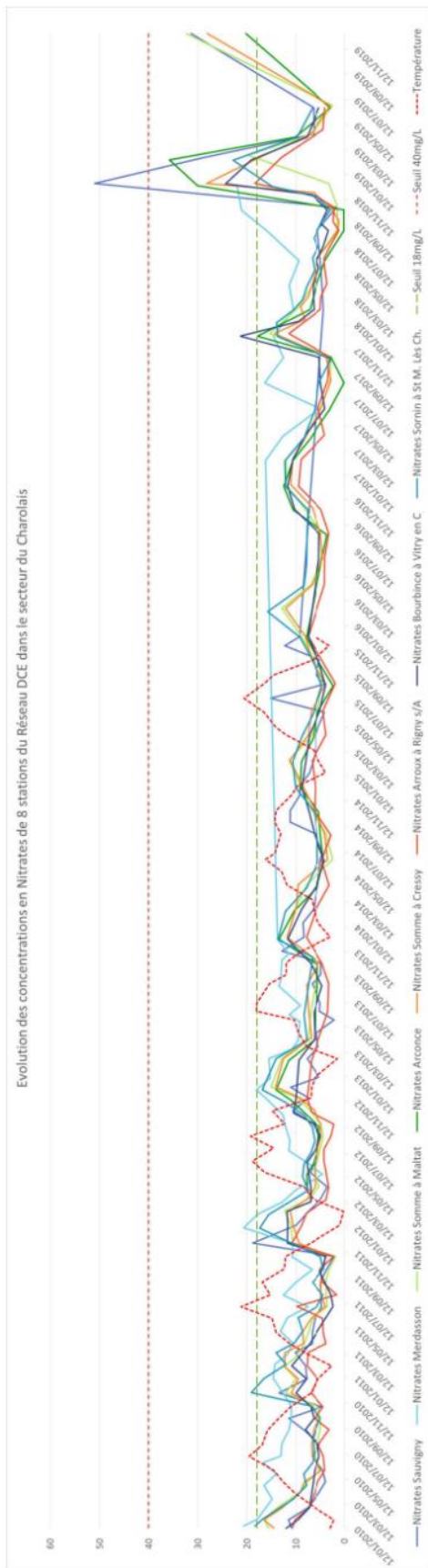


Figure 9 : Evolution des concentrations de nitrates dans le secteur du Charolais

Source : DREAL Bourgogne Franche-Comté, 2021

L'**utilisation du réseau d'eau potable** pour l'abreuvement constitue une source stable en qualité et en quantité mais les inconvénients sont le prix élevé de l'eau et la concurrence avec l'utilisation pour l'Homme (ASSECC, 2022).

D'autres systèmes peuvent permettre d'assurer un apport constant d'eau aux animaux malgré les sécheresses, tels que les **récupérateurs d'eau de pluie**. Ils ont l'avantage de constituer une ressource facilement disponible et des subventions existent pour l'installation du système. Cependant la qualité de l'eau n'est pas garantie et la quantité peut ne pas suffire à couvrir tous les besoins du troupeau (ASSECC, 2022).

En fonction des disponibilités sur l'exploitation, des prélèvements d'eau tel que les **forages** peuvent permettre d'assurer l'autonomie en eau de l'exploitation. L'eau est prélevée en profondeur ce qui permet d'assurer sa qualité et rend le stock d'eau peu sensible à la sécheresse. Cependant, il existe deux freins principaux à son utilisation : s'il n'y a pas assez d'eau dans la nappe le système peut ne pas fonctionner et son coût d'installation est non négligeable. (ASSECC, 2022).

Enfin, des **captages de sources ou puits** peuvent servir à abreuver les animaux. Ils permettent d'alimenter des abreuvoirs à partir de points d'eau naturels peu ou pas accessibles aux animaux. Cependant l'installation est sensible aux intempéries (gel, boue...) et la qualité n'est pas toujours garantie (ASSECC, 2022).

Ainsi, différentes pratiques peuvent être mises en place selon les ressources disponibles sur l'exploitation afin d'assurer un apport d'eau de qualité et en quantité constante, y compris durant les sécheresses.

[1.2. Un territoire faisant face à des teneurs en nitrates en augmentation](#)

La qualité des eaux de Saône-et-Loire sont vérifiées depuis 2015 par des stations de mesures des concentrations de nitrates (DREAL *et al.*, 2022). Si 30 communes ont déjà été classées en zone vulnérables en 2017, 128 autres risquent de le devenir suite aux mesures réalisées en 2020. En effet, des pics de concentrations supérieurs au seuil réglementaire de 18 mg/L d'eau de surface ont été enregistrés à la sortie de l'hiver sur 8 stations (figure 9).

[1.2.1. La contamination de l'eau par les nitrates](#)

[1.2.1.1. Conséquences des pollutions par lixiviation](#)

Selon le dictionnaire Larousse (2022), le phénomène de lixiviation désigne un entraînement des sels solubles par l'eau qui circule dans le sol de haut en bas. La pollution en nutriment causée par ce phénomène a des conséquences sur les milieux mais également sur la santé humaine (Chambre d'Agriculture des Ardennes, 2018).

L'eutrophisation des systèmes aquatiques est la principale conséquence de cette pollution. Elle est expliquée par une succession de processus biologiques en réponse à un excès de phosphore et d'azote. Cette abondance en nutriments entraîne la prolifération des producteurs primaires tels que les plantes aquatiques, les algues et les cyanobactéries. Leur décomposition entraîne une augmentation de la charge naturelle de l'écosystème en matière organique biodégradable dans les profondeurs des lacs. Les bactéries aérobies qui s'en nourrissent prolifèrent à leur tour, consommant de plus en plus d'oxygène.

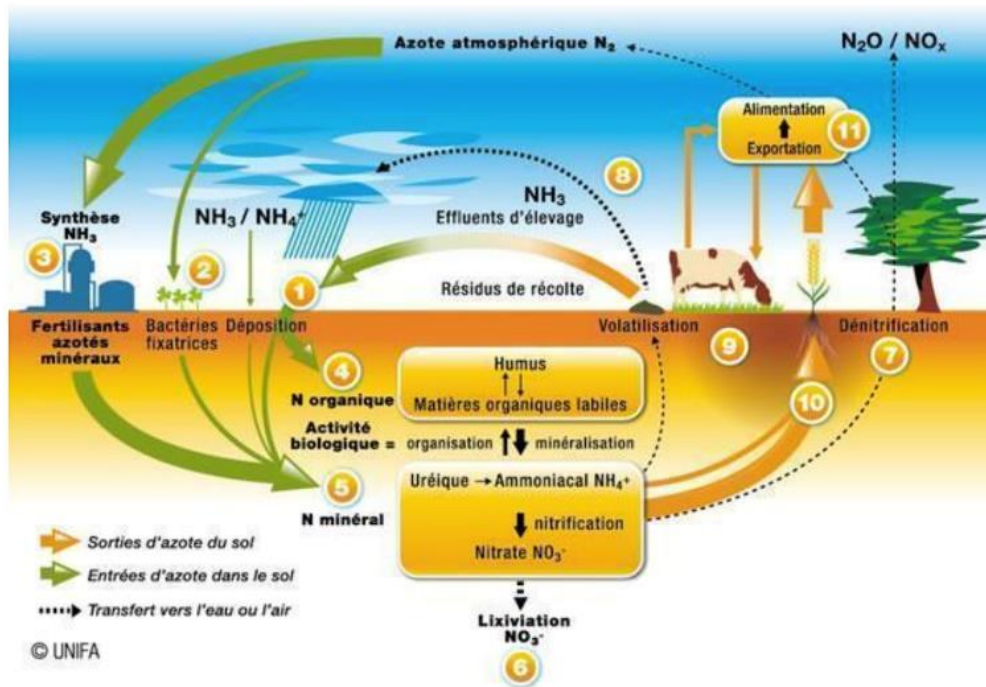


Figure 10 : Le cycle de l'azote dans les exploitations d'élevage

Source : Idele, 2019

Une anoxie du milieu est alors provoquée causant une perte importante de biodiversité. Ce phénomène est souvent constaté dans les milieux stagnants. L'eutrophisation est accentuée par des températures élevées, une forte luminosité et la stagnation de l'eau (Pinay *et al.*, 2023). Les écosystèmes aquatiques sont également menacés par la pollution des nitrates. Par exemple, *Gobiocypris rarus* (poissons d'eau douce) exposés à des concentrations élevées en ammoniac à un stade jeune présentent des retards de croissance et de développement. Une augmentation de la mortalité est également mentionnée (Luo *et al.*, 2015).

La pollution en nitrate a également des conséquences sur la santé humaine. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, une concentration en nitrate supérieure à 50 mg/L dans l'eau potable est préoccupante pour la santé humaine (World Health Organisation, 2016). Les conséquences sur l'organisme à court, moyen et long terme sont observables. 92% des nitrates ingérés sont absorbés par les intestins et sont biodisponibles dans le sang. Ils augmentent le risque de cancers, de trouble de la fertilité et peuvent être la cause d'un dysfonctionnement de la thyroïde (Bryan et Van Grinsven, 2013). En revanche, Bondonno *et al.*, 2021 ont montré qu'une consommation de nitrate végétal peut atténuer le risque de maladie cardiovasculaire.

1.2.1.2. Présentation du cycle de l'azote à l'échelle de l'exploitation agricole

L'atmosphère, la biosphère et le sol constituent de grands réservoirs en azote. Ce dernier est ancré au sein d'un cycle biologique appelé "cycle de l'azote". A l'échelle de l'exploitation agricole, il existe plusieurs voies d'entrée de cet élément dans le cycle (figure 10) :

- La première est **l'apport direct au sol sous forme organique ou minérale**. L'azote organique est apporté par les résidus de culture, les déjections animales, et les engrais organiques issus des effluents d'élevage (fumier et lisier). Il constitue la source principale d'azote du sol. Afin d'être utilisé par les plantes, l'azote organique est minéralisé par la communauté microbiologique du sol. La minéralisation comporte deux étapes : l'ammonification (azote organique → ammonium (NH_4^+)) et la nitrification (ammonium → nitrate (NO_3^-)). Ces deux mécanismes sont dépendants des conditions du milieu (température, pH, oxygène...). L'azote minéral, apporté par les engrais minéraux de synthèse et présent dans les déjections animales, est directement assimilable par les végétaux.
- La deuxième est **l'apport atmosphérique** permis par les bactéries qui transforment le diazote atmosphérique en azote minéral. Elles sont en symbiose avec les légumineuses (Fowler *et al.*, 2013).
- Enfin, **les dépôts atmosphériques** sous forme d'ammonium et d'oxyde d'azote ainsi que **l'alimentation animale non produite sur l'exploitation** font également entrer de l'azote dans le système (Ministère de la Transition écologique et Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2023).

L'azote disponible dans le sol est assimilé par les cultures. Il contribue à leur développement et leur croissance. Les cultures sont récoltées et exportées ou pâturées par les animaux afin de transformer les protéines végétales en protéines animales. L'exportation de produits végétaux et animaux sont les deux voies de sortie d'azote du système.

Cependant, il existe une part d'azote en excès non assimilée qui est perdue dans l'environnement sous différentes formes. Il peut s'agir du protoxyde d'azote (N₂O) ou de l'ammonium gazeux (NH₄⁺) libérés dans l'atmosphère par le processus de dénitrification. Les déjections animales, l'épandage et le stockage sont également des voies de perte d'azote sous forme de nitrate. Les nitrates et l'ammonium dissous dans l'eau du sol peuvent être perdus par **ruissellement ou lixiviation** (Fowler *et al.* 2013).

1.2.1.3. Causes de la lixiviation des nitrates

Les nitrates représentent la source primaire d'azote pour les plantes. Lorsque la **quantité d'azote disponible est supérieure aux besoins des végétaux**, le surplus se retrouve mobile dans le sol. Si la réserve utile du sol atteint sa rétention maximale, les éléments azotés dissous sont alors entraînés en profondeur. La lame drainante enrichie en azote atteint la nappe phréatique et impacte la qualité des eaux. Ce phénomène est appelé lixiviation (Chambre d'Agriculture des Ardennes, 2018).

Les pratiques de fertilisation azotée peuvent constituer un facteur de risque de lixiviation des nitrates. Barraclough *et al.* (1983) ont montré qu'un **apport important d'azote** sur les parcelles entraînait des pertes par lixiviation conséquentes. En agriculture, 6,7 à 19% de la quantité d'azote apportée est perdue par lixiviation ou ruissellement (Wang et Li, 2019). Ce phénomène est également accentué par le **changement climatique**. D'après Larue (1998), lors des sécheresses, les plantes sont moins aptes à absorber l'azote disponible. Si la fertilisation a lieu trop tôt en automne, l'azote est disponible dans le sol avant les besoins réels de l'herbe qui sont eux retardés par les sécheresses, comme expliqué en 1.1.2.3. Les fortes pluies automnales peuvent alors mener à lixivier l'azote inutilisé (Simon *et al.*, 1997). Les sols qui restent nus sont également des lieux à risque pour les pertes de nitrates (Novak *et al.*, 2006). Le **type de fertilisant** apporté peut aussi impacter la lixiviation des nitrates (Menubarbe, 2022). En effet, les semaines suivant l'épandage de purin et d'engrais minéral, les pertes d'azote par lixiviation sont importantes, tandis que le fumier va induire un phénomène de lixiviation plus lent. Enfin, les **conditions de stockage des effluents** peuvent augmenter les risques de lixiviation des nitrates (Sahoo *et al.*, 2016).

Concernant les prairies, elles peuvent constituer un facteur de risque de lixiviation des nitrates, notamment lorsqu'un apport d'azote minéral est réalisé. En effet, la fertilisation des prairies, combiné à la présence importante de matière organique dans le sol, va entraîner un **potentiel de minéralisation** plus élevé que les autres cultures (Chabbi et Lemaire, 2007). Ce potentiel de minéralisation sera encore plus important après un retournement de prairie temporaire ou permanente, qui va ramener davantage de matière organique dans le sol. Cela peut conduire à une proportion en NO₃ dans le sol élevé susceptible d'être lixivié (Dominguez *et al.*, 2001). De plus, selon Lamandé *et al.* (2003), la forte porosité et l'infiltrabilité des prairies augmentent le phénomène de percolation de l'eau en profondeur entraînant les nitrates dissous.

Lorsque les animaux sont au pâturage, d'autres facteurs peuvent être à risque, tel que **l'abreuvement des animaux** directement dans les cours d'eau (Parc naturel régional du Morvan, 2016). Les animaux qui ont un accès direct aux cours d'eau peuvent les contaminer avec leurs déjections.

Le piétinement des berges lors de leur passage peut également détériorer la qualité de la prairie aux abords du cours d'eau et donc réduire sa capacité à capter les nitrates.

1.2.1.4. Les pratiques agricoles pouvant limiter les fuites de nitrates

Afin de faire face aux risques de contamination des cours d'eau par les nitrates, certaines pratiques agricoles peuvent être mises en place.

Pour limiter la lixiviation des nitrates, ajuster la **fertilisation** azotée minérale et organique aux besoins des différentes cultures permet de limiter l'excédent d'azote dans les sols (Mary *et al.*, 2002). De plus, fractionner les apports d'azote minéral permet d'adapter au mieux les apports aux besoins des plantes selon les différents stades de croissance (Arvalis, 2023). Pour le stockage des effluents, des plateformes adaptées peuvent être utilisées (Schumacher, 2021). Des plateformes bétonnées avec des systèmes de récupération des eaux d'écoulement, ou des lagunes peuvent être mises en place selon le type d'effluent. Le stockage du fumier dans une fosse adaptée entraînerait une perte de 10% de l'azote total, contre une perte de 20 à 30% lorsque le fumier est stocké en tas (Rauhe, 1987).

Les **prairies permanentes** ont un rôle important pour protéger les cours d'eau des lixiviations des nitrates (Novak *et al.*, 2006), à condition de limiter l'apport d'azote pour maintenir un bon équilibre entre la matière organique et l'azote du sol, ce qui va limiter la production de nitrates (Chabbi et Lemaire, 2007). Ainsi, préserver des prairies permanentes de qualité, avec un couvert végétal uniforme va permettre aux plantes d'utiliser l'azote du sol. De plus, l'utilisation de CIPAN entre deux cultures pourrait diminuer les pertes d'azote par lixiviation de 50% par rapport à un sol sans couverture végétale en période hivernale (Justes *et al.*, 2012). Enfin, l'utilisation de légumineuses dans les prairies ou dans une rotation culturale peut réduire les risques de lixiviation des nitrates, en lien avec la diminution de fertilisation azotée nécessaire (Muller *et al.*, 1993)

Concernant l'**abreuvement** des animaux, la clôture des berges et l'installation de zones d'abreuvement déportées peuvent limiter l'accès des animaux au cours d'eau et sa pollution par les déjections (ASSECC, 2022).

Enfin, le **calcul des rations** doit être fait très précisément afin d'éviter excès d'azote dégradables, qui seront excrétés dans les urines puis transformés en nitrates, qui peuvent être lixiviés. Des outils tels que le bilan azoté et la Balance Globale Azoté (BGA) peuvent être utilisés par les conseillers et les éleveurs (Peyraud *et al.*, 2012).

1.2.2. Réglementation des pratiques agricoles pour limiter la pollution des nitrates

- Au niveau de la fertilisation

La directive "Nitrates" a été créée en 1991 par la commission européenne pour préserver la qualité de l'eau. Elle régit les périodes d'épandage, le stockage des effluents, ou encore les conditions d'épandage, notamment à proximité des cours d'eau. De plus, cette directive interdit par exemple l'épandage de plus de 170 kg d'azote / ha /an (Commission européenne, 2023).

Toute exploitation agricole est considérée comme une Installation Classée Pour l'Environnement (ICPE) et a obligation de faire un plan d'épandage qui doit prendre en compte le type d'effluent, la quantité épandue, la période d'épandage, les parcelles et les cultures en place et à venir. Il existe plusieurs seuils ICPE selon lesquels les exploitations doivent déclarer, faire enregistrer ou faire autoriser leur plan en fonction du nombre d'animaux (Hebert, 2021). Par ailleurs, plusieurs types de fertilisants ((I, II ou III) peuvent être utilisés et sont caractérisés par le rapport carbone sur azote (C/N) (DREAL et DRAAF, 2021). L'indication des types de fertilisants permet de connaître la dose d'azote maximale à épandre et le calendrier d'épandage qui varie en fonction des cultures. Concernant le stockage dans les champs, les fumiers doivent être mis en place sur des prairies ou des cultures "absorbantes" en tas ne dépassant pas plus de 2,5m. La durée de stockage ne doit pas dépasser plus de 9 mois et le délai de retour sur cette même parcelle doit être de trois ans (DREAL et DRAAF, 2021). La distance d'épandage au cours d'eau dépend de la largeur de la bande enherbée et de la pente de la parcelle. Il est interdit d'épandre sur des sols enneigés, inondés ou gelés. Le retournement des prairies le long des cours d'eau est aussi réglementé car un sol non couvert présente de forts risques de lixiviation des engrais vers le cours d'eau.

La Directive Nitrate a aussi engendré l'instauration de Zones Vulnérables. Les exploitations qui se situent dans ces zones doivent se plier à des réglementations supplémentaires. Les apports sur les cultures doivent être fractionnés et il existe un plafonnement de la quantité d'azote à épandre en une fois (DREAL et DRAAF, 2021). Les éleveurs doivent aussi s'assurer de l'étanchéité de leur bâtiment d'élevage et de la bonne gestion des écoulements des jus des effluents sur les plateformes de stockage depuis 2022 (Préfet de Saône-et-Loire, 2022). Ils doivent utiliser une méthode de calcul précise pour la fertilisation azotée, respecter un calendrier d'interdiction d'épandage. Des analyses de sols sont à effectuer annuellement afin de recueillir les reliquats azotés et d'ajuster les quantités à épandre (Chambre d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2023a).

- Au niveau de l'abreuvement

Pour le captage de mouillère, dans des zones humides, il faut consulter la Direction Départementale des Territoires (DDT) et qu'il y ait un débit minimal en aval du captage. L'Office Français de la Biodiversité (OFB) peut exiger la mise en place de compteurs pour estimer les volumes prélevés (Chambre d'agriculture Bourgogne Franche Comté, 2022)

Concernant l'abreuvement dans les cours d'eau, aucune réglementation n'est en vigueur (sauf Pays de la Loire où les animaux ne doivent plus s'abreuver dans les cours d'eau sans aménagement depuis 2017). Cependant l'aménagement des cours d'eau pour l'abreuvement des animaux est fortement conseillé pour limiter les déjections dans l'eau, le piétinement et la destruction de celui-ci. De plus, les propriétaires riverains d'un cours d'eau se doivent d'y faire l'entretien. Si le lit ou les berges du cours d'eau sont abîmés par les animaux, il se doit d'y faire des aménagements (Landais, 2008 cité par Chambre d'agriculture Bourgogne Franche Comté, 2022).

2. Problématique

Dans le cadre de la Directive Nitrate, la DREAL a mis en œuvre une révision des zones vulnérables en juillet 2020. Cette révision s'est basée sur des analyses produites entre octobre 2018 et septembre 2019. Dans l'ouest de la Saône-et-Loire, plusieurs dépassements du seuil réglementaire des 18 mg/L en percentile 90 de nitrates (notamment des pics hivernaux) ont été observés, engendrant la proposition de classement de 128 nouvelles communes en tant que zones vulnérables. Ces mesures sont de premier abord surprenantes au regard de plusieurs caractéristiques de l'ouest de la Saône-et-Loire : ce territoire se compose majoritairement d'élevages bovins allaitants extensifs, les prairies représentent 80% de la surface agricole, le chargement est en baisse (Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire, 2022) et l'utilisation d'engrais azoté est limitée. Ces particularités rendent inadaptés les mesures des programmes d'action de la Directive Nitrate qui s'adressent généralement à des productions intensives, qui se caractérisent, elles, par un usage massif d'intrants et la recherche de rendements importants). Face à ce constat, la Chambre d'agriculture 71 a mis en place un projet regroupant plusieurs acteurs régionaux dont l'Institut Agro Dijon et la Direction Départementale des Territoires. L'objectif est de comprendre les phénomènes en jeu et de proposer des pratiques alternatives au programme d'actions réglementaires. Parmi les études réalisées dans le cadre de ce projet, celle de la DREAL de Bourgogne Franche-Comté (2021) a soulevé la question de l'existence d'un lien entre les pics de concentration de nitrates observés et les aléas climatiques, plus particulièrement les longues périodes de sécheresses estivales de 2018 et 2019. L'hypothèse forte avancée est que ces dernières auraient causé une baisse de la bio-assimilation des nitrates par les plantes qui, s'ajoutant à un retour tardif des pluviométries fortes (engendrant un débit quatre fois moins important que les années précédentes) auraient ainsi entraîné une lixiviation hivernale importante à l'origine des pics mesurés. D'après le dernier rapport du GIEC (2022b), les événements climatiques extrêmes vont se multiplier et s'intensifier. C'est aussi ce qu'indique pour les sécheresses, dans le cas précis de la Saône-et-Loire (Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire, 2022). Cette perspective de répétition et même d'aggravation de la situation, rend essentiel d'un point de vue sanitaire et environnemental d'élaborer des pratiques agricoles qui permettraient d'éviter les pertes en nitrates malgré l'avènement d'épisodes de déficit hydrique. Autrement dit, des pratiques plus protectrices de la qualité des eaux et améliorant l'adaptation des exploitations aux changements climatiques se doivent d'être mise en place. Pour accompagner au mieux les éleveurs dans ce processus, il est essentiel de connaître ce qui est déjà mis en œuvre ou au moins testé sur le terrain. Afin d'identifier, comprendre et interroger ces pratiques le présent rapport s'est proposé de répondre aux problématiques suivantes :

Quelles sont les pratiques d'adaptation aux aléas climatiques mises en place (et leur efficacité) dans les élevages bovins allaitants de Saône-et-Loire ? Quelles pratiques pourraient potentiellement permettre de limiter ou d'augmenter la concentration en nitrate des cours d'eau ?

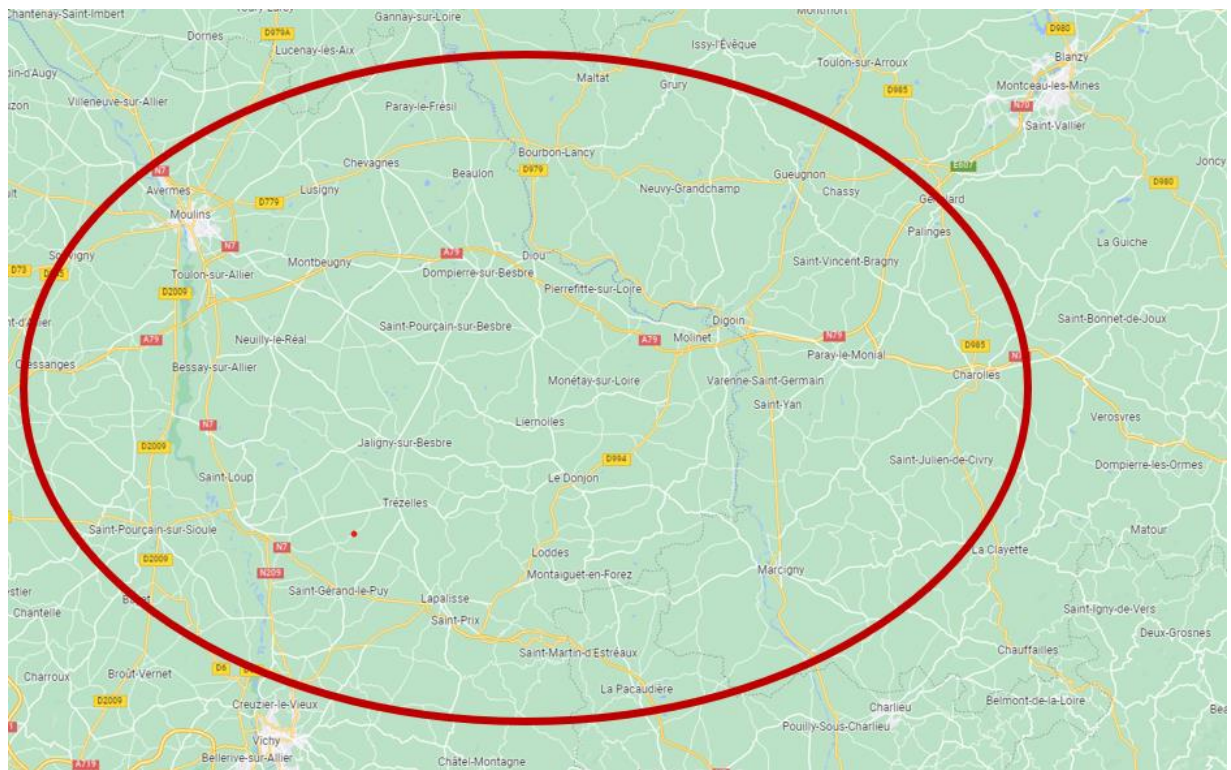


Figure 11 : Zone géographique des entretiens

Source : modifié à partir de GoogleMaps

3. Matériel et méthode

Pour répondre à cette problématique, des enquêtes qualitatives ont été menées auprès de professionnels du conseil et d'éleveurs.

3.1. Interview des personnes ressources en exercice sur la zone

Des entretiens avec des personnes ressources de la zone d'étude ont été réalisés. Ces personnes ressources seront désignées comme « expert » dans la suite de ce document et ont été recommandées la Chambre d'agriculture de la Saône et Loire, commanditaire du projet, représentée par Mme Moretty-Verdet. Trois experts sont des conseillers ou des employés de Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire et un est conseiller en productions végétales pour une coopérative.

Une grille d'entretien (disponible en annexe 1) préparée au préalable a été utilisée pour mener les entretiens en visioconférence, pendant environ une heure. Les thèmes ayant été abordés sont le changement climatique, les changements de pratiques agricoles, la gestion de l'eau, l'abreuvement, les nitrates et le sol. Des avis concernant les pratiques qui induisent de la lixiviation et des conseils pour les enquêtes ont enfin été demandés. Les informations collectées auprès des personnes ressources ont permis l'élaboration des guides d'entretien pour les éleveurs.

3.2. Choix de l'échantillon éleveurs

Les exploitations agricoles enquêtées sont des élevages de bovins allaitants de Saône-et-Loire. Elles ont été sélectionnées comme exploitations ayant effectué des changements pour s'adapter au changement climatique. Elles ont été recommandées par la Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire. Ce sont des élevages de bovins allaitants. Elles ont été sélectionnées car les éleveurs pratiquent déjà des changements pour s'adapter au changement climatique. Huit exploitations ont été enquêtées au cours du mois de décembre 2022. Pour des questions d'anonymat, les communes des élevages ne sont pas indiquées. La zone d'enquête se situe dans l'ouest de la Saône-et-Loire (figure 11).

3.3. Guide d'entretien et déroulement des enquêtes

L'approche compréhensive a été choisie et un entretien de type semi-directif a été réalisé. Pour cela guide d'entretien a été élaboré. Les questions étaient principalement des questions ouvertes afin de laisser s'exprimer les éleveurs. Il a été élaboré en concertation avec des chercheuses de l'INRAE et de l'Institut Agro Dijon spécialisées en sociologie, le commanditaire et les tuteurs pédagogiques. Le questionnaire a été modifié à plusieurs reprises et toutes les modifications ont été faites en amont des entretiens car ceux-ci ont été réalisés en trois jours, ce qui n'a pas permis de le modifier entre chaque visite.

Des informations ont été demandées sur :

- l'exploitation et le système de production afin d'avoir une première vision de l'exploitation,
- les effets du changement climatique,
- des pratiques pour pallier les problèmes d'aléas concernant la reproduction, la gestion des vèlages, de l'alimentation, la gestion des stocks et des cultures ainsi que l'abreuvement,
- la gestion de la fertilisation et des points d'eau sur les parcelles,
- les stratégies et les perceptions de résiliences de l'exploitation sur le plan plus

personnel/ sociologique.

Ce guide d'entretien est disponible en annexe 2.

Les entretiens semi-directifs ont duré entre une heure et deux heures chez tous les éleveurs. Ils ont été enregistrés avec l'accord des éleveurs à l'aide d'un dictaphone. Les conversations ont été retranscrites à l'aide d'une option de Word, puis corrigées afin de pouvoir traiter les données plus facilement. L'anonymat des enquêtés a été respecté selon les consignes du Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD).

3.4. Traitement des données

Seulement, huit éleveurs ont été enquêtés, il était donc impossible de faire un traitement statistique de nos résultats et de déterminer des typologies par ce biais. La redondance des discours a tout de même permis l'identification de postures et de stratégies communes à plusieurs éleveurs.

3.4.1. Techniques

Les données ont été répertoriées dans un fichier Excel sous la forme d'un tableau avant d'être traitées par thématiques. Les thèmes choisis étaient l'abreuvement, l'alimentation par la gestion des prairies et des cultures, la reproduction, la fertilisation, la vision du changement climatique et les motivations des changements, le travail, la problématique des nitrates, la vision du futur et de la société et enfin l'économie. De plus, un portrait global du fonctionnement des exploitations agricoles a été dressé afin d'identifier les changements dus au dérèglement climatique. Les pratiques identifiées sur le terrain ont ensuite été confrontées aux données bibliographiques.

3.4.2. Sociologiques

L'analyse sociologique des données a été réalisée grâce à une identification des phrases marquantes. Cette méthode a été enseignée aux rédactrices du rapport par les sociologues qui ont aussi relu les analyses proposées.

Tableau 1 : Profil des éleveurs enquêtés

Numéro éleveur	1	2	3	4	5	6	7	8
Statut juridique	EARL	GAEC père-fils	GAEC parent-fils	GAEC entre cousins	Exp. individuelle	Exp. individuelle	GAEC parents - fils	Exp. individuelle
Âge (ans)	53	50	35	42 et 39	46	51	58,30, 25	52
Formation	BPA	BTS ACSE	BTS ACSE	BTS ACSE	BTA	BTS PA	BTA	BPA
Système de production	Naisseur							
	Engraisseur		Engraisseur					
					Sélectionneur			
Installation cadre familial ou hors cadre	fam.	fam.	fam.	Hors cadre	Hors cadre	fam.	Hors cadre	?
Date d'installation	1995	1995	1983	2013	1998	2004	2009 1981	1991
UTH	1,5	2	3	3	1	1	5	1
SAU (ha)	145	350	289	330	247	115	340	101
Nombre de vêlages par an	80	300	180	240	120	75	90	80
Chargement (UGB/ha)	1,4	1,5	1,4	2,0	1,3	1,2	1,2	1,6
Activités annexes		90 brebis			40 brebis	20 brebis	5,5 ha vignes/ AB	
Zone vulnérable	X	X	oui	oui	oui	X	X	X

Exp. : Exploitation, EARL : Exploitation Agricole à Revenu Limité, GAEC : Groupement Agricole d'Exploitation en Commun, BTA, Brevet Technicien Agricole, BTS ACSE : Brevet de Technicien Supérieur Analyse, conduite et stratégie de l'entreprise agricole, fam. : familiale, UTH : Unité de Travail Humain, SAU : Surface Agricole Utile.

4. Résultats et discussions

4.1. Profil des enquêtés

Deux populations ont été enquêtés :

Enquêtés experts :

Les experts sont des conseillers de Chambre d'agriculture ou de coopérative. Leurs domaines de travail sont les systèmes fourragers et l'alimentation en élevage de bovins allaitants mais aussi les cultures.

Enquêtés éleveurs (tableau 1) :

Le profil des personnes enquêtées est résumé dans le tableau 1. L'âge des éleveurs est compris entre 25 et 58ans. Ils ont tous une formation technique. L'échantillon est composé de 3 exploitations individuelles, 4 Groupements Agricoles d'Exploitation en Commun (GAEC) en famille et une Exploitation Agricole à Revenu Limité (EARL). Tous les exploitants sont naisseurs-engraisseurs à l'exception d'un groupement seulement naisseur. Un exploitant est en plus sélectionneur. Les SAU vont de 101 à 350 ha pour des nombres de vêlages par an allant de 75 à 300. Trois exploitations sur les 8 enquêtées sont situées en zone vulnérable. Quatre systèmes ont une activité annexe à l'engraissement de bovins (brebis ou vignes).

4.2. Perception et stratégies des éleveurs face au changement climatique

Afin de comprendre pourquoi les éleveurs enquêtés mettent en place des mesures d'adaptations au changement climatique, il a semblé être nécessaire d'analyser, via une approche sociologique, leur perception de cette modification de leur environnement ainsi que les stratégies qu'ils adoptent. Ces résultats ont permis l'identification de facteurs de risque pour la pérennité de l'exploitation et des facteurs de résilience aux aléas. Ces derniers sont favorables à la fois la poursuite du métier d'éleveur et la mise en place de changements adaptés.

4.2.1. Les conséquences du changement climatique constatées par les éleveurs sur les systèmes d'élevages

Les éleveurs ont explicité leur vécu face aux aléas climatiques. Leurs récits ont témoigné des événements climatiques marquants et des conséquences sur leur système d'élevage. Le manque d'eau ainsi que les fortes températures ont été deux phénomènes souvent mentionnés par les enquêtés.

Les éleveurs ont précisé les conséquences du dérèglement climatique sur leurs systèmes de culture et leurs cheptels (figure 12). Leurs observations sur la dégradation des milieux ont été également évoquées. En période estivale, les sols très durs et la chaleur caniculaire dans les bâtiments épuisent les animaux physiquement. La sécheresse de 2003 et les épisodes de grêle de 2022 (2 éleveurs sur 8) ont considérablement impacté les stocks. Les éleveurs ont subi la dégradation de leur culture allant parfois jusqu'à diviser par deux les rendements espérés. Ils décrivent l'impression d'avoir travaillé pour rien et la frustration de devoir continuer à s'occuper des parcelles et des vignes dégradées. La succession des sécheresses de 2018, 2019, 2020 a conduit à la diminution du débit des ruisseaux et rivières atteignant parfois le tarissement. Les éleveurs ont également souligné les conséquences sur la biodiversité avec la

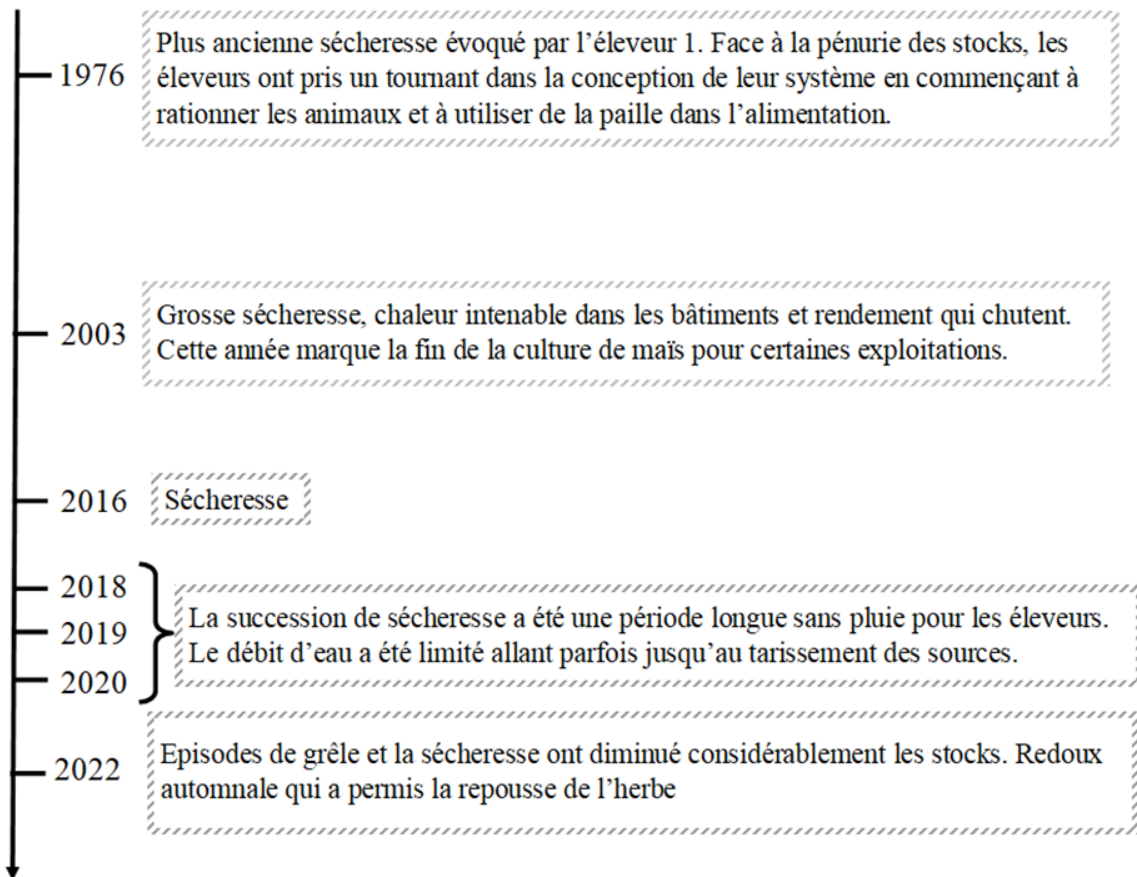


Figure 12 : Frise chronologique des aléas climatiques ayant marqué les agriculteurs

disparition d'essences d'arbres ainsi que le dégarnissement des prairies accompagné de l'appauvrissement de la diversité floristique. L'ensemble des enquêtés ont identifiés un allongement de la période estivale débutant à partir du 20 mai au lieu du 15 juillet.

Du point de vue des experts, les éleveurs de Saône-et-Loire sont conscients du changement climatique du fait qu'ils en soient quotidiennement impactés mais aussi qu'ils travaillent avec le vivant. La responsabilité du changement climatique dans l'avènement de phénomènes climatiques extrêmes était cependant plus ou moins récente pour les éleveurs. L'éleveur n°1 datait ses premières observations du changement climatique à 1976 (figure 12) et expliquait en s'appuyant sur les résultats scientifiques récents, que le réchauffement de 2,5°C jusqu'en 2050 est inévitable. D'autres éleveurs se disent avoir été vraiment convaincu de l'existence du changement climatique en 2020. Ils opposent les années sèches du passé qui étaient rares et les phénomènes isolés aux années sèches actuelles plus fréquentes, plus brutales et « *la disparition des saisons* ». Ces mêmes personnes ont eu du mal à se projeter et dire comment ils imaginaient le climat à court et long termes. C'est un mélange de résignation, d'acceptation et de confiance en leur capacité d'adaptation qui est ressorti des entretiens. Malgré cela, les éleveurs ont très souvent relativisé les situations vécues à cause du changement climatique en les comparant à des accidents de la vie très difficiles (décès, suicides) ou en envisageant la fin du métier : « *Si on arrive plus à les avaler les sécheresses, ma foi, on arrêtera* (n°2) », « *Au pire on arrêtera, c'est qu'un métier, mon oncle s'est suicidé à cause de ça, je n'irai pas jusqu'à là* (n°3) », pour l'éleveur n°1, le sentiment ressenti face à la souffrance des animaux pendant les sécheresses est comparable à celui d'une perte et dans une certaine mesure la perte d'un proche. Dans ces cas, le changement climatique peut donc être perçu comme une véritable épreuve.

Au sein de notre échantillon, nous n'avons pas relevé de différence de vision en fonction des profils des éleveurs. L'expert n°2 nous a cependant indiqué que sur le terrain, il est courant que les plus âgés, proches de la retraite se sentent peu concernés par le changement climatique. Une explication proposée est qu'ils aient moins d'emprunts à rembourser et leur fin de carrière en vue.

4.2.2. Les conséquences du changement climatique, des facteurs de risques pour la pérennité de l'exploitation

Les éleveurs rencontrés ont la volonté de s'adapter mais uniquement jusqu'à un certain seuil. Il est donc essentiel d'identifier les facteurs qui risqueraient d'entraîner un arrêt de leur activité. Ces derniers sont souvent des conséquences du changement climatique qui à terme représente une menace pour le maintien dans la durée de l'élevage ou d'un de ses ateliers de production. L'identification de ses points peut permettre un soutien et un accompagnement ciblés des agriculteurs de la région dans un contexte de changement climatique.

Le point de rupture est au plus proche quand le **temps de travail** augmente, la **qualité du travail** quotidien (condition de travail et niveau de satisfaction concernant les réalisations) se dégrade.

Différentes peurs, souffrances et fatigues impactent ces conditions et la santé mentale voire physique de l'éleveur ont été identifiées :

- La peur de voir souffrir les animaux de faim, de soif et de chauds (« *En 2004, tous les jours, j'avais l'angoisse d'entendre les animaux bramer de faim, ils étaient amorphes* » (n°1), « *voir mes animaux en souffrance pourrait me faire arrêter le métier* » (n°8), « *j'étais jamais serein* » (n°1). Le bien-être des animaux est, comme on peut l'observer, au cœur des préoccupations des éleveurs.
- La peur du manque de fourrage (« *On comptait les bottes tous les matins pour savoir si on en aurait assez* » (n°1)).
- L'incertitude par rapport à la météo (« *Que ce soit pour les périodes humides ou sèches, on sait quand ça commence mais jamais quand ça finit* » (n°4), « *Pour les travaux de fenaison, au jour près, on perd tout* » (n°2)) mais aussi par rapport au climat. Ils ne savent pas combien d'années consécutives de sécheresses il y aura.
- L'inquiétude de survivre économiquement (« *On a quand même une longue période improductive l'été, du 1er août au 15 septembre, où les charges deviennent considérables, c'est très très compliqué* » (n°3)).
- La fatigue de travailler par de fortes chaleurs (« *Ce n'était presque pas tenable cet été de 2003, on a dû tout moissonner de nuit* » (n°1)) ;
- La fatigue de devoir travailler plus à cause des sécheresses. Elle dépend des pratiques utilisées. L'éleveur n°2 voit son temps de travail augmenter de «15%» lors des périodes sèches estivales à cause du transport d'eau. Sept sur huit considèrent ces périodes comme « fatigantes » et ce quel que soit leur âge et la structure de l'exploitation.

Le changement climatique transforme le métier : « *maintenant c'est comme si on avait deux hivers. Il faut nourrir et abreuver tous les jours l'été aussi* » (n°8). L'été, traditionnellement réservé aux travaux des cultures, devient une période extrême où l'atelier bovin est chronophage.

Les **difficultés économiques** engendrées par les sécheresses mais surtout leur récurrence sont le facteur de risque que les éleveurs considèrent comme étant le plus déterminants. Les expressions suivantes en témoignent : « *ma trésorerie est tendue avec les années qu'on a eues (2018-2020)* » (n°1), « *c'est des achats en plus à des prix plus élevés* » (n°1), « *on a dû racheter des fourrages. Ça entraîne une diminution des revenus vu le prix et les coûts de transports* » (n°2).

L'augmentation de la demande en foin en période estivale occasionne une augmentation des prix. Ainsi, les éleveurs qui ont une plus faible autonomie alimentaire ont plus de difficultés financières pendant ces périodes. D'après les experts n°1 et 3, cette situation est vécue par la majorité des producteurs de bovins allaitants sur le département puisqu'ils ont un système « traditionnel ». Malgré tout, la majorité des éleveurs enquêtés se disaient « plutôt satisfaits » de leur revenu et capital. La bonne santé économique de leur exploitation est permise par la mise en place de pratiques agricoles telles que le pâturage tournant dynamique (n°5) ou l'autonomie alimentaire totale (n°7).

D'après les éleveurs, la pression financière peut cependant limiter la mise en place de changements qui sont le plus souvent coûteux bien que rentables à long-terme.

Tableau 2 : Stratégies adoptées et décisions entreprises pour faire face au changement climatique

Stratégies	Décisions	n° de l'éleveur
Discours de rationalisation économique poussée	<p>Mettre en place/tester uniquement les adaptations rentables</p> <p>Anticipation des tâches et optimisation du temps de travail</p> <p>Détachement (pour certains, va jusqu'à être prêt à changer de métier)</p> <p>Profiter des opportunités économiques (exemple : crédit carbone)</p> <p>Se dégager du temps libre, voir autre chose (amis, famille, sport, ...)</p> <p>Éliminer rapidement les animaux improductifs</p>	2, 3, 4
Discours faisant valoir une stratégie technique	<p>Avoir envie de faire mieux</p> <p>Être passionné par ce qu'on fait</p> <p>S'appuyer (formations, expérimentation) sur les organismes qui travaillent sur le changement climatique (chambre agriculture, institut de l'élevage...) mise en place du pâturage tournant</p> <p>Ne pas engraisser au maïs (utilisation herbe et/ou betterave)</p>	3, 5, 8
Discours orienté sécurité, prudence et autonomie	<p>Prévoir le pire</p> <p>Produire moins avec moins de frais</p> <p>Avoir beaucoup de stock</p> <p>Garder plus de terrain qu'il n'en faut pour se donner de la souplesse</p> <p>Diminution du nombre de vêlages et du chargement</p> <p>Ne pas compter sur les aides</p>	3,6, 8
Discours initiateur de changements à en dehors de l'exploitation	<p>Volonté d'avoir des pratiques plus propres et donner l'exemple</p> <p>Échanger et/ou débattre avec les "autres" (voisins, "les anciens", ...)</p> <p>S'engager dans les institutions et les associations agricoles (chambre d'agriculture, bio bourgogne ...)</p> <p>Partager ses idées (visites sur la ferme, groupe Facebook, ...)</p>	1, 5, 7

En revanche, la vision de l'expert n°1 va à l'encontre de ce point de vue. Selon lui, quand le système économique de l'exploitation est stable, les éleveurs n'effectuent aucune dépense pour changer leurs pratiques. Au contraire, pendant une période de "crise" dû au climat, ils chercheraient à faire des économies en modifiant leur système sous différents angles (valorisation de l'herbe via le pâturage tournant, la génétique ou encore la diminution de concentrés pour n'engraisser qu'à l'herbe). Sur le terrain les éleveurs expriment une adaptation de contrainte voire une forme de réaction de survie : « *on n'a pas le choix* » (n°3) ou encore « *on est obligé de s'adapter sinon on crève* » (n°4).

L'**environnement social** est également un facteur de risque qui ressort de manière saillante dans les entretiens. Les sécheresses accroissent la pression des éleveurs de faire vivre leur famille et des attentes voire des « *critiques sociétales qui sont toujours plus fortes* » (n°2, 4). D'après les enquêtés, elles peuvent aussi aggraver ou engendrer des situations de solitude et de détresse chez leurs confrères.

4.2.3. Stratégies des éleveurs et résilience des systèmes

La résilience d'un agrosystème est sa capacité à s'adapter aux perturbations ou à revenir à un régime de routine face à un milieu changeant (Oliveira *et al.*, 2022). Elle se décline dans le cas étudié comme le développement d'un mode de conduite permettant de faire face « en mode routine » aux sécheresses récurrentes. Les exploitants que nous avons rencontrés mettent en place des **stratégies** voire des tactiques sur un mode pro-actif pour s'adapter, faire face et poursuivre leurs activités, c'est-à-dire pour un système résilient. Quatre stratégies d'adaptation au changement climatique ressortent à la suite de l'analyse des propos des éleveurs : la rationalisation économique poussée, l'accentuation de la technicité, la prudence et l'initiation de changements en dehors de leur exploitation (tableau 2). Pour chacune d'entre-elles, des décisions plus ou moins larges ou concrètes sont entreprises.

D'après les travaux de Darnhofer (2010), les facteurs de résilience appartiennent à 4 grandes catégories :

- apprendre à vivre avec le changement et l'incertitude ;
- favoriser la diversité ;
- combiner différents types de connaissances et d'apprentissage ;
- créer des possibilités d'auto-organisation et des liens à plusieurs niveaux.

Les propos des éleveurs rejoignent les résultats de cette étude. Comme il l'a été évoquées dans la partie 4.2.2, les stress sont nombreux ainsi « *la patience et la relativisation* » sont essentielles aux yeux des éleveurs. Même si la majorité des exploitations enquêtées étaient plutôt diversifiées, un atelier de bovins allaitants et un atelier d'ovins (n°2, 5 et 6) ou encore des productions végétales (n°3) et de la viticulture (n°7), les exploitants n'indiquent pas que cela leur permet d'être plus résilient en cas d'aléas climatiques. Cependant, l'apprentissage et la formation sont clairement identifiées comme tel. Ils s'appuient d'ailleurs sur l'expérience de personnes diverses (techniciens et conseillers de la Chambre d'agriculture, indépendants ou du contrôle de croissance, inséminateurs, voisins et collègues via internet). Ces dernières sont aussi l'occasion de créer des liens. Ils alertent cependant sur l'importance de ne pas se refermer uniquement sur le monde agricole.

Enquêté	Sept	Oct.	Nov.	Déc..	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												




-  Mises bas regroupées
-  Pic de vèlage en mises bas étalées
-  Quelques vèlages en mises bas étalées

Figure 13 : Calendrier des périodes de vèlage chez les éleveurs enquêtés. Au-delà de 3 mois, la période de mise bas est considérée comme étalée

Les éleveurs expliquent leur capacité à prendre du recul par rapport aux aléas climatiques par les épreuves plus ou moins difficiles qu'ils ont traversées. Les experts sont allés plus loin, en soulignant l'importance de leur caractère. Selon l'expert n°2, il faut avoir en tête que « *la ferme c'est le miroir des agriculteurs, c'est l'ADN, la personnalité de chacun et il en va de même dans la vie de tous les jours ou dans chaque profession* ». Il y aurait globalement deux catégories d'agriculteurs dans la région : ceux « adaptables » qui s'informent et se font leur propre opinion, sont généralement ouverts et peuvent essayer de nouvelles choses et ceux « non adaptables » : Ils ont leur propre façon de fonctionner et ne cherchent pas à évoluer. L'expert n°3 rejoint ces propos. D'après lui, il y a cependant trois profils :

- les experts/leaders ne représentant que 10% des agriculteurs sur la zone qui sont avant-gardistes et testent de nouvelles pratiques même si leur efficacité n'est pas encore démontrée ;
- les suiveurs, fortement influencés par les leaders dans leurs choix ;
- les traditionnels, qui seraient majoritaires en Saône-et-Loire et les moins adaptables.

Il décrit en réalité le schéma de la diffusion de l'innovation de Rogers (2003). L'accompagnement de tous les agriculteurs de la région dans la mise en place de changements ne sera donc pas simple, d'où notre volonté d'avoir étudié les stratégies et les caractéristiques des éleveurs qui s'adaptent déjà.

4.3. Identification de pratiques agricoles développées en élevage pour mieux s'adapter au changement climatique

Sur le terrain, des éleveurs de l'ouest de la Saône-et-Loire mettent d'ores et déjà en place des pratiques qui leur permettent d'être plus ou moins résilients face au changement climatique. Les changements observés dans la zone d'étude concernent la conduite du troupeau, la gestion des stocks, la diversification et la production de la ressource alimentaire à travers la gestion du pâturage et des stocks de fourrages. Un tableau récapitulatif des pratiques les plus pertinentes a été réalisé en tableau 6. Celui-ci regroupe des techniques mises en place par les enquêtés.

4.3.1. La conduite du troupeau pour faire face au changement climatique

- *La période de mise bas*

D'après l'expert n°4, la **période de vêlage** la plus répandue historiquement dans la zone d'étude se trouve en **janvier-février** car elle correspond au cycle de reproduction naturel des vaches. Ainsi, entre le 1er janvier et le 25 février, environ 50% des vêlages sont réalisés. Six éleveurs enquêtés ont adopté cette stratégie (figure 13), avec des distinctions toutefois entre des périodes de mise bas très groupées sur les mois de janvier- février (éleveurs n°4 et n°7) et des vêlages plutôt étalés sur l'hiver, entre décembre et mars (éleveurs n° 1, n°2, n°6 et n°8). Pour trois de ces éleveurs, cette pratique est un choix pour faciliter la gestion de la reproduction pouvant se faire en pâture au début du printemps, ce qui leur permet de profiter de l'herbe à cette période. Cette période de mise bas a également été décrite comme bénéfique sur les stocks alimentaires pour quatre éleveurs. En effet, cela permettait de mieux profiter de l'herbe de printemps pour la croissance des veaux et donc de diminuer voire supprimer la complémentation alimentaire des jeunes.

Tableau 3 : Effets du changement climatique sur la période de mise bas des éleveurs enquêtés

Eleveur	Période de mise bas	Impact du changement climatique sur la reproduction	Modification de la période de mises bas	Conséquences du changement de période
1	Décembre-avril	Pas d'impact	Non	X
2	Novembre-avril	Baisse de fertilité en été	Avancement de la période de vêlage en novembre	- Mise à la reproduction avant l'été - Veaux profitent de l'herbe de printemps
3	Novembre-janvier	Pas d'impact	Non	X
4	Décembre - mars	Pas d'impact	Non	X
5	Octobre-novembre	Pas d'impact	Non	X
6	Novembre-février	Pas d'impact	Non	X
7	Janvier-mars	Diminution des stocks disponibles à cause des sécheresses	Arrêt des vêlages d'automne	- Moins de stocks fourragers nécessaires - Veaux profitent de l'herbe de printemps
8	Novembre-mars	Pas d'impact	Non	X

Enquêté	Sept	Oct.	Nov.	Déc..	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
2 avant												
2 après												
7 avant												
7 après												

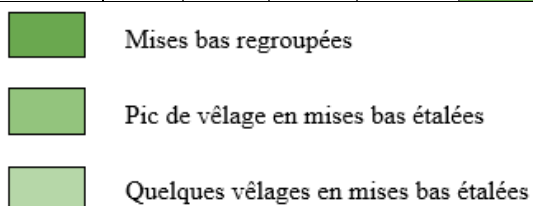


Figure 14 : Calendrier des mises bas avant et après changement suite aux sécheresses pour les éleveurs concernés

Cependant, en fonction des objectifs de l'éleveur (vente, organisation du travail, etc...) et des ressources disponibles, cette période de vêlage peut être modifiée. Ainsi, les éleveurs n°3 et n°5 ont une période de mise bas plus précoce, avec la majorité des naissances sur les mois de **novembre et décembre**, afin de simplifier le travail de surveillance des naissances et de la reproduction en bâtiment. De plus, suite au changement climatique qui induit une pousse de l'herbe plus précoce au printemps, ce système a permis à l'éleveur n°3 d'avancer la mise à l'herbe de ses vaches de 2 à 3 semaines, permettant aux veaux de profiter davantage de l'herbe de printemps. Mais d'après ce dernier, cette période de mise bas nécessite une ration hivernale importante pour la mise à la reproduction des vaches, point faible relevé également par l'expert n°1.

Enfin, le changement climatique a différentes conséquences, décrites en 4.2. sur les exploitations des éleveurs enquêtés. Pour six éleveurs enquêtés, ces effets n'ont pas impacté la période de mises bas. Cependant, pour deux éleveurs, ces conséquences ont eu des répercussions sur la reproduction (tableau 3), entraînant une baisse de fertilité en été (éleveur n°2), ou une diminution des stocks disponibles pour la période hivernale (éleveur n°7). Pour y faire face, ces derniers ont fait le choix de **modifier leur période de mise bas** (figure 14). Ainsi, l'éleveur n°2 a avancé une partie de ses vêlages en novembre. Les mises bas se terminent alors un mois plus tôt, ce qui lui permet d'éviter la mise à la reproduction pendant les sécheresses. L'éleveur n°7 quant à lui avait deux périodes de vêlages distinctes. Les vêlages d'automne lui permettaient de vendre une partie de ses brouillards en été, là où la demande de la filière est élevée. Cependant cette période demandait une quantité de stock alimentaire importante pour assurer les besoins des vaches en bâtiment. En effet, l'augmentation des besoins en stock fourrager lors d'une période de vêlages en automne a été soulevée par de Douhay *et al.* (2020) suite à des essais sur la ferme de Jalogny. Ainsi, **l'arrêt des vêlages d'automne** pour regrouper la totalité des vêlages en janvier-mars a permis à cet éleveur de diminuer ses besoins en stock fourrager. De plus, les deux éleveurs enquêtés ont souligné une meilleure valorisation de l'herbe de printemps par les veaux suite au regroupement de leurs vêlages sur la période hivernale.

Différentes stratégies sont possibles afin d'adapter la période de reproduction et de vêlages à la modification de la pousse d'herbe induite par le changement climatique. Le choix d'une stratégie dépendra des objectifs de l'éleveur, ainsi que des ressources (stocks fourragers...) et installations (place en bâtiment...) disponibles sur l'exploitation.

- La génétique

D'autres pratiques d'adaptation au changement climatique ont été relevées au niveau de la génétique. Certains éleveurs ont axé leur **sélection génétique** autour de la production de lait, mais également sur la conformation des jeunes. L'efficacité alimentaire permet d'obtenir des animaux qui nécessitent moins d'aliment pour une bonne croissance. Leur objectif est de réduire les besoins en stocks sans altérer les performances de leurs animaux.

Enfin, deux enquêtés, en système naisseur-engraisseur, réalisent un **croisement** avec des mâles de race Angus. Il s'agit d'une race originaire d'Ecosse, de plus petit format que la race Charolaise, précoce et réputée pour ses vêlages faciles (Dufey, 2002). Le choix de ce croisement est de produire des veaux qui valorisent mieux l'herbe pour leur croissance.

D'après France génétique élevage (2015), le croisement de races bovines françaises telle que la race Charolaise avec des races anglo-saxonnes comme l'Angus permet de bénéficier d'une complémentarité génétique combinée à un effet d'hétérosis. Ainsi ces croisements permettraient de bénéficier de la précocité de la race Angus et des performances bouchères de la race Charolaise pour produire des animaux avec de meilleurs indices d'efficacité alimentaire.

- Diminuer le nombre d'animaux sur l'exploitation

Enfin, afin de faire face à la diminution des ressources alimentaires disponibles en période de sécheresse, certains éleveurs ont choisi de **diminuer leur chargement**. Pour se faire, deux techniques ont été évoquées : la diminution définitive du cheptel et le vèlage à 2 ans.

Concernant la première, l'objectif est de désintensifier les exploitations. Trois éleveurs ont indiqué **diminuer le nombre de vèlages** sur leur exploitation, dont deux suites aux dernières sécheresses. En effet, la ressource alimentaire disponible en période estivale était fortement réduite lors des sécheresses, et notamment la succession des trois années de sécheresse (2018-2019-2020). La diminution de la pousse de l'herbe en période de sécheresse et le coût d'achat des aliments a rendu difficile la constitution de stocks. Ainsi, la réduction du nombre de vèlages leur permet de nourrir tout leur troupeau sans acheter de fourrage.

Afin de réduire le chargement, certains éleveurs utilisent le **vèlage à 2 ans**. En effet, pour six éleveurs, il s'agit d'une technique permettant de diminuer le cycle de production et de diminuer le nombre d'animaux sur l'exploitation tout en conservant le même niveau de production. Parmi eux, un éleveur pratiquait le vèlage à 2 ans sur 50% de ses génisses, deux autres le pratiquaient sur quelques génisses par an et un éleveur souhaitait le mettre en place à l'avenir. Le vèlage à deux ans pour des génisses de race charolaise est considéré comme un bon moyen de faire face au changement climatique. Cela réduit le chargement sans diminuer la production, si toutefois le poids minimum de 430 kg à la mise à la reproduction peut être atteint sans complémentation supplémentaire lors de la croissance. Des expérimentations mises en place sur la ferme de Jalogny (Farrie *et al.*, 2008) ont montré que le vèlage à 2 ans permet d'améliorer la productivité sans modifier le système fourrager des exploitations, dès lors que la mise à la reproduction des génisses est bien maîtrisée. Effectivement, l'apport alimentaire nécessaire pour mettre des génisses de 15 mois à la reproduction représente un frein au vèlage à 2 ans pour trois des enquêtés. Enfin, deux éleveurs ont décidé d'arrêter le vèlage à 2 ans, l'un afin de simplifier son travail en enlevant une catégorie d'animaux sur son exploitation et l'autre suite aux sécheresses afin de réduire le coût alimentaire de ses génisses.

4.3.2. Gestion des stocks, diversification et production de la ressource alimentaire

Un grand nombre d'enquêtés produisent leurs céréales et donc un peu de paille. Cinq éleveurs sur huit achètent de la paille pour la litière entre 100 et 300 t/an. Ils achètent également des tourteaux d'un mélange de colza, de tournesol, de drèches de blé ou de lin, de la pulpe de betterave et de la luzerne déshydratée. Pendant un été sans sécheresse, il peut leur arriver de compléter les vaches au champ sur une période variant de quelques jours à quelques semaines.

Tableau 4 : Profils d'éleveurs

Profils	Sans sécheresse/ tous les ans	Sécheresse	Proportion de l'échantillon
A	Achat fourrage	Achat de plus de fourrages	5/8
B	Autonome	Achat fourrage	1/8
C	Autonome	Autonome	2/8

- Conséquences des aléas climatiques

Suite aux années consécutives de sécheresse de 2017 à 2020, les éleveurs observent globalement un dégarnissement des prairies, une dégradation de la flore avec l'apparition d'espèces indésirables comme les chardons et les mousses. Les prairies sont moins fournies en biomasse et ce phénomène est amplifié par le surpâturage l'été selon un éleveur. Les parcelles sont moins productives qu'avant, les rendements en cultures diminuent avec la sécheresse. Un éleveur a dit que les rendements des céréales passent de 75 quintaux/ha à 50 quintaux/ha lors de sécheresse.

En cas de sécheresse, trois profils d'éleveurs ont été identifiés (tableau 4) :

- cinq exploitations achètent des fourrages tous les ans et ont dû en acheter plus pendant les années sèches,
- une exploitation autonome en fourrages mais qui a dû acheter des fourrages en plus en 2020,
- deux exploitations qui n'ont pas eu besoin d'acheter des fourrages pour leurs bêtes malgré les années consécutives de sécheresse. Ces derniers sont donc des systèmes très autonomes en fourrages. Cependant un éleveur a été fortement touché par la grêle en 2022. Ses rendements en céréales ont été divisés par 4 et par 3 pour la paille. Il n'a pas eu de deuxième coupe sur les prairies contrairement à une année sans grêle. Celui-ci est autonome en paille et en fourrage en année normale ou lors des sécheresses, mais la grêle peut fragiliser son système.

Face à ces difficultés, les exploitants ont mis en place des pratiques de diversification des espèces végétales.

- Diversification des espèces végétales

Un éleveur (n°7) cultive de la **betterave fourragère** et elle a été mise en place depuis 2010. Les exploitants en produisaient déjà avant de s'installer en Saône-et-Loire, c'est pourquoi ils ont choisi d'en faire dans ce territoire où la betterave fourragère n'est pas spécialement implantée. Les feuilles sont broyées et laissées dans le champ. Les racines sont séparées à l'aide d'un coupe-racine électrique puis sont distribuées à l'auge. Ils témoignent aussi d'une bonne adaptabilité à la sécheresse car dès qu'il y a de la pluie cette culture reprend sa croissance facilement. Un autre avantage de cette culture est qu'elle peut être pâturée ce qui règle le problème de la distribution qui peut être coûteuse ou compliquée. Les betteraves sont un fourrage frais qui peut être pâturé lorsque l'herbe ne pousse plus en fin d'été. Il faut cependant apprendre aux animaux à consommer la racine et la feuille (qui est valorisée alors qu'en récolte elle est restituée au sol) et délayer le fil tous les jours car cette culture ne peut être donnée à volonté (INRAe *et al.*, 2022).

L'expert n°4 explique que des plantes, plus efficiente dans l'utilisation de l'eau pendant l'été, ont été testées à la ferme de Jalogny. Ces travaux ont été conduits sur la ferme de Jalogny en 2021 pour remplacer le maïs ensilage. Il relate que les essais sur du **sorgho** en mono-coupe ont donné entre 6 et 16 t MS/ha de rendement et une qualité presque équivalente à celle du maïs. Le rendement du maïs, culture témoin, n'a pas dépassé 12 t MS/ha causé par des semis tardifs cette année-là. Choisir des variétés de sorgho tardif est préférable.

Tableau 5 : Types de méteils utilisés

Type de méteil	Mélanges utilisés	Avantages
Méteils grains	-Pois + triticales (1 agriculteur) -Féverole + pois + vesce (1 agriculteur)	-Compensation par les mélanges
Prairie sous couvert de méteil	-35% de pois + 35% de vesce + 15% d'avoine (1 agriculteur) -60% triticales + 25% de pois + 15% de vesce (1 agriculteur) - Graminées + sorgho, de pois + vesce + trèfle d'Alexandrie (expert n°4)	-Récolte azote et qualité au printemps -Couverture des sols
	-Fétuque + dactyle	-Résistance à la sécheresse

Le sorgho valoriserait mieux l'eau en conditions de sécheresse (Chambres d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2023b). Un éleveur enquêté a déjà essayé et témoigne d'une bonne croissance du sorgho malgré des conditions météorologiques sèches. Cependant il reste sceptique sur la valeur alimentaire. Celle-ci resterait inférieure à celle du maïs et certains éleveurs ont émis des doutes face à l'implantation du sorgho en réponse au changement climatique. D'autres souhaiteraient ajouter du sorgho en complément du maïs ensilage et n'ont pas encore franchi le pas.

En Saône-et-Loire, les **haies** sont majoritairement élaguées de façon cubique d'un mètre sur un mètre. Toutefois, un éleveur laisse pousser certains arbres pour lui laisser l'opportunité de couper les branches avec une élagueuse afin de les donner à manger aux vaches quand la ressource en herbe est insuffisante. Les arbres utilisés dans cette zone sont le frêne, le châtaignier de préférence et l'aulne, le chêne secondairement. Le principal avantage des **arbres fourragers** est que le potentiel fourrager des feuilles se maintient en été même en cas de sécheresse. Le frêne et le châtaignier ont un pourcentage de Matières Azotées Totales (MAT) et une digestibilité très convenable (Novak *et al.*, 2018). Comme le relate un éleveur, le principal inconvénient retenu est le fait qu'il faut ramasser les branches après que les vaches aient mangé les feuilles. Il est en effet intéressant dans ces conditions de changement climatique, de diversifier les sources de fourrages en utilisant les arbres qui ont de plus grandes racines. Ceux-ci peuvent capter les eaux plus en profondeur dans les sols. En cas de sécheresse la pousse de l'herbe s'arrête, mais les arbres peuvent produire encore des feuilles qui peut servir à alimenter les troupeaux ou à faire de l'ombre. Un autre éleveur laisse ses haies pousser plus haut c'est-à-dire à 3 ou 4 mètres pour améliorer la captation de carbone et augmenter la surface d'abris contre le vent ou le soleil. Enfin, trois éleveurs sur 8 en profitent pour broyer les branches et récupérer les copeaux qui représentent 10 à 15% de la **litière** totale.

Pour diversifier la ressource alimentaire, les éleveurs font des **méteils**. Différents mélanges sont faits (tableau 5). Des méteils sous couvert de prairie longue durée sont réalisés. Cela permet de «récolter de la qualité et de l'azote au printemps», témoignent plusieurs éleveurs. Des méteils grains sont préférés chez d'autres éleveurs. Les principaux avantages retenus sont que cela produit de la biomasse car au moins une herbe du mélange va croître même en cas de conditions météorologiques difficiles. De plus, la légumineuse en captant l'azote atmosphérique aide le développement des graminées pour lesquelles l'azote en engrais peut être économisé. L'expert n°1 encourage les semis sous couvert de méteil avec du dactyle et de la fétuque car ces espèces seraient plus résistantes à la sécheresse. L'expert n°4 a travaillé sur un mélange de graminées, de sorgho, de pois, de vesce et de trèfle d'Alexandrie. L'idéal est de semer fin juin, de récolter en septembre et d'espérer un rendement compris entre 2 et 3 t MS/ha. Les principaux inconvénients sont le besoin en eau (grâce à un orage par exemple) en juillet pour faire le contact entre la graine et la terre et le fait que cette pratique n'est pas fiable ni sécurisante.

4.3.3. Les changements de gestion du pâturage des bovins dans un contexte de changements climatiques

- *Gestion de la ressource en herbe au pâturage*

Afin d'optimiser la pousse de l'herbe et la gestion du stock, de nombreux éleveurs (6/8) pratiquent le **pâturage tournant**. Celui-ci est généralement géré de façon à ce que les vaches restent 4 à 5 jours voire jusqu'à 10 jours sur une même parcelle. Ensuite, les vaches ne reviennent sur cette parcelle qu'après 21 jours minimum et jusqu'à 45 jours selon le nombre de parcelles dans la rotation. Les éleveurs disent que leurs parcelles sont divisées en îlots et les abreuvoirs ou points d'eau sont mis en place pour ne pas avoir à tout réinstaller. Ainsi, ils peuvent changer les vaches de parcelles assez rapidement. André Voisin (2018) conseille de changer de parcelle tous les 4 jours maximum car les vaches vont manger les repousses d'herbe consommées au jour 1. Cela va affaiblir la plante car elle aura mobilisé ses réserves pour faire une nouvelle feuille immédiatement détruite. L'expert 2 conseille aussi d'observer la pousse de l'herbe à l'aide d'outil disponible tel que l'herbomètre afin d'optimiser la mise à l'herbe et le changement de parcelle. Certains éleveurs parlent de gérer le pâturage des vaches allaitantes comme celles des laitières. Ainsi, gérer le pâturage tournant de façon « plus dynamique » aiderait à faire face aux sécheresses estivales. Le temps de passage sur les paddocks reste encore assez élevé chez certains éleveurs. En effet, selon Voisin (2018), réduire le temps de pâturage sur un paddock et allonger le temps de repos de ce paddock l'été est à privilégier. Afin de mieux gérer les rotations de paddocks en cas de sécheresse, les éleveurs peuvent allonger le temps des rotations en complétant les animaux. Ils peuvent augmenter la hauteur de l'herbe à la sortie qui reste après pâturage, cela permet à la plante de faire des réserves suffisantes pour résister à la sécheresse et un meilleur redémarrage de la pousse de l'herbe à l'automne. De même pour éviter d'épuiser l'herbe en été, il préconise de faire pâturer les vaches au stage 3feuilles de la plante (Voisin, 2018). Finalement, en faisant du pâturage tournant, les éleveurs maîtrisent la pousse de l'herbe ce qui leur permet de gagner du temps en affouragement l'été. Certains disent qu'ils peuvent « faire pâturer jusqu'à 15 jours de plus en pâturage tournant alors qu'ils affourageaient déjà en pâturage libre ».

L'engraissement des animaux de type taurillons 100% à l'herbe a été relevé chez l'éleveur n°5. Celui-ci pratique le pâturage tournant dynamique pour gérer la qualité et la quantité de l'herbe (Bournigal, 2022). En effet, un management de la pousse de l'herbe est indispensable. Les animaux à l'engraissement ont besoin d'une herbe de qualité pour atteindre le poids à l'abattage compris entre 400 et 500kg. Les avantages de cette méthode d'engraissement sont un gain de temps et économique car il faut seulement changer les animaux de parcelle et gérer l'abreuvement. La période optimale de fin d'engraissement a lieu de mars à fin juin. En effet, après le mois de juin la pousse et la qualité de l'herbe sont insuffisantes. Il est conseillé d'avoir des animaux avec une note d'état corporel supérieure à 2,5 (Bournigal, 2022). Même si les systèmes d'engraissement ne sont pas les mêmes, les agriculteurs français pourraient prendre exemple sur les travaux des centres de recherches Teagasc qui cherchent à axer les études sur la minimisation des coûts alimentaires. Le centre de recherche à Grange, spécialisé en bovins viande, encourage les agriculteurs irlandais à engraisser leurs animaux avec 90% d'herbe pâturée et ensilée (Teagasc, 2022).

L'entreprise préconise de gérer parfaitement les dates de fauches pour produire des ensilages de qualité afin de pouvoir compléter les animaux si besoin avec un fourrage de qualité et le moins coûteux possible. Cette méthode 100% à l'herbe est très rentable économiquement car l'herbe pâturée ne nécessite pas de récolte. Cependant cette méthode nécessite une fertilisation en azote quantité suffisante pour optimiser la croissance de l'herbe. Celle-ci (250kg/ha) tend à diminuer en Irlande pour atteindre la dose de 170kg/ha réglementaire en Europe sur des prairies majoritairement de Ray Grass anglais. De plus le climat facilite tout de même ce système de tout à l'herbe.

Un éleveur fait des **stocks sur pied** depuis deux ou trois ans. Au printemps, une partie des champs de luzerne n'est pas fauchée (environ 1 ha par parcelle) et est pâturée en été. Le fils électrique est déplacé tous les deux jours afin de ne pas gaspiller les réserves. En 2022, l'éleveur témoigne que les stocks de fourrages sur pied ont permis d'alimenter les animaux jusqu'à fin août. En année sans stock sur pied, l'éleveur affourrage dès le mois de juillet. Le temps de travail ne lui semble pas considérable et il pense que "ça vaut le coup".

Afin de couvrir les sols certains éleveurs font des **dérobés** après les moissons. Un éleveur resème dans les 72 heures qui suivent les moissons pour profiter de la fraîcheur du sol. Cela fait gagner du temps et évite de passer le déchaumeur pour casser la croûte du sol qui aurait le temps de sécher entre les moissons et les semis suivants. Les mélanges légumineuses et crucifères permettent de garantir la production en fonction du terrain et des conditions météorologiques.

Certains affourageaient beaucoup en foin dans les parcelles entre 2 semaines et plusieurs mois. Afin de mieux gérer leur stock, ils ont fait des dérobés ou ont implanté du colza fourrager qu'ils peuvent faire pâturer pour affourager de moins en moins. Ils en sont assez contents car cela les fait gagner en autonomie alimentaire. En effet, le colza fourrager est une espèce à croissance rapide qui peut être implantée très rapidement lors d'épisode de sécheresse. Il peut valoriser un terrain nu et peut être pâturé 60 jours après le semis (Pavie, 2022). De plus, cette culture est très appétente pour les bovins et le pâturage doit être rationné.

Une méthode pour pallier au dégarnissement des prairies est le **sursemis**. Certains le pratiquent avec du dactyle et du trèfle incarnat depuis trois ans, ils en sont satisfaits mais les conditions de réussite sont difficiles à réunir. Il y a besoin d'un lit de semence humide et de chaleur pour la germination. Les rendements de la prairie sont doublés selon eux. Ils l'expliquent par le fait que « la nouvelle graine pourra mêler ses racines à celles de l'herbe déjà implantée ». Le lien entre les deux systèmes racinaires rend la graine plus réactive. Certains font des sursemis sur de la vesce avec des légumineuses et de la fétuque, ce qui est approuvé par l'expert 2, qui conseille les sursemis avec des légumineuses et des graminées. Cependant la réussite du sursemis est décrite comme aléatoire (Deleau, 2022) et ceux qui le pratique sur des prairies permanentes ne le trouvent pas concluant. Cette méthode n'est finalement que peu concluante car elle nécessite des frais de semence, de carburant et des conditions météorologiques favorables à la pousse de ces nouvelles graines. Les rendements ne sont pas toujours atteints (Deleau, 2022).

- Gestion de la ressource en eau au pâturage

Comme expliqué en partie 4.2., l'abreuvement des animaux est une **source d'inquiétude majeure** pour les éleveurs. Pour faire face à la diminution des réserves en eau, la **récupération** et le **stockage** sont en réflexion ou déjà utilisés par la moitié des éleveurs enquêtés. Grâce aux subventions du département de Saône-et-Loire, l'un d'eux a pu installer deux récupérateurs d'eaux pluviales de 13 000 L chacun sous les toits des stabulations. Un autre possède une réserve de 5000 L pour bâtiment dont le trop-plein repart dans le ruisseau à proximité. Comme l'indique l'ASSECC (2022), tout l'enjeu de cette solution est de permettre une récupération de l'eau lors des périodes d'excès pour les distribuer durant les périodes de manque. Ce type d'aménagement est actuellement en cours **d'expérimentation** à la ferme expérimentale de Jalogny où l'eau de la toiture est récupérée et stockée dans une cuve de 270 mètres cube enterrée, après avoir subi une filtration et un traitement dans le but de la rendre potable même pour l'homme. Elle est ensuite distribuée dans les bâtiments et son impact sur l'ingestion alimentaire et la consommation d'eau est en cours d'étude et de quantification. Ce type d'aménagement est un moyen de sécuriser la ressource en eau dans un contexte de concurrence humaine-animale où la récurrence et le nombre de restrictions pour les éleveurs vont augmenter (Henry *et al.*, 2018).

Trois éleveurs utilisent un autre type d'aménagements qui pourraient être amené à se développer à cause du changement climatique : l'**adduction**. Les trois éleveurs en sont satisfaits même s'ils sont conscients qu'ils s'exposent à des factures d'eau élevées et aux restrictions potentielles. L'un des exploitants rencontrés a fait appel à un technicien indépendant pour planifier le positionnement des abreuvoirs mobiles qui devait s'adapter à la pratique du pâturage tournant dynamique. Un autre (n°5) recourt massivement à l'adduction puisqu'il possède une vingtaine de compteurs d'eau dans ses prairies qu'il finance grâce aux économies faite en engraisant ses animaux à l'herbe. Ce système peut être une adaptation au changement climatique pertinente voire nécessaire quand les sources tarissent. La mise en place de l'équipement n'est cependant pas possible dans toutes les parcelles (Chambre d'Agriculture du Centre Val de Loire, 2019).

Deux solutions s'offrent alors aux éleveurs. La première est d'**apporter de l'eau** au champ grâce à une tonne à eau mais il est préférable de ne pas le faire sur de grands parcelles morcelés (Chambre d'agriculture de Bretagne et Dairyman, 2012) à cause de la charge de travail engendré. Pour un éleveur enquêté (n°3) elle atteint +15 % en été. Les autres inconvénients rapportés sont conformes à ceux explicités par l'ASSECC (2022) déjà décrits en 1.1.3. La seconde alternative est l'abreuvement au sein des **cours d'eau**. Elle est fréquente en Saône-et-Loire d'après les experts. Les éleveurs enquêtés font tout de même largement usage du **captage** sur certaines de leurs sources, quelques mares et une mouillère. Cette installation comporte pour les éleveurs des avantages économiques, sanitaires et de temps de travail. Elle permet aussi de préserver la réserve en eau (« Cet été, les sources non captées se perdaient »). Les modes d'alimentation utilisés par les enquêtés sont divers : captage via les drains (valorisation de l'eau circulant dans le sol), par gravité, forage, puit associé à une éolienne.

D'après l'ASSECC (2022), la mise en place de forage réduit la sensibilité à la sécheresse puisque l'eau est puisée plus profondément. C'est une adaptation au changement climatique qui peut devenir indispensable dans certaines parcelles.

Une possibilité d'adaptation qui a été abordée une seule fois dans les entretiens (n°1), est l'utilisation de l'agroforesterie. En effet, le fait d'inclure de l'ombre au-dessus des points d'eau réduit les pertes par évaporation et les températures de l'eau. Cela augmente ainsi l'efficacité de la prise d'eau par les animaux et contribue ainsi à réduire leur stress thermique (Gaughan *et al.*, 2010). Cependant, plusieurs exploitants ont souligné qu'un moyen d'avoir plus d'eau est de ne pas la gaspiller et pour eux préserver sa **qualité** est un enjeu majeur. De plus, les sécheresses observées dans la Saône-et-Loire peuvent comme en 2019, diviser le débit par quatre (DREAL de Bourgogne Franche-Comté, 2021). Cela peut entraîner une stagnation de l'eau dans les cours d'eau propice au développement de bactéries et donc aux problèmes sanitaires. Sur le terrain les pratiques restent très hétérogènes selon les éleveurs et leur sensibilité au sujet. Elles seront analysées en dans la partie suivante (4.4.1).

[4.4. Identification de pratiques agricoles pouvant avoir un effet sur les teneurs en nitrates](#)

Lors des entretiens, certains éleveurs enquêtés ne se trouvant pas en zone vulnérable ont émis des doutes concernant la pollution des cours d'eau par les nitrates dans la zone d'étude. Selon eux, les pratiques agricoles extensives de la région ne sont pas à l'origine des concentrations élevées en nitrates. Certaines pratiques constituant un facteur de risque de lixiviation des nitrates ont tout de même été identifiées sur le terrain, en accord avec la bibliographie.

[4.4.1. Origines des teneurs élevées en nitrates et pratiques à risque identifiées par les personnes enquêtées](#)

- *Phénomène naturel*

Selon deux experts et un éleveur enquêté, la principale cause de l'augmentation des concentrations en nitrates ne serait pas liée à des pratiques d'élevage particulières, mais serait due au climat. Selon eux, il n'y a pas eu de modification importante des pratiques pouvant justifier d'une forte augmentation des nitrates dans les cours d'eau de la zone d'étude. D'après l'expert n°2, l'augmentation de la teneur en nitrates serait la conséquence des dernières années de sécheresse. L'azote apporté par la fertilisation organique et minérale ne peut pas être minéralisé s'il n'y a pas d'apport d'eau lors des années de sécheresse donc le cycle de l'azote est réduit. Mais une fois la sécheresse passée, le cycle de l'azote se remet en route, avec des risques de lixiviation. Cette réflexion rejoint les résultats des études de Larue (1998) et Novak *et al.* (2006) qui ont montré que le risque lixiviation des nitrates lors de fortes pluies suite à un épisode de sécheresse était important. Cela est dû à la diminution de l'utilisation de l'azote par les plantes en stress hydrique qui entraîne la présence de forts reliquats azotés dans les sols.

De plus, d'après l'expert n°1, le changement climatique induirait une dégradation des prairies, qui auraient alors une capacité de rétention des nitrates réduite, augmentant les risques de lixiviation.

En pratique, la répétition des sécheresses en 2018, 2019 et 2020 a entraîné des dégradations des prairies chez tous les éleveurs enquêtés, avec un dégarnissement de certaines zones dans les parcelles. Cela pourrait favoriser la lixiviation des nitrates dû à l'absence de plantes pour utiliser l'azote du sol. La texture du sol pourrait également augmenter les risques de lixiviation lorsqu'il s'agit d'un sol sableux dont la capacité de rétention des nutriments est limitée, selon l'expert n°2. L'étude de Novak *et al.* (2006) a confirmé que les pertes d'azotes nitrites étaient les plus importantes pour les sols sableux.

- Fertilisation

Au-delà des phénomènes naturels impactant le cycle de l'azote, certaines pratiques agricoles à risque ont tout de même été identifiées lors des entretiens. La première cause de pertes de nitrates dans les cours d'eau d'origine agricole proviendrait de la fertilisation, selon trois experts et quatre éleveurs enquêtés.

Une fertilisation trop importante ou à une période non optimale pourraient augmenter les risques de lixiviation. Ainsi, avec un fort **apport d'engrais minéral en une fois**, ou des doses apportées supérieures aux besoins des plantes, l'azote peut être mal valorisé et sujet à la lixiviation. Deux éleveurs enquêtés ne fractionnent pas leurs apports ce qui peut constituer un risque de lixiviation si les apports sont conséquents comme l'a montré l'étude de Barraclough *et al.* (1983).

De plus, deux éleveurs apportent de l'**engrais minéral systématiquement sur leurs prairies temporaires et permanentes**. Cela constituerait un facteur de risque supplémentaire de lixiviation provoqué par une minéralisation de l'azote potentiellement plus importante due à la forte teneur en matière organique du sol, selon Chabbi et Lemaire (2007).

La **période des apports** semble également être un facteur de risque. D'après l'expert n°2 et trois éleveurs, fertiliser avant une forte pluie favorise la lixiviation, puisque l'azote n'a pas le temps d'être utilisé par les plantes. De même, un apport par temps sec ne permettrait pas non plus de bien valoriser les fertilisants. Bien que les éleveurs enquêtés aient estimé être attentifs aux conditions climatiques afin de valoriser au mieux leur fertilisation, certains ont évoqué le manque de fiabilité des prévisions météo, ce qui peut entraîner un apport d'engrais avant un orage qui n'était pas prévu.

Enfin, l'expert n°4 a évoqué les **conditions de stockage et d'épandage du fumier** comme facteur de risque. Pour cinq éleveurs enquêtés, le stockage se fait uniquement dans les champs, avec une durée de stockage comprise entre 1,5 et 6 mois, ce qui reste inférieur à la durée de 9 mois maximum imposée par la directive Nitrates pour les zones vulnérables (DREAL et DRAAF, 2021). Cependant, l'absence d'installations de stockage peut présenter un risque de lixiviation des nitrates (Sahoo *et al.*, 2016). De plus, un épandage du fumier en automne sur des prairies fragilisées par une sécheresse présenterait un risque de lixiviation des nitrates apportés, ce qui a été montré également dans l'étude de Larue (1998). Sept des éleveurs enquêtés épandent leur fumier en automne, ce qui peut constituer un facteur de risque de lixiviation.

Ainsi, les pratiques de fertilisation constituent un facteur de risque de lixiviation des nitrates, qui peut être **accentué par le changement climatique**. En effet, les sécheresses vont diminuer la captation de l'azote par les plantes, qui sera alors plus susceptible d'être lixivié. De plus, des prévisions météo incertaines, avec des orages imprévus, peuvent conduire à épandre lors de périodes à risque. Cependant, lors des entretiens, aucun éleveur n'a ressenti l'impact du changement climatique sur ses pratiques de fertilisations. Ainsi, aucun des enquêtés n'a modifié ses pratiques concernant la fertilisation azotée et l'épandage du fumier à la suite des sécheresses.

- Abreuvement

L'abreuvement des animaux dans les cours d'eau a également été évoqué comme une pratique pouvant favoriser l'augmentation des teneurs en nitrates selon trois experts et un éleveur. Selon l'expert n°2, le risque est d'autant plus grand que les animaux s'abreuvent toujours au même endroit. D'après les experts, il s'agit d'une pratique courante dans la zone d'étude, qui s'expliquerait par le fait que l'aménagement et l'entretien de zones d'abreuvement représentent un coût et du temps de travail en plus. Tous les éleveurs enquêtés disposent de points d'eau naturels dans une partie de leurs parcelles. Parmi eux, deux ne disposent d'aucun aménagement et donnent libre accès aux cours d'eau à leurs animaux. Ils ont toutefois souligné que ce n'est pas l'idéal pour la qualité de l'eau, mais l'aménagement des berges est jugé contraignant, notamment pour les petits ruisseaux.

Dans ces conditions, la matière organique fraîche qui arrive dans l'eau lorsque les animaux se concentrent au même endroit pour boire constituerait un risque de pollution des cours d'eau, comme relevé dans le rapport du Parc naturel régional du Morvan (2016). Ce risque serait d'autant plus important lorsque les animaux s'abreuvent toujours au même endroit, dégradant le couvert végétal sur cette zone, ce qui va diminuer le captage d'azote par les plantes.

- Pratiques culturales

D'après les experts n°2 et 3 et un éleveur, le labour et les sols nus sur une période prolongée seraient favorables aux pertes de nitrates. Le **labour** entraînerait de forts mouvements de l'azote dans le sol, favorisant leur lixiviation. Parmi les éleveurs enquêtés, la part des cultures sur l'exploitation est très variable, allant d'aucune culture à la moitié de la SAU. Parmi les sept exploitations ayant des cultures, six pratiquent le labour et un seul le pratique de façon systématique, sur la moitié de sa SAU. Pour les autres, le labour n'est pas systématique, notamment avant l'implantation d'une prairie temporaire. Enfin, un éleveur enquêté labore 5 ha de prairies permanentes tous les ans. Même si la surface concernée est petite, le labour de prairies permanentes présente un facteur de risque de pertes d'azote, comme évoqué dans l'étude de Novak *et al.* (2006).

Enfin, trois éleveurs enquêtés n'utilisent **pas de culture intermédiaire** durant l'hiver, avec cependant un exploitant qui plante des céréales d'hiver, ce qui réduit le temps où le sol n'est pas couvert. Les sols nus durant l'hiver ne permettent pas de capter l'azote du sol par les plantes, qui serait donc plus susceptible d'être lixiviés, ce qui rejoint les résultats de Novak *et al.* (2006).

- Autres facteurs de risque

D'autres pratiques agricoles présentant un risque ont été évoquées. Selon l'expert n°2, **laisser les animaux dehors tout l'hiver** peut favoriser la lixiviation des nitrates. Cette pratique n'est toutefois pas utilisée par les éleveurs enquêtés. En effet, la présence d'animaux sur une même parcelle pendant une longue période va apporter de la matière organique fraîche par les fèces. Selon la portance des parcelles, le sol peut être dégradé, limitant l'absorption de l'azote par les plantes, qui sera alors plus sensible à la lixiviation. Cependant Besnard et Hanocq (2010) ont montré que le pâturage hivernal d'un couvert de ray grass italien n'entraînait pas d'augmentation de la lixiviation des nitrates durant l'hiver, à condition de ne pas apporter d'azote sur la parcelle en automne.

Les facteurs de risques de la pollution des eaux par les nitrates semblent variés. Cependant, comme l'a souligné l'expert n°2, il convient de nuancer les effets de ces pratiques. Une pratique à risque ponctuelle sur une petite zone aura des effets différents d'une pratique régulière et qui s'étend sur une zone plus large. De plus, l'origine agricole des taux relevés dans les cours d'eau de la zone d'étude n'est pas avérée, les pratiques agricoles n'ont pas été bouleversées au cours des dernières années, comme l'a souligné l'expert n°4. Certaines pratiques pouvant limiter les concentrations en nitrates ont toutefois été identifiées.

4.4.2. Pratiques pouvant limiter les risques de pertes d'azote

- Pratiques agricoles pour diminuer les risques de pollution des cours d'eau par les nitrates sans lien avec le changement climatique

La fertilisation présente un facteur de risque de pertes d'azote, comme évoqué précédemment. Afin de limiter ces risques, certaines pratiques peuvent être mises en place. Tout d'abord, d'après l'expert n°2, un sol sableux peut augmenter les risques de fuites de nitrates. La texture du sol ne peut pas se changer, cependant il est possible d'agir sur d'autres paramètres physico-chimiques du sol, notamment le pH, ce qui peut influencer sur le cycle de l'azote. Deux éleveurs enquêtés utilisent de la **chaux**. Cet engrais minéral permet de réduire l'acidification des sols, ce qui permet une meilleure absorption des éléments minéraux par les plantes, dont l'azote (Chambre d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2015).

L'apport d'engrais azoté minéral est privilégié sur les cultures et les prairies temporaires, avec cependant une volonté de réduire ces intrants du fait de leur coût élevé, comme l'ont soulevé l'expert n°1 et les éleveurs enquêtés. Afin de limiter les risques de lixiviation dus à l'apport d'engrais azoté minéral, la **fragmentation des apports** a été évoqué par l'expert n° 2, ce qui est pratiqué par quatre des six éleveurs enquêtés qui utilisent de l'engrais minéral azoté. Cela peut permettre d'apporter de façon plus précise la dose d'azote nécessaire à la plante et limiter les excès. Cela concorde avec les résultats de l'étude d'Arvalis (2023) qui ont montré qu'un apport d'azote en 3 fois sur une culture de blé permet d'obtenir une utilisation de 100% de l'azote s'il est apporté dans des conditions climatiques favorables.

De plus, des **analyses de sols** pour identifier les reliquats azotés sont aussi un bon moyen de gérer les apports de fertilisation selon les besoins de la plante et l'azote déjà disponible dans le sol. Obligatoires pour les éleveurs en zone vulnérable, ces analyses ont déjà été réalisées dans le passé par certains agriculteurs hors zone vulnérable enquêtés mais aucun ne les réalise de façon systématique, en raison de leur coût.

Afin de réduire l'impact environnemental de son exploitation, un éleveur est passé en **Agriculture Biologique**. Le premier argument était de ne plus utiliser de glyphosate et de produits phytosanitaires pour préserver sa santé. Toutefois, l'interdiction d'utiliser de l'engrais minéral azoté dans ce système permet également "un bilan azoté beaucoup plus faible" (Peyraud *et al.*, 2013). Les chargements modérés et des rotations assez longues et diversifiées permettent une meilleure utilisation de l'azote du sol par les plantes, ce qui a pour conséquence une diminution de la lixiviation des nitrates.

Ensuite, pour réduire la lixiviation des nitrates lors du stockage et de l'épandage des effluents, l'expert n°4 a souligné que les agriculteurs n'ont pas beaucoup de choix, notamment sur les conditions et le temps de stockage, qui dépendent des installations disponibles et de la période de présence des animaux en bâtiment. Cependant, il est tout de même possible de **différer la période d'épandage** si un problème de sols nus est avéré, afin de limiter les fuites de nitrates dues à l'absence de végétaux sur une parcelle. En effet, d'après l'expert n°1, la valorisation du fumier est meilleure en automne, à condition qu'une culture soit implantée pour utiliser l'azote disponible. Concernant le stockage, trois éleveurs disposent d'aménagements, tel que des **fumières**, ce qui est favorable à limiter les pertes de nitrates issues des tas de fumier. Enfin, deux éleveurs ensemencent leur fumier avec des micro-organismes afin de favoriser la décomposition du fumier, tandis que deux autres remuent les tas de fumier lors du stockage pour les homogénéiser. Un enquêté dispose de matériel en CUMA (Coopérative d'utilisation de matériel agricole) permettant de **composter le fumier** lors de son stockage. D'après une étude de Hepperly *et al.* (2013), ce type de traitement sur les fumiers permet une meilleure assimilation de l'azote par les plantes et une réduction de la lixiviation des nitrates.

Concernant l'abreuvement des animaux, deuxième facteur de risque des pertes de nitrates évoqué précédemment, quelques pratiques peuvent être mises en place. En plus des réglementations déjà présentes pour protéger les cours d'eau, les experts n° 1 et n°3 ont évoqué que des **aménagements concernant les zones d'abreuvement**, tel que des abreuvoirs et des zones stabilisées pouvaient limiter la pollution des cours d'eau. C'est en ce sens que trois des éleveurs enquêtés ont bloqué l'accès complet aux cours d'eau à leurs animaux. Pour ce faire, des clôtures le long des berges, et des systèmes d'abreuvoirs alimentés par prélèvement dans les cours d'eau ont été installés. Trois autres éleveurs ont réalisé des aménagements de leurs cours d'eau avec la volonté de garder cette eau propre pour leurs animaux et de limiter la pollution de l'eau, en y réduisant la présence des animaux avec un accès à certains endroits seulement.

Enfin, pour limiter les risques liés aux pratiques culturales, les experts n°1 et n°3 ont mentionné le **non-labour** comme pratique possible. Un des éleveurs enquêtés a également arrêté le labour de ses cultures afin de limiter les transferts de nitrates.

Tableau 6 : Récapitulatif des pratiques considérées comme les plus pertinentes d'adaptation au changement climatique et de réduction des risques de lixiviation de l'azote

Pratiques	Adaptation au changement climatique	Références bibliographiques	Diminution des pertes azote	Références bibliographiques
Pratiques zootechniques				
Croisement avec de la race Angus	-Meilleure valorisation des fourrages -Facilité de vêlage	France génétique élevage, 2015 Dufey, 2022		
Vêlage 2 ans	- Réduire le chargement - Diminuer les besoins en stocks fourrages	Douhay <i>et al.</i> , 2020		
Pratiques agronomiques				
Betterave fourragère	- Complément de ration hivernale pouvant être pâturée	INRAe et al., 2022 Hais, 2021		
Sorgho	-Alternative ou complément au maïs ensilage en période de sécheresse	Chambres d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté, 2023b		
Arbres fourragers	-Diversifier sources alimentaires en période de sécheresse -Production de copeaux pour litière	Novak <i>et al.</i> , 2018		
CIPAN fourragers	-Diversification de fourrages pâturables		- Assurer une couverture des sols en période hivernale -Préger les nitrates	Justes <i>et al.</i> , 2012
Pratiques de gestion				
Pâturage tournant dynamique	-Respecter dynamique de pousse de l'herbe par des rotations de paddocks -Ralentir rotations en été en complémentant les animaux	André Voisin, 2018	-Couverture permanente des sols	Peyrault, 2012
Engraissement à l'herbe	-Optimiser les coûts d'alimentation	Bournigal, 2022 Teagasc, 2022		
Fractionnement des apports azotés			-Diminuer les risques pertes de tout l'azote épanché en une fois	Barracough <i>et al.</i> , 1983
Récupération de l'eau (toiture)	-Récupération de l'eau lors des périodes d'excès pour les distribués durant les périodes de manque	ASSECC, 2022		

En effet, le non-labour permettrait de réduire la vitesse de minéralisation de la matière organique dans le sol, réduisant les risques de lixiviation (Recours et Laurent, 2001, cité par Centre d'étude et de valorisation des algues et Agrocampus Ouest, 2006.). Cependant, l'arrêt du labour peut entraîner l'utilisation de davantage de produits phytosanitaires pour réduire les adventices, ce qui peut également polluer les cours d'eau. C'est pourquoi le non-labour systématique peut être une solution fragile et qu'il convient d'abord de réaliser un labour au bon moment si celui-ci est nécessaire.

- *Pratiques agricoles mises en place pour faire face au changement climatique et qui peuvent limiter les risques de pollution des cours d'eau par les nitrates.*

Afin de faire face au changement climatique, certaines pratiques mises en place par les éleveurs enquêtés, décrites précédemment, pourraient également permettre de réduire les risques de pertes d'azote (tableau 6).

Tout d'abord, concernant l'abreuvement des animaux, le risque de tarissement des cours d'eau évoqué dans la partie 4.3.3 a conduit certains enquêtés à mettre en place de nouvelles sources d'abreuvement, tel que le **captage de sources ou le stockage d'eau de pluie**. Ces nouvelles sources d'abreuvement constituent une alternative à la présence des animaux dans les cours d'eau lors de l'abreuvement et le risque de pollution de ces derniers.

Ensuite, certaines pratiques culturales mises en place par les éleveurs pour diversifier leur ressource alimentaire décrites en 4.3.3., pourraient avoir un effet positif sur l'utilisation de l'azote du sol par les plantes. En effet, l'utilisation de **CIPAN** tel que le colza fourrager, vont non seulement apporter une nouvelle source de fourrage aux animaux en automne mais vont également couvrir le sol et éviter les risques de lixiviation dû à l'absence de végétaux sur les parcelles. Pour les éleveurs en zone vulnérable, conformément à la réglementation, l'utilisation de CIPAN est systématique. De même, l'installation de **prairies temporaires sous couvert de méteil** vont combiner une association de légumineuses avec d'autres espèces. Cette association permet ainsi de réduire l'apport d'engrais azotés grâce à la capacité des légumineuses à utiliser l'azote, tout en contribuant à la constitution des stocks fourragers et à l'autonomie protéique de l'exploitation.

Enfin, concernant la gestion des prairies, le **sursemis**, déjà pratiqué par sept des éleveurs enquêtés et évoqué par les experts n° 2 et n°4 pourrait être une solution possible pour limiter la lixiviation des nitrates. Le sursemis a pour objectif de recouvrir les zones des prairies dégarnies suite aux sécheresses. Ainsi, cette pratique limiterait les zones sans couvert végétal, réduisant le risque de lixiviation, comme mentionné dans le rapport technique du Creseb (2013).

Conclusion

Les éleveurs de l'ouest de la Saône-et-Loire sont fortement touchés par le changement climatique et ce de différents points de vue (émotionnel, économique, technique, *etc.*). Des pratiques très pertinentes et efficaces observées dans la bibliographie sont déjà développées sur le terrain. La taille de l'échantillon étant très faible, le territoire n'est pas représenté par l'activité des huit exploitations. Cependant des pratiques assez « innovantes » ont pu être sélectionnées. Elles concernent la gestion zootechnique par du croisement avec de la race Angus et des vêlages à 2ans. Les pratiques agronomiques sont la betterave fourragère, les arbres fourragers, les CIPAN fourragers. Enfin les pratiques de gestion sont le pâturage tournant dynamique, l'engraissement 100% à l'herbe et la récupération de l'eau des toitures notamment.

Les concentrations en nitrates relevées dans les cours d'eau sont à l'origine du projet. Les hypothèses des aléas climatiques responsables de la lixiviation ont été mis en lumière sur le terrain. En effet selon les experts et les éleveurs, les causes de la lixiviation des nitrates seraient dues à l'arrêt de la pousse des plantes et à la non-utilisation de l'azote épandu. Cette étude a donc permis l'identification de pratiques agricoles utilisées dans la zone et limitant les fuites de nitrates. Elles sont par exemple le fractionnement des apports azotés ou l'implantation de CIPAN fourrager ou la réduction labour. Une pratique identifiée comme étant à risque est celle de l'abreuvement des animaux directement dans les cours d'eau. Ainsi, des expérimentations pourraient être menées en plus pour déterminer l'impact réel des pratiques sur les concentrations de nitrate, mais aussi sur l'influence d'une combinaison de ces pratiques. En effet, la problématique d'un passage en zone vulnérable est assez conséquente pour les agriculteurs. Il est ainsi intéressant d'effectuer des recherches sur les techniques habituelles afin d'identifier les plus problématiques en vue d'un changement climatique qui s'accélère. L'application de ses changements, aussi bien à l'échelle de la pratique ponctuelle que du système global, doit se faire en fonction des caractéristiques, des ressources et de l'environnement de l'élevage concerné. En procédant ainsi, la combinaison de plusieurs adaptations au sein d'un système cohérent permet des résultats probants.

Enfin, l'accompagnement et la compréhension des agriculteurs est un enjeu majeur dans la pérennisation de l'activité agricole. En effet, les entretiens ont montré que les adaptations aux volontés de la société et au changement climatique sont très pesantes. Il est alors essentiel que les instituts techniques et les centres de recherche proposent des pratiques dont l'impact sur l'environnement a été vérifié.

Références bibliographiques

Agreste. 2020. : *le recensement agricole 2020 en dataviz.*

<https://vizagreste.agriculture.gouv.fr/> (Consulté le 20 février 2023).

Arvalis. 2023. *Fertilisation du blé tendre : fractionner l'azote en trois apports.* <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/fractionner-lazote-en-trois-apports> (consulté le 20 février 2023)

ASSECC. 2022. Guide de l'abreuvement, pour une meilleure utilisation des ressources naturelles et un abreuvement responsable.

https://www.gdsbfc.org/assets/files/GUIDE_ABREUVEMENT_Final_light.pdf (Consulté le 10 janvier 2023)

Bachelet A. 2021. *Arbres fourragers : Quelle est leur valeur alimentaire et quelles espèces privilégier ?* <https://www.web-agri.fr/secheresse/article/173020/arbres-fourragers-queelles-valeurs-alimentaires> (Consulté le 20 février 2023).

Barraclough D., Hyden M.J., et Davies G.P. 1983. Fate of fertilizer nitrogen applied to grassland. I. Field leaching results. *Journal of Soil Science*, 34 (3), p. 483-497. DOI : 10.1111/j.1365-2389.1983.tb01050.x

Bondonno C. P., Dalgaard F., Blekkenhorst L. C., Murray K., Lewis R. L., Croft K. D., Kyro C., Torp-Pedersen C., Gislason G., Tjonneland A., Overvad K., Bondonno N. P., Hodgson J. M. 2021. Vegetable nitrate intake, blood pressure and incident cardiovascular disease: Danish Diet, Cancer, and Health Study, *European Journal of Epidemiology*, 36, p.813-825

Bournigal J.-M. 2022. *Engraisser les bovins viande à l'herbe : économique et écologique.* <https://herbe-actifs.org/alimentation/engraissement-herbe-economique-ecologique> (Consulté le 3 février 2023).

Bryan N. S. et Van Grinsven H. 2013. The role of nitrate in human health. *Advances in Agronomy*, 119, p. 153-182. DOI : 10.1016/B978-0-12-407247-3.00003-2

Centre d'étude et de valorisation des algues et Agrocampus Ouest. 2006. *Pratiques agricoles, fuites de nitrates et qualité de l'eau dans les bassins versants : synthèse des références applicables au contexte breton.* https://www.ceva-algues.com/wp-content/uploads/2018/11/BD_Algues-vertes_1_Rapport_inra.pdf (Consulté le 27 février 2023)

Chabbi A., Lemaire G. 2007. Rôle des matières organiques des prairies dans le cycle de l'azote et impacts sur la qualité de l'eau. *Fourrages*, 192, p. 441-452.

Chambre d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté. 2015. Le chaulage. https://bourgognefranche-comte.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Bourgogne-Franche-Comte/CDA71/07_2015_Chaulage.pdf (Consulté le 11 février 2023)

Chambre d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté. 2022. *Fiche de sensibilisation aux impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles, Territoire : « Charolais » - Charolles.*

https://bourgognefranchecomte.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Bourgogne-Franche-Comte/061_Inst-Bourgogne-Franche-Comte/CA71/5_Techniques_Infos/57_Environnement/CHAROLLES_BV_FicheTerritoiresCgtClimVF5-modifie.pdf (Consulté le 21 octobre 2022)

Chambre d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté. 2023a. *Directive Nitrates.* <https://bourgognefranchecomte.chambres-agriculture.fr/saone-et-loire/techniques-infos/environnement/directive-nitrates/> (Consulté le 3 février 2023).

Chambres d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté. 2023b. *Expérimentation & références.* <https://bourgognefranchecomte.chambres-agriculture.fr/saone-et-loire/techniques-infos/elevage/bovins-viande/experimentation-references/> (Consulté le 3 février 2023).

Chambre d'agriculture de Bretagne et Dairyman. 2012. *Parcellaire d'exploitation.* https://opera-connaissances.chambres-agriculture.fr/doc_num.php?explnum_id=172027 (Consulté le 20 février 2023)

Chambre d'agriculture du Centre Val de Loire. 2019. *Guide abreuvement : L'abreuvement au pâturage, c'est maintenant !*

https://centre-valdeloire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Centre-Val-de-Loire/122_Inst-Centre-Val-de-Loire/Votre_Chambre/CA41/Actualites_agenda/2019/Guide_abreuvement_H_F_region_Centre.pdf (Consulté le 22 février 2023)

Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire. 2022. *Etats des lieux de l'agriculture et des pratiques agricoles susceptibles d'émettre des pollutions aux nitrates sur l'ouest de la Saône-et-Loire.* (Consulté le 20 octobre 2022).

Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire et Préfet de Saône-et-Loire. 2010. *L'avenir des exploitations du bassin allaitant de Saône-et-Loire.* https://www.saone-et-loire.gouv.fr/IMG/pdf/doc_final_vers_5_cle113fd4.pdf (Consulté le 20 octobre 2022)

Chambre d'agriculture des Ardennes. 2018. *Préservons la qualité de l'eau AMELI'EAUR* https://ardennes.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Grand-Est/045_Inst_Ardennes/RUB_Environnement/Captages/23_Septembre_2018.pdf (Consulté le 15 novembre 2022)

Climaviande, 2020. *Le cas de l'Autunois, dans le nord-ouest de la Saône-et-Loire, au cœur du bassin Charolais.*

https://idele.fr/aclimel/?eID=cmis_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F2af84698-e0eb-4c66-b3ae-98297c0e93ff&cHash=fbe7505864e232a05e1f4487e1656ffd (Consulté le 20 février 2023)

Commission européenne. 2023. *Rapport de la commission au conseil et au parlement européen relatif à la mise en œuvre de la directive 91/676/CEE du Conseil concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles, sur la base des rapports établis par les États membres pour la période 2008-2011.*

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A52013DC0683> (Consulté le 11 janvier 2023)

Creseb. 2013. Quels leviers pour éviter les pertes d'azote suite au retournement de prairie ? https://www.creseb.fr/voy_content/uploads/2021/04/FicheCreseb_2013_SystemesFourragers_6.pdf (Consulté le 11 février 2023)

D'alteroche F. 2022. S'équiper pour distribuer des betteraves fourragères. *Réussir bovins viande*, 309, p. 41.

Darnhofer, I. 2010. *Strategies of Family Farms to Strengthen their Resilience*. Environmental Policy and Governance. 20. DOI:10.1002/eet.547

Deleau D. 2022. *Les clés de la réussite d'un sursemis en prairies installées*. <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/les-cles-de-la-reussite-dun-sursemis-en-prairies-installees> (Consulté le 20 février 2023)

Dominguez C. M., Sciama D., Dambrine E., Dupouey J-L., Gégout J-C., Brechet C. 2001. Evolution des stocks de carbone et de la disponibilité de l'azote lors de la dynamique de recolonisation des prairies abandonnées du Jura. *Etude et gestion des sols*, 8 (2), p. 119-134

Douhay J., Renon J., Lahemade T. et Velghe M. 2020. Zoom sur deux systèmes bovins charolais naisseurs herbagers différenciés sur leur période de vèlage : quel niveau d'efficacité technico-économique ? quels leviers d'optimisation ? Dans : *Web conférences : salons d'automne 2020*. https://bourgognefranche-comte.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Bourgogne-Franche-Comte/061_Inst-Bourgogne-Franche-Comte/CA71/5_Techniques_Infos/54_Elevage/References/bovins_v viande/2020_Webinaire_Sommet_Elevage_essai_systemes_Jalogny.pdf

DREAL Bourgogne Franche-Comté. 2021. *Révision des zones vulnérables 2020-2021 - Phase de concertation Analyse et synthèse des données physico-chimiques, hydrométriques et biologiques sur 8 stations DCE du Charolais*. (Consulté le 20 octobre 2022)

DREAL et DRAAF. 2021. *Les mesures du 6ème programme d'actions Nitrates dans les zones vulnérables de la région Bourgogne Franche-Comté*. https://www.cotedor.gouv.fr/IMG/pdf/20180718_plaquette_com_nitrates_compressée.pdf (Consulté le 20 octobre 2022)

DREAL, Institut Agro Dijon, DDT, et Chambre d'agriculture Bourgogne Franche Comté. 2022. *La filière allaitante confrontée aux impacts du changement climatique doit faire face à des teneurs en nitrates élevées*. (Consulté le 20 octobre 2022)

Dufey, P.-A., 2002. *Comparaison de différentes races bovines à viandes*. <https://www.agrireseau.net/bovinsboucherie/Documents/CompRace-viande.pdf> (Consulté le 9 février 2023)

Farrie J-P., Renon J., Bourge C., Gros J-M., Lahemade T., Muron G., Roudier J. 2008. Conditions et conséquences de la mise en place du vèlage à deux ans dans un troupeau charolais.

Dans : *journées 3R : Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*. Paris, France.
http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2008_05_systemes_04_Farrie.pdf

Fowler D., Coyle M., Skiba U. Sutton M. A., Cape J. N., Reis S., Sheppard L. J., Jenkins A., Grizzetti B., Galloway J. N., Vitousek P., Leach A., Bouwman A. F., Butterbach-Bahl K., Dentener F., Stevenson D., Amann M. et Voss M. 2013. The global nitrogen cycle in the twenty-first century. *Philosophical transactions of The Royal Society publishing*, 368 (1621). DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0164>

France Génétique Elevage. 2015. *La génétique française bovine à viande en croisement*. http://fr.france-genetique-elevage.org/IMG/pdf/fge_genetique_v viande_fr_en_croisement.pdf (Consulté le 23 janvier 2023)

GIEC. 2013. Glossaire. Dans : *Changements climatiques : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. New York, NY, États-Unis, et Cambridge, Royaume-Uni : Cambridge University Press, p.185- 203. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_FR.pdf

GIEC. 2022a. *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/> (Consulté le 3 février 2023).

GIEC. 2022b. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. doi:10.1017/9781009325844. <https://www.unep.org/fr/resources/rapport/sixieme- rapport-devaluation-du-giec-changement-climatique-2022> (Consulté le 12 janvier 2023)

Gonzalez-Rivas P.A., Chauhan S.S. , Ha M., Fegan N., Dunshea F. R. et Warner R. D. 2020. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*, 162. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>.

Hais F. 2021. *Betterave fourragère : récolte et pâturage*. <http://www.betterave-fourragere.org/recolte-paturage.html> (Consulté le 20 février 2023).

Hebert. 2021. *Le plan d'épandage : qu'est-ce que c'est et comment le préparer ?* <https://smag.tech/blog/le-plan-depandage-quest-ce-que-cest-et-comment-le-preparer/> (Consulté le 3 février 2023).

Henry, B., Eckard, R., et Beauchemin, K. 2018. *Review: Adaptation of ruminant livestock production systems to climate changes*. *Animal*, 12(S2), S445-S456. DOI:10.1017/S1751731118001301

Hepperly P., Lotter D., Ziegler C., Seidel R., Reider C. 2013. Compost, Manure and Synthetic Fertilizer Influences Crop Yields, Soil Properties, Nitrate Leaching and Crop Nutrient Content. *Compost Science & Utilization*, 17, p 117-126.

Idele, Chambre de l'Agriculture et Confédération Nationale de l'élevage. 2017. *Faire des stocks sur pied pour allonger le pâturage en période estivale, Fiche Autosysel. 14BV_report sur pied - Idele.fr* (Consulté le 21 février 2023)

Idele. 2019. *À la reconquête de la qualité de l'eau en France*.

https://reseau-eau.educagri.fr/files/ALaReconqueteDeLaQualiteDeLEauEnFranc_fichierRessource1_elevage_azote_idele.pdf (Consulté le 10 janvier 2023)

Idele. 2020. *Aléas climatiques. Quels sont les impacts et les leviers pour mon exploitation ?* https://idele.fr/inosys-reseaux-elevage/?eID=cmis_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F6fb968ef-e4da-4afd-a888-6f0e3a497f92&cHash=d7094ef5cb1c07b66a3df133fb970e81 (consulté le 23 janvier 2023)

INRAe, Idele, Coopérative laitière de la Sèvre, Océalia, et Chambre d'agriculture. 2022. *Betteraves fourragères : et si on renouait avec ces racines ?* <https://idele.fr/detail-article/replay-betteraves-fourrageres-et-si-on-renouait-avec-ces-racines> (Consulté le 1er décembre 2022)

Justes E., Beaudoin N., Bertuzzi P., Charles R., Constantin J., Dürr C., Hermon C., Joannon A., Le Bas C., Mary B., Mignolet C., Montfort F., Ruiz L., Sarthou J.P., Souchère V., Tournebize J., Savini I. et Réchauchère O. 2012. Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques. *Synthèse du rapport d'étude*, INRA, France, 60 p.

Lamandé M., Hallaire V., Curmi P., Pérès G., Cluzeau D. 2003. Changes of pore morphology, infiltration and earthworm community in a loamy soil under different agricultural managements, *CATENA*, 54 (3), p.119-134, DOI : 10.1016/S0341-8162(03)00114-0

Larousse. 2023. *Définition de lixiviation.* <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/lixiviation/47544> (Consulté le 13 février 2023)

Larue J-P. 1998. Sécheresse et étiages: l'exemple du cher de 1988 à 1992. *Noroi*, 179, p. 453-471. DOI : <https://doi.org/10.3406/noroi.1998.6886>

Luo S., Wu B., Xiong X., Wang J. 2015. Short-term toxicity of ammonia, nitrite, and nitrate to early life stages of the rare minnow (*Gobiocypris rarus*). *Society of environmental toxicology and chemistry*, 35 (6), p. 1422-1427. DOI : <https://doi.org/10.1002/etc.3283>

Mary B., Laurent F. et Beaudoin N. 2002. La gestion durable de la fertilisation azotée. Dans : *Proceedings of the 65th IIRB Congress*. Bruxelles, Belgique.

Menubarbe P. 2022. *Evaluation de l'impact des pratiques agricoles sur les pertes d'azote sous les sols de prairie Bassin versant du Verneau – Doubs.* (Mémoire de fin d'études). Dijon, France : L'institut Agro Dijon.

Merkel A. 2023. *Climat Autun: Pluviométrie et Température moyenne Autun, diagramme ombrothermique pour Autun.* <https://fr.climate-data.org/europe/france/bourgogne/autun-7911/> (Consulté le 20 février 2023).

Météo France. 2020. *Le climat futur en France.* <https://meteofrance.com/changement-climatique/quel-climat-futur/le-climat-futur-en-france> (Consulté le 10 janvier 2023)

Ministère de la Transition écologique et Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2023. Programme d'actions national nitrates. L'azote est un élément indispensable à l'agriculture, mais il peut entraîner des pollutions | Programme d'actions national nitrates (programme-nitrate.gouv.fr) (Consulté le 15 février 2023)

Morand-Fehr P., et Doreau M.-M. 2001. Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à un stress de chaleur. *Inra Productions Animales*, 14, p. 15-25.

Muller J.C., Denys D., Thiebeau P. 1993. Présence de légumineuses dans la succession de cultures : luzerne et pois cultivés purs ou en association, influence sur la dynamique de l'azote. Dans : *GEMAS-COMIFER*, Blois, France. p. 83-92.

Novak S., Villard A. , Kockmann F. et Banton O. 2006. Élaboration d'un outil d'aide à la décision pour limiter les pertes en nitrate. L'exemple des principaux sols et systèmes de cultures du Val de Saône. *Sciences Eaux & Territoires*, 45, p.29-47.

Novak S., Emile J.-C., et Mahieu S. 2018. *Valeur alimentaire des feuilles de ligneux pour les ruminants.* [https://parasol.projet-agroforesterie.net/docs/ACTION3/Emile Novak, Mahieu 2018 Valeur alimentaire des feuilles de ligneux pour les ruminants seminaire ARBELE juin 2018.pdf](https://parasol.projet-agroforesterie.net/docs/ACTION3/Emile_Novak_Mahieu_2018_Valeur_alimentaire_des_feuilles_de_ligneux_pour_les_ruminants_seminaire_ARBELE_juin_2018.pdf) (Consulté le 16 février 2023)

Oliveira L. de, Coroller M., Perrin A., Martin G., 2022. *Résilience des systèmes agricoles : Définition. Dictionnaire d'agroécologie.*<https://dicoagroecologie.fr/dictionnaire/resilience-des-systemes-agricoles/> (Consulté le 20 janvier 2023)

Parc naturel régional du Morvan. 2016. *Les systèmes d'abreuvement du bétail et de traversée de cours d'eau.*

<https://www.parcumorvan.org/wp-content/uploads/2020/05/plaquettebrochurebetail2016webplanche.pdf> (consulté le 20 février 2023)

Pavie J. 2022. *Après la sécheresse, quelle conduite des surfaces fourragères ?* <https://idele.fr/detail-article/apres-la-secheresse-quelle-conduite-des-surfaces-fourrageres> (Consulté le 23 février 2023).

Peyraud J.L., Cellier P., Donnars C., Aarts F., Beline F., Bockstaller C., Bourblanc M., Delaby L., Dourmad J.Y., Dupraz P., Durand P., Faverdin P., Fiorelli J.L., Gaigné C., Kuikman P., Langlais A., Goffe P.L., Morvan T., Nicourt C., Parnaudeau V., Rechauchère O., Rochette P., Vertes F., et Veysset P. 2012. Les flux d'azote en élevage de ruminants. Dans : *journées 3R : Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*. Paris, France. [http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_10 concilier env et prod JL-Peyraud.pdf](http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_10_concilier_env_et_prod_JL-Peyraud.pdf)

Peyraud J.-L. , Cellier P., Donnars C. , Vertès F. (coord.), Aarts F. , Béline F. , Bockstaller C., Bourblanc M., Delaby L. , Dourmad J.Y. , Dupraz P. , Durand P., Faverdin P., Fiorelli J.L., Gaigné C. , Girard A. , Guillaume F. , Kuikman P. , Langlais A., Le Goffe P., Le Percec S. , Lescoat P. , Morvan T., Nicourt C. , Parnaudeau V., Réchauchère O., Rochette P. , et Veysset P. 2014. *Réduire les pertes d'azote dans l'élevage.* Versailles, France : Éditions Quæ, 168 p.

Pinay G., Gascuel C., Ménesguen A., Souchon Y., Le Moal M., Levain A., Etrillard C., Moatar F., Pannard A. et Souchu P., 2023. *L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'Expertise scientifique collective CNRS - Ifremer - INRA - Irstea*, France, 148 p.

Préfet de Saône-et-Loire. 2022. *Réglementation applicable et mise aux normes*. <https://www.saone-et-loire.gouv.fr/reglementation-applicable-et-mise-aux-normes-a14681.html> (Consulté le 3 février 2023).

Préfet du Lot. 2021. *Introduction : La Directive Nitrate*. <https://www.lot.gouv.fr/introduction-la-directive-nitrate-r3970.html> (Consulté le 10 janvier 2023)

Rauhe K. 1987. Effect of organic manuring and cropping on soil humus and fertility. Dans: *Proceedings of the 4th International CIEC Symposium Agricultural Waste Management and Environmental Protection*. Braunschweig-Voelkenrode, Allemagne : Welte E., Szabolcs I. editors, p.55–76.

Réussir Bovins viande. 2020. *Des pratiques pour s'adapter aux évolutions du climat*. <https://reussir.fr/bovins-viande/des-pistes-pour-sadapter-aux-evolutions-du-climat> (Consulté le 20 février 2023)

Rogers E.M. 2003. *Diffusion of innovations*, Toronto, Canada : Free Press. 551 p.

Sahoo P., Kim K., Powell M.A. 2016. Managing Groundwater Nitrate Contamination from Livestock Farms: Implication for Nitrate Management Guidelines. *Current Pollution Reports*, 2(3), p. 178-187. DOI : 10.1007/s40726-016-0033-5

Schumacher N. 2021. *Protecting Groundwater by Managing Animal Manure Products*. <https://water.unl.edu/article/animal-manure-management/protecting-groundwater-managing-animal-waste-products#:~:text=Animal%20manure%20has%20a%20significant,a%20common%20contaminant%20of%20groundwater>.(consulté le 10 janvier 2023)

SCOPELA. 2014. *Le report sur pied des végétations - Réseau Pâture Ajuste*. <https://www.patureajuste.fr/parlons-technique/ressource/ressources-generiques/le-report-sur-pied-des-vegetations> (Consulté le 20 février 2023).

SEGRAFO. 2023. Intérêts du séchage en grange. <https://www.segrafo.com/la-technique-du-s%C3%A9chage/int%C3%A9r%C3%AAts-du-s%C3%A9chage-en-grange> (Consulté le 20 février 2023).

Simon J-C., Vertes F., Decau M.L., Le Corre L. 1997. Les flux d'azote au pâturage. *Fourrages*, 151, p. 249-262.

Steinfeld, H., Haan, C. d., Rosales M., M., Rosales, M., Wassenaar, T. D., Gerber, P., Castel, V. 2006. *Livestock's long shadow : environmental issues and options*. Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN : 9789251055717, 9251055718

Teagasc. 2022. *BEEF 2022 : Supporting Sustainable Beef Farming*. Dublin, Irlande : Teagasc,288 p. ISBN 978-1-84170-678-8

UNFCCC. 1992. *Convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques*.

<https://unfccc.int/resource/ccsites/haiti/ccweb/conven/text/textcomplet.html> (Consulté le 20 février 2023)

Voisin A. 2018. *La productivité de l'herbe*. Paris, France : Editions France agricole, 372p. ISBN 978-2-85557-573-5

Wang Z-H. et Li S-W. 2019. Nitrate N loss by leaching and surface runoff in agricultural land: A global issue (a review). *Advances in Agronomy*, 156, p. 159-217. DOI : 10.1016/bs.agron.2019.01.007

World Health Organisation. 2016. *Nitrate and nitrite in Drinking-water - Background document for development of WHO Guideline for Drinking-water Quality*. [nitrate-nitrite-background-document.pdf \(who.int\)](#) (Consulté le 15 novembre 2022)

Annexes

Annexe 1 : questionnaire d'entretien destiné aux conseillers agricoles

Questionnaire Experts

Début de l'entretien:

- Demander si la réunion peut être enregistrée → *Démarrer l'enregistrement vidéo et faire un consentement oral*
- Présentation de l'**équipe** en charge du projet ainsi que le **projet et ses objectifs**. Présenter les notions qui seront abordées au cours de l'entretien.

*Bien rappeler au début que les coordonnées ont été données par Mme Moretti et l'**objectif de l'entretien**:*

À la fois de Discuter avec vous des pratiques d'élevage dont vous avez connaissance et qui sont déjà mises en place sur le terrain par des éleveurs pour une meilleure adaptation des élevages de bovins de l'ouest de la Saône et Loire aux aléas climatiques et une limitation des transferts de nitrates MAIS AUSSI comprendre le contexte dans la région pour préparer et analyser au mieux nos enquêtes de terrain (qui auront lieu en décembre)

*Les **thèmes abordés** seront le Changement climatique, le cycle de l'azote et la pollution nitrate, les pratiques innovantes vis-à-vis de la pollution en nitrate, durabilité et vision future.*

Introduction:

- 1_ Pouvez-vous, vous présenter rapidement (formation, entreprise, travail quotidien) ?
- 2_ Travaillez-vous régulièrement avec des agriculteurs et dans quel cadre ? (occasion, terrain ou pas)
- 3_ Quelle est la taille du réseau d'agriculteurs avec qui vous interagissez ?

Changement climatique

- 4_ Quelle est votre vision sur le changement climatique ? (Grande échelle)
- 5_ Comment se manifeste le changement climatique sur - votre secteur d'intervention ?
- le territoire (l'ouest de la Saône et Loire)
?
- 6_ Quels sont les faits marquants (en lien avec le changement climatique) sur les cinq dernières années ?
- 7_ Comment les pratiques des agriculteurs ont-elles été impactées ? (court-terme: temps de travail, diminution de production de revenu et autres)
- 8_ Quelle est pour vous la vision des éleveurs sur le changement climatique ?
- 9_ **L'un de nos objectifs dans ce projet est d'identifier les changements de pratiques et de stratégies des éleveurs, avez-vous en tête des changements mis en place en réponse aux changements climatiques ?**
- 9bis_ Lesquelles de ces pratiques considérez-vous comme **innovantes** ?
- 10_ Rencontrent-ils des difficultés pour mettre en place ces changements ?

11_ Avez-vous connaissance d'éleveurs qui expérimentent seuls ou en lien avec des organismes de recherches, des coopératives ?

12_ Qu'est ce qui est testé, fait comme expérimentation par votre entreprise/structure ? (chez des éleveurs, ferme expérimentale)

Cycle de l'azote et pollution nitrate

13_ Selon vous, qu'est-ce qui pourrait être responsable des concentrations élevées de nitrate observées et du risque de classement en zone vulnérable ?

14_ Selon vous quelles seraient les conséquences de ce classement sur l'élevage dans la zone?

(15_ Quels sont les impacts possibles des perturbations climatiques sur le cycle de l'azote ? (minéralisation: ammonification et nitrification) ?) si l'expert s'y connaît.

16_ D'après vous, pour quelles années, les concentrations en nitrate dans les eaux ont été les plus affectées/impactées ? Pourquoi ? Comment ?

17_ Selon vous, quelles pratiques agricoles sont les plus à risque sur la qualité de l'eau ?

Autres :

Abreuvement :

18_ Nous avons appris par nos recherches bibliographiques que la structure des sols pouvaient impacter la lixiviation des nitrates, les sécheresses ont-elles modifié la structure des sols sur certaines zones (effondrement, glissement) ? Certaines sont-elles devenues plus à risque de lixiviation ?

19_ Quels fertilisants sont utilisés sur la zone ? Y-a-t-il des stratégies mises en place sur le terrain pour les rendre les moins impactants possibles sur les concentrations de nitrate ? Si oui, lesquelles ?

(stratégies dans le temps (météo), période de l'année, quantité, plantes)

20_ L'élevage fait partie des secteurs qui sont visés (pollution des eaux par le nitrate), y-a-t-il d'autres secteurs qui pourraient être responsables des concentrations élevées en nitrates sur le territoire ?

21_ Y-a-t-il des conflits entre les différents secteurs/acteurs concernant la qualité de l'eau ?

Innovations vis-à-vis de la concentration en nitrate

22_ Quel est le ressenti des éleveurs face à ces concentrations élevées en nitrates ?

23_ Si on se place à l'échelle du territoire, y a-t-il des choix/interventions/changements de pratiques qui ont été faits pour innover dans ce contexte de risque de classement en zone vulnérable ?

-> au niveau des éleveurs

-> au niveau des conseillers, des institutions/organismes

- Relancer sur les pratiques vues dans la biblio (non labour, semis sous couvert de méteil, CIPAN, traitement des fumiers, période d'épandage, agroforesterie)

Sociologie/Durabilité/ Vision du futur

24_ Est-ce que vous identifiez des systèmes plus résilients que d'autres ?

25_ Quels sont pour vous les caractéristiques d'un agriculteur qui innove/fait des tests ?

26_ Comment caractérisez-vous la situation économique des systèmes d'élevage dans la région ?

27_ Pour vous, comment les éleveurs vivent le changement climatique ? Et les sécheresses ? (sentiments, temps de travail, santé)

Conseils pour nos enquêtes de terrains

28_ Comment intégrez-vous le changement climatique dans vos discours/conseils/décisions vis-à-vis des agriculteurs ?

29_ (En fonction de ce qui a été dit avant) Pensez-vous qu'il y ait des points sensibles à aborder d'une certaine manière lors des enquêtes avec les agriculteurs ?

30_ Avez-vous des conseils à nous apporter sur la façon d'aborder ces sujets ?

Liste de suggestions de discussions:

- *pâturage tournant / pâturage tournant dynamique*
- *diminution du chargement*
- *augmentation du chargement*
- *méteil*
- *prairies temporaires sous couvert*
- *aménagement points d'eau / forage*
- *stockage eau*
- *haies hautes / plantation arbres / agroforesterie*
- *vêlages à 2 ans*
- *re-semis / sursemis de prairies*
- *alimentation 100% herbe / engraissement à l'herbe*
- *betterave pour remplacer le maïs*
- *protéagineux grain*
- *sélection génétique*
- *vente de boeufs / engraissement*

Fin d'entretien

Votre expertise vous permet-elle d'éclairer certains points que nous n'avons pas abordés et qui vous semble en lien avec le sujet ?

Avez-vous en tête des personnes qui pourraient nous éclairer ? Avez-vous leur contact ?

Question à Julien Renon :

- demander des contacts (ex FEDER, des gens/organismes qui expérimentent, etc.)
- Quels sont les indicateurs les plus importants à demander pour caractériser les exploitations-types ? (à poser avant la fin de l'entretien)

Question à Noémie Morin :

- logistique : où manger? où dormir?

Enquêtes Éleveurs

Objectif de l'enquête: Identifier des pratiques ou des façons de faire pour faire face aux aléas climatiques

Se présenter

La Chambre d'Agriculture 71 s'est associée avec plusieurs partenaires en vue de comprendre pourquoi les cours d'eau de l'ouest du département, un territoire d'élevage extensif, ont des teneurs en nitrates supérieures au seuil réglementaire. *L'objectif de notre entretien est de répertorier et comprendre les pratiques d'élevage déjà mises en place par des éleveurs qui permettent une meilleure adaptation des élevages de bovins charolais aux aléas climatiques et d'identifier parmi ces pratiques celles qui pourraient potentiellement limiter des fuites d'azote.*

On vous posera d'abord des questions générales pour caractériser votre exploitation avant de s'intéresser à :

en rouge: question large avec relances possibles

Nom de l'exploitant

.....

Commune : Zone
vulnérable

Numéro de l'éleveur:

.....

Êtes-vous d'accord pour qu'on vous enregistre ?

1- L'exploitation/ Le système de production

1. Pourriez-vous nous présenter succinctement l'exploitation et son historique ?

→ Date d'installation :

Statut juridique exploitation, âge, formation :


.....

2. Type de parcellaire (dispersé ou non et éloignement)

3. Quel est le nombre d'UTH sur l'exploitation ?

4. Quelle est votre :

SAU ?	
SFP dont SAU en herbe (PP + PT) ?	
SAU des différentes cultures ?	

5. Quels types de sol avez-vous sur l'exploitation ?
6. Pouvez-vous détailler votre nombre d'animaux par catégorie (vache et génisse) et leurs races sur l'exploitation ?
7. Quel est votre chargement ? (en UGB/ha)
8. Quel est votre système (engraisseur, naisseur, sélectionneur) ?
 9. *Si engraisseur* : Comment gérez-vous l'engraissement (maïs, herbe) ?
 10. Comment sont valorisés les produits en aval (broutard, ..? quels animaux) ?
 11. Quels sont vos circuits de distribution ? Comment sont réparties les ventes sur l'année ?
 12. La répartition des ventes peut-elle changer d'une année sur l'autre ? Si oui, quelles en sont les raisons ?  *Changement climatique ?*
 13. *Si naisseur ou naisseur/engraisseur*: Combien faites-vous de vêlages par an ? Quelle est leur répartition dans le temps ?


Année : 2021/2022

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Nombre de vêlages												

2- Le Changement climatique

14. Comment se traduit le changement climatique sur votre exploitation ? (rendement, sécheresse...) Depuis quand ?

15. Quels sont les faits/aléas qui vous ont marqué ?
Et depuis 2017-2018 ? (relancer description par année)

 *Se raccrocher à des situations concrètes*

16. Pour vous, dans quelles mesures ces aléas ou d'autres paramètres ont pu et pourront impacter les mesures de concentrations de nitrates ?

17. Quels changements avez-vous mis en place en vue de pallier les effets du changement climatique? Et les sécheresses? (pratiques, stratégies, aménagements)  *Long terme + court terme*

Après l'énumération, on relance sur le thème abordé puis la suite si pas dit. Ça peut être:

- reproduction → p. 3
- alimentation (dont pâturage et stock) → p. 3
- culture → p. 4
- abreuvement → p. 6

3- La reproduction

18. Les aléas climatiques ont-ils provoqué des changements de gestion de la reproduction ? (fertilité, périodes de vêlage, ...)

19. Ont-t-ils impacté le nombre de vêlages et leur répartition temporelle ? (étalement des mises bas...) Si oui, comment et pourquoi exactement ?

20. Au cours des dernières années, le nombre de vêlages a-t-il évolué ? Si oui, comment et pourquoi ?

21. Utilisez-vous des pratiques en réponse aux changements climatiques, et si oui pourquoi ? : **(points positifs et efforts à poursuivre sur toutes les pratiques citées)**

Sélection génétique (ingestion, rusticité)

Vêlages précoces (2 ans)

Éliminer au plus tôt les animaux improductifs

Autres :

22. *Si changement(s) mis en place:* : Qu'est ce que ces changements ont apporté sur votre exploitation (rendements/productivité, économique, stocks, temps de travail, ...)

4- L'alimentation des animaux

4.1-Gestion des prairies

23. Comment pilotez-vous le pâturage ? (stratégies : ex: pâturage tournant dynamique avec le fil arrière)

24. Pourriez-vous nous expliquer votre gestion des prairies et de la pousse de l'herbe ? (fauche puis pâturage, que fauche, que pâturage, coupe d'automne? 1ère coupe enrubannage?...) + entretien des prairies (schéma patate)

Retournement des Prairies Permanentes ? Pourquoi ? Surfaces et quelles années
.....

Prairies resemées ? Surfaces :
.....

25. Quelle est la période de mise à l'herbe du troupeau ? Pourquoi ? A-t-elle été modifiée par le changement climatique ?

26. (Combien de temps laissez-vous les prairies au repos après le passage des animaux ou la fauche ?)

27. Au cours des dernières années, avez-vous complétement/ affouragé davantage les animaux lorsqu'ils sont au pâturage ? Quelles années avez-vous amené du foin ? Combien de temps ? Quelle quantité ?


28. Quels changements les aléas climatiques ont-ils induits sur votre gestion des prairies ?

29. Quels phénomènes avez-vous observés dans les prairies ? ex ci-dessous

Dégradation (moins d'espèces intéressantes) Dégarnissement

Apparition d'espaces inoccupés Modification de l'équilibre
graminée/légumineuse Apparition d'autres espèces/diverses Autre

30. Avez-vous remarqué une évolution des rendements dûs aux changements climatiques? Pouvez vous l'indiquer en pourcentage?


31. Quelles pratiques utilisez-vous en réponse aux changements climatiques?  *Demander le maximum d'informations sur les points abordés ainsi que les points positifs et les efforts à poursuivre pour les améliorer*

Pour aider, citer ci-dessous et si oui pourquoi ?

Pâturage tournant dynamique

Stratégie de préservation de l'herbe / temps de repos

Sursemis

Retournement de PP  *Faire préciser les surfaces de prairies retournées (identifier si c'est l'année en cours ou sur plusieurs années*

Mise en place/maintien de haies et/ou d'arbres

Parcelles “parking”

Utilisation de mélanges (méteil) teff grass? moha? (valorisation? fauche, pâturage...)

Introduction nouvelles espèces (luzerne, protéagineux, betterave, sorgho)

Utilisation de couvert d’interculture ? CIPAN ? (valorisation? fauche, pâturage...)

Arrêt de certaines cultures ?

.....

4-2- Surfaces cultivées

32. Quels changements les aléas climatiques ont-ils induits sur vos pratiques culturales ? Si oui, pourquoi ? Exemples de changements:

Introduction nouvelles espèces (luzerne, protéagineux, betterave, sorgho)

Utilisation de mélanges (méteil) teff grass? moha? (récolte du grain)

Utilisation de couvert d’interculture ? CIPAN ?

Arrêt de certaines cultures ?

Autre :

Exemples de causes:

Sécheresse

Problèmes d’érosion

Autre :

4.3. Les stocks fourragers + concentrés

33. Comment pilotez-vous l'alimentation de vos animaux ? (description globale, stratégies, indicateurs)

34. Quel(s) type(s) de fourrage(s) utilisez-vous ? Quels sont ceux produits sur place ?

Ensilage

Enrubannage

Foin

Paille

35. Comment pilotez-vous la constitution des stocks ? (nature, stratégies, indicateurs)

36. Avez-vous acheté du foin dans les dernières années ? Si oui, quand, quelle quantité et pour quelle raison ?

37. Avez-vous acheté de la paille dans les dernières années ? Si oui, quand, quelle quantité et pour quelle raison ?

38. A quelle période les animaux sont-ils rentrés en bâtiment ? Pourquoi ?

39. Cette période a-t-elle évolué avec le changement climatique?

40. Quelle est l'alimentation des animaux en termes de quantité de fourrage et de concentré ?

41. Quel type de concentré apportez-vous dans la ration?

Céréales produites sur l'exploitation Céréales importées

Tourteaux importés Autre

42. Quels changements les aléas climatiques ont-ils induits sur votre gestion de l'alimentation et des stocks (changement de litière, d'aliments...)?

5- La gestion de la fertilisation

43. Pouvez-vous nous expliquer votre gestion des effluents ? (quel type ?, quand?, quantité?)

44. Quel type d'effluent obtenez-vous (type d'aire de paillage/litière, plaquette de bois) ?

45. Cela a-t-il changé ces dernières années et si oui, pour quelles raisons ? Les sécheresses/le changement climatique y est-il pour quelque chose ?

46. Où stockez-vous les effluents ?

47. Combien de temps de stockage?

48. Effectuez-vous un traitement sur les effluents (compost, apport de micro-organismes...)?

49. Quelle quantité de fertilisant épandez-vous et sur quel type de surfaces/cultures (priorités) ?

Utilisation d'engrais en formule ? Sous quelles conditions (tout le temps, selon le prix...)?

Type de surface	Prairies permanentes		Prairies temporaires		Autres surfaces cultivées
Utilisation	fauche	pâturage	fauche	pâturage	
Type de fertilisant					
Date					

50. Le fumier est-il réparti de façon homogène sur les différentes parcelles ? Si non, pourquoi ?

51. Epandez-vous votre fumier ailleurs que sur votre exploitation? (vente, échange...)

52. Quel type d'épandeur avez-vous?

53. Faites-vous des analyses de sol pour identifier des reliquats de matière azotée ?

54. Au cours des dernières années, avez-vous rencontré des difficultés pour épandre vos effluents?

55. Le changement climatique a-t-il impacté la gestion des effluents? Si oui comment?

6- Les points d'eau

56. Disposez-vous de points d'eau naturels dans les prairies pâturées ? De quels types ?

Abreuvement dans les cours d'eau

Aménagements spécifiques autour des cours d'eau ? Si oui lesquels ?
.....

(clôtures le long des berges, de zones d'abreuvement déportées passages aménagés)

Captation de sources

57. Avez-vous une gestion particulière des alentours des cours d'eau, des berges, des ripisylves, etc. (entretien ou pas) ? Dans quelle optique ?

58. Avez-vous mis en place des aménagements pour stocker de l'eau? Forages

Récupérateur d'eau de pluie

↳ points positifs et efforts à poursuivre sur toutes les pratiques citées 59.
Comment organisez-vous l'apport en eau aux animaux? (regroupement d'animaux sur une même parcelle ? augmentation du chargement?)

7- Perception/Stratégies

60. Comment résumeriez-vous votre stratégie globale d'adaptation/votre façon de faire face aux changements climatiques ?

61. Quelle est la raison des changements que vous avez mis en place (rupture, aime expérimenter, ...)

62. Est ce que le changement climatique a impacté votre temps de travail? Si oui comment?
63. Comment percevez-vous la résilience/résistance de votre système face aux aléas?
64. Comment pensez-vous faire s' il y a de nouvelles sécheresses ?
65. De quoi auriez-vous besoin si vous deviez-encore faire face à une sécheresse dans les prochaines années ?
66. Comment voyez-vous l'avenir de votre exploitation face à ces changements? (long terme et court terme)
67. Comment avez-vous vécu la dernière sécheresse ? Ça a été dur pour vous ?
68. Avec qui en avez-vous parlé ? (famille, voisins, ...)
69. Comment les évènements climatiques ont-ils modifié votre revenu ?
70. Est-ce que vous dégagez un salaire qui vous satisfait ? oui non
71. Trouvez-vous que vous êtes bien accompagné ? Êtes-vous conseillé par quelqu'un pour l'établissement des rations et/ou des stocks ?
72. Qu'est-ce que vous aimez dans votre métier auquel le changement climatique vous fait renoncer ?