Espace Européen de l'Entreprise
2 Rue de Rome
CS 30022-SCHILTHIGHEIM
67013 STRASBOURG CEDEX
Tél : 03 88 19 17 17

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET IMPACT SUR LES RESSOURCES EN EAU ET LES MILIEUX NATURELS, ANTICIPER LE MANQUE D'EAU

Guillaume Springer_ Ragot Annabelle_ 16 sept 2022

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

Sigles et abréviations

% : Pourcentage

°C : degré Celsius

ACM : Analyse des Correspondances Multiples

AFM : Analyse Factorielle Multiple

APCA : Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture

APRONA : Association pour la Protection de la Nappe Phréatique de la Plaine d'Alsace

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

CLE : Commission Locale sur l'Eau

CNE : Comité National de l'Eau

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

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

EARL : Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée

FAO : L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

GAEC : Groupement Agricole d'Exploitation en Commun

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

ha : hectare

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux aquatiques

L : litres

L/j : litre par jour

L/VL/j : litre par vache laitière par jour

m : mètre

mm : millimètre

m^3 : mètre cube

m^3/j: mètre cube/jour

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

PDM : Programme De Mesures

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

THI : Indice Température-Humidité (en anglais : Temperature Humidity Index)

UGB/ha : Unité Gros Bovin par hectare

SOMMAIRE

I. Introduction……p.6
II. Bibliographie…….P.7
A. La gestion quantitative de l'eau en France

B. Caractéristiques climatologiques, hydrogéologiques d'Alsace…… p.8
1. La construction géographique de l'Alsace
a. L'Alsace, une mosaïque de territoires
b. Climat et météorologie
c. La ressource en eau souterraine
d. Les ressources superficielles

2. Des activités agricoles localisées
3. Un territoire impacté par les aléas climatiques
a. Les derniers épisodes de sécheresse
b. Les projections climatiques

C. La consommation en eau bleue des élevages alsaciens…… p.10
1. Quelques chiffres sur l'élevage en Alsace
2. La consommation en eau bleue des élevages bovins lait
3. Les besoins en eau bleue des cultures fourragères
4. Les perspectives de consommation aux horizons 2030/2050

III. Vers une adaptation des systèmes agricoles……..…P.13
A. Objectif 1 : Identifier les zones vulnérables face au possible manque d'eau…….……p.15
1. Méthode
2. Résultats

B. Objectif 2 : Analyser les systèmes de production…….……p.17
1. Méthode
2. Résultats

C. Objectif 3 : Inventaire des leviers transposables en élevage…….p.28
1. Les équipements
a. Le système de récupération d'eau de pluie
b. Le suivi de consommation et de détection des fuites
c. Les économies liées aux équipements à l'abreuvement
d. Récupération et réutilisation des eaux blanches de salle de traite
e. Le pré refroidisseur
f. La gestion du stress thermique par la ventilation
g. La gestion du stress thermique par le rayonnement
h. La gestion du stress thermique par l'installation de matelas à eau
2. Modifications des pratiques……..p.37
a. Les méthodes de nettoyage pour le lavage du bloc traite
b. L'adaptation des pratiques agronomiques

D. Objectif 4 : Diffusion des recommandations…….p.38

IV. Conclusion…….p.39

Changement Climatique : impact sur les ressources en eau et les milieux naturels. Anticiper le manque d'eau

I. Introduction

Le contexte

Le changement climatique est, selon le GIEC, généralisé, rapide et d'intensité croissante. Son impact potentiel sur la ressource en eau en France est tel que la gestion de l'eau agricole est devenu central. L'agriculture doit donc s'adapter pour économiser l'eau.
Dans le même temps, la FAO prévoit que d'ici 2050 les besoins en eau pour l'agriculture augmenteront de 50% afin de satisfaire la demande alimentaire accrue d'une population croissante.
Deux constats et deux enjeux capitaux : garantir la sécurité alimentaire et gérer durablement la ressource en eau.
La mutation de l'agriculture doit mobiliser plusieurs leviers d'adaptation, dont il convient de rechercher pour chaque territoire, chaque filière la combinaison la plus adaptée.

Objectif de l'appel à projet

Dans ce contexte, la Région Grand-Est est à l'initiative de l'appel à projet pour anticiper le manque d'eau et accompagner les exploitations. La Chambre d'agriculture d'Alsace a répondu à cette offre et l'a segmenté en deux volets : un volet grandes cultures et un volet élevage.

La Chambre d'agriculture d'Alsace souhaite identifier les parties de son territoire les plus vulnérables face au possible manque d'eau. Elle se donne comme objectifs de créer un outil pour analyser la situation de consommation en eau au sein des élevages, de lister des leviers d'action pour limiter la consommation en eau, et de diffuser ces recommandations.

<u>Objectifs mission eau en élevage :</u>

- Caractériser un élevage « basse-consommation » et identifier les leviers d'économies.
- Accompagner les éleveurs dans le pilotage de leurs entreprises en termes de recommandations, de bonnes pratiques et de stratégie d'investissement pour optimiser la gestion de l'eau.

II. Bibliographie

A. La gestion quantitative de l'eau en France

La gestion durable de l'eau se définit comme la garantie d'un accès à l'eau en quantité et en qualité suffisante de manière à assurer un usage économique tout en veillant à préserver la ressource et les milieux naturels (EauFrance, 2019). Cela est permis par les directives, lois et normes mises en place à différentes échelles (Europe, France, bassin versant). L'étude se focalise sur l'anticipation d'un éventuel manque d'eau.
La gestion quantitative de l'eau en Europe est encadrée par la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) qui établit un cadre commun aux pays membres de l'Union Européenne pour assurer une meilleure gestion de la ressource en eau et la préservation des milieux aquatiques (Ministère de la Transition Ecologique, 2021).

En France, la DCE reprend l'ensemble des lois déjà existantes et renforce la gestion de l'eau préalablement mise en place. L'Etat est responsable de la règlementation en lien avec l'eau. Trois instances ont été mises en place à différentes échelles pour assurer ce rôle : le Comité National de l'Eau (CNE) au niveau national, le Comité de Bassin à l'échelle du Bassin Versant et le Commission Locale sur l'Eau (CLE) à l'échelle locale (EauFrance, 2018).

A l'échelle de l'Alsace, la gestion de l'eau se fait par l'Agence de l'eau du bassin Rhin-Meuse qui intervient sur une large partie de l'Est de la France**.** L'un des objectifs du prochain Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE ; 2022-2027) est le **maintien du bon état quantitatif des masses d'eau** (Préfet de la région Grand-Est, 2021). **Un objectif de 20 % de diminution de la consommation en eau est attendu à l'horizon 2030.** Pour le district du Rhin, c'est-à-dire la partie concernant l'Alsace, une vigilance toute particulière est apportée aux situations de sécheresse où les niveaux d'eau peuvent fortement diminuer (Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2021).

Des normes et règlementations existent pour encadrer le prélèvement de l'eau souterraine et superficielle. Une directive complémentaire (Directive 2006/118/CE) à la DCE assure le suivi et la protection des eaux souterraines. Le prélèvement de l'eau souterraine et superficiel doit se faire par une installation (article R214-1 du code de l'environnement) et disposer d'un système pourvu d'un compteur. De la même manière, une déclaration ou une autorisation sont nécessaires pour prélever de l'eau dans le milieu naturel (Légifrance, 2021).

B. Caractéristiques climatologiques, hydrogéologiques d'Alsace.

1. La construction géographique de l'Alsace

a) L'Alsace, une mosaïque de territoires

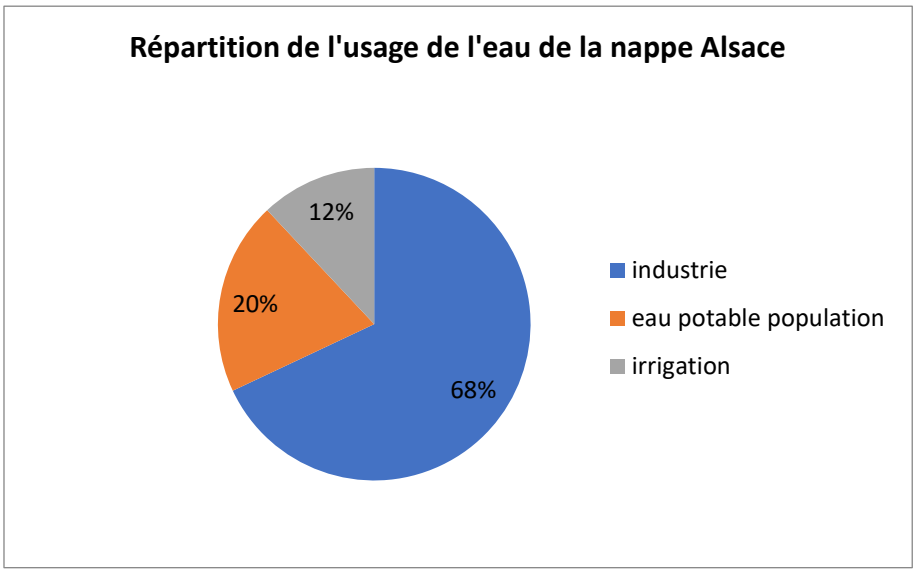
L'alsace est bordé à **l'ouest par le massif vosgien** (1 500 m Altitude), la partie Est est couverte par **la plaine d'Alsace**. Le piémont (ou colline sous-vosgienne) forme la partie intermédiaire entre la montagne vosgienne et la plaine d'Alsace (DREAL Alsace, 2011). D'autres parties de l'Alsace disposent de particularités remarquables. Le nord-ouest présente un plateau appelé plateau lorrain (ou « **Alsace bossue** ») par son relief de colline. Le Haut Rhin (sud Alsace) est bordé au sud par le Jura et forme une région naturelle remarquable appelée **le Sundgau**. Cette zone est caractérisée par une forte présence de vallées et de vallons (DRAAF Grand-Est, 2010).

b) Climat et météorologie

Il existe trois types grands types de climats en Alsace : le climat montagnard, semi-continental et un climat semblable au climat méditerranéen.

c) La ressource en eau souterraine

L'accès à la ressource souterraine en eau est très hétérogène. **La nappe rhénane est la plus grande nappe souterraine d'Europe avec 35 milliards de m^3 pour la partie Alsace.** Les prélèvements de 550 Millions de m3/an, assurent 75 % des besoins en eau potable de la région (APRONA, 2021), 50% besoins industrielles, 90% des besoins en eau d'irrigation (SAGE Ill-nappe-Rhin,2015).



d) Les ressources superficielles

Du massif vosgien naissent de nombreux cours d'eau (Doller, Fecht, Bruche…). Ces cours d'eau sont pour la plupart des affluents de l'Ill, deuxième cours d'eau le plus important d'Alsace avec le Rhin (APRONA, 2021).

En Alsace, la disponibilité en eau est importante mais son accès reste inégal. Les territoires avec une faible pluviométrie et un accès difficile à la nappe pourraient être plus facilement confrontés à un manque de la ressource.

2. Des activités agricoles localisées

La zone de Montagne, présente un grand nombre d'élevages avec des activités de transformation (66 %) et d'accueil telles que les fermes auberges nombreuses (34 %) (Chambre agriculture Alsace, 2021a). En plaine, l'activité d'élevage est présente sur tout le territoire mais en faible densité, seules les **zones de l'Alsace Bossue et du Sundgau ont une forte densité d'élevage** (DRAAF Grand-Est, 2010).
La richesse du sol de la plaine d'Alsace a favorisé la concentration des productions spécialisées et céréalières. L'accès direct à la nappe rhénane facilite également l'irrigation.
Sur la zone de piémont, Le microclimat et la nature du sol ont permis l'installation et le développement d'activités de viticulture et d'arboriculture (AGRESTE, 1998).

3. Un territoire impacté par les aléas climatiques

a) Les derniers épisodes de sécheresse

Au cours des étés de 2018 à 2020, l'Alsace a été particulièrement impactée par les sécheresses tant au niveau agricole qu'hydrologique (DREAL Grand-Est, 2020).
Lors de cette période, de nombreux bassins versants d'Alsace ont été placés en arrêtés sécheresse pour les eaux superficielles. Les bassins versants situés dans le massif des Vosges ont particulièrement été touchés (Bruche, Ehn...). Pour les eaux souterraines, des niveaux d'eau bas et très bas ont été recensés sur certaines stations de la nappe d'Alsace en période estivale entre 2018 à 2020 au niveau de la nappe d'Alsace et des cailloutis du Sundgau (DREAL Grand-Est, 2020).
L'Alsace est le territoire le moins arrosé de la Région GE avec 673 mm en moyenne sur les 22 dernières années. Elle se place au 18ème rang des régions les moins arrosées de France, sur 22 régions.

b) Les projections climatiques

Pour les prochaines années, les modélisations climatiques font état d'une possible augmentation de la température et d'une baisse des précipitations estivales. Des tensions pour le prélèvement de l'eau sont attendues dès 2030 dans certains bassins versants (Doller, Thur…) et devraient être exacerbées dès 2050 avec l'apparition de tensions sur la nappe d'Alsace (SUEZ, 2020). Bien que les éléments présentés laissent entrevoir des zones vulnérables face au manque d'eau, aucune étude ne pointe les zones prioritaires d'action en Alsace.

C. La consommation en eau bleue des élevages alsaciens

L'eau bleue désigne l'eau sous forme liquide prélevée dans les eaux superficielles ou eaux souterraines (Corson and Doreau, 2013).

1. Quelques chiffres sur l'élevage en Alsace

L'élevage bovin laitier est le principal élevage en termes de chiffres d'affaires et en nombre d'animaux. Les productions animales représentaient 20,3 % du chiffre d'affaires de la production agricole alsacienne en 2020 : 11.2% dû à la production laitière soit 148 millions d'euros, et 7,2 % dû à la production de viande (Chambre d'agriculture Alsace, 2021b).

En termes d'accompagnement et de conseil aux élevages alsaciens, 500 élevages bovins laitiers font l'objet d'un suivi par la Chambre d'agriculture d'Alsace contre 35 élevages bovins viande (fin 2020) (Chambre agriculture Alsace, 2021c). De ce fait, il y a **un intérêt technico-économique à focaliser la suite des recherches sur les élevages bovins laitiers.**

2. La consommation en eau bleue des élevages bovins laitiers

L'élevage bovin laitier, le plus gros consommateur d'eau d'abreuvement de la région

En France, l'élevage bovin laitier apparaît comme l'un des principaux consommateurs d'eau : 38 % de la consommation en eau bleue utilisée en agriculture (hors irrigation) est destinée à l'élevage bovin laitier (Carteau et *al.,* 2010). Cette consommation s'explique notamment par les forts besoins d'abreuvement de la vache laitière en lactation qui varient entre 50 et 100 litres d'eau par jour et même 150 litres lorsqu'il fait très chaud.

En Alsace, le calcul effectué (*Tableau 1)* montre que **les bovins (lait et viandes) consomment près de 75 % de l'eau bleue d'abreuvement bue, tout élevage**

Tableau 1 *: consommation annuelle moyenne en eau bleue d'abreuvement en Alsace calculée selon les effectifs de 2018 et des moyennes pondérées.*

Espèce	Effectif total (2018) (1)	Consommation journalière (L/j)	Consommation journalière (m^3)	Consommation 2018 (m^3)	Part consommation eau (%)
Bovin (2)	168 000*	33,2	5 578	2 035 824	75,7%
Volaille (3)	3 842 000	0,21	807	294 489	10,9%
Porc (4)	102 000	7	714	260 610	9,7%
Caprin (5)	5 000	7	35	12 775	0,5%
Ovin (6)	34000	7	238	86 870	3,2%

(1) Agreste,2020

* dont 45 000 VL et 20 000 VA

confondu. Le nombre de bovins laitiers étant majoritaire en termes d'effectifs, l'élevage bovin laitier apparaît comme le plus impactant sur la ressource en eau.

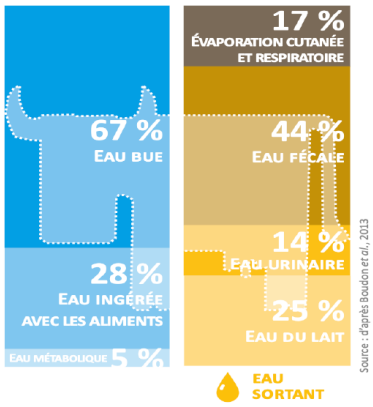
(2) moyennes de consommation pondérées selon des références issues de l'IDELE (T°<15)

Les postes de consommation dans les élevages bovins laitiers

L'**abreuvement et le nettoyage du bloc traite sont les principaux postes de consommation** de l'eau chez la vache laitière avec respectivement 76 % et 18% de la consommation. Les fuites (et autres utilisations) représentent 6 % des dépenses. (Ménard et *al.,* 2012).

Les marges de progrès et de réduction de la consommation en eau sont comprises entre 0,5 et 1 L d'eau par litre de lait produit maximum. (Bargain, 2014).

Les flux d'eau chez la vache laitière



Flux d'eau chez une vache laitière produisant 28 kg de lait par jour et recevant une ration à base d'ensilage de maïs (Source : IDELE d'après Boudon et al., 2013)

Une vache qui produit 28 litres de lait, 111l de flux d'eau « entrant et sortant » quotidiennement pour assurer ses <u>fonctions vitales</u> :

- L**a fonction digestive** avec les pertes en eau dans les urines et les fèces : 58%

- L**a fonction de thermorégulation** par la perte de chaleur latente respiratoire et cutanée en cas d'augmentation de la température :17%
- La **fonction de production** : 25% de l'eau se retrouve dans le lait.

Une restriction de 50 % des quantités d'eau bue chez la vaches laitières entraîne en une journée une baisse de 10 % de la production laitière allant jusqu'à 20 % en une semaine. (Burgos et al., 2001).

Les facteurs de besoins en eau bleue d'abreuvement chez la vache laitière

Les besoins en eau d'abreuvement de la vache laitière dépendent de plusieurs facteurs :

- **La quantité de matière sèche ingérée**.
- **Les conditions météorologiques**. Lorsque la température dépasse les 14°C, les pertes cutanées et respiratoires en eau augmentent.

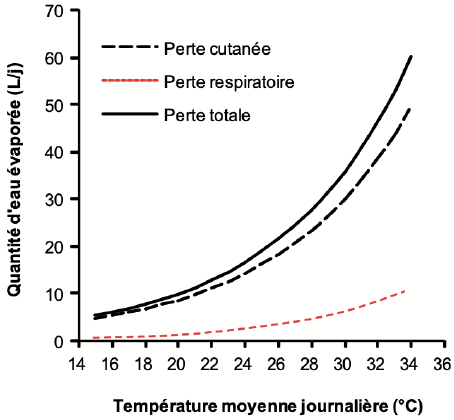


Figure 9 *: Effet de la température sur la quantité évaporée par une vache laitière en lactation de 600 kg d'après le modèle de Maia et al. (2005a et b). (Source : Boudon et al., 2013)*

3. Les besoins en eau bleue des cultures fourragères

Les réserves en eau souterraine et superficielle d'Alsace facilitent les pratiques d'irrigation et permettent de compenser un éventuel stress hydrique des cultures (hors zone de montagne).

La majorité des surfaces sont des prairies temporaires et permanentes. Les pratiques d'irrigation sur ces cultures se développent mais restent très minoritaires. La culture du maïs est également largement présente dans les assolements : 13 000 ha étaient cultivés en 2018 (maïs fourrage et ensilage) (Agreste, 2020). Sur la totalité du territoire, le maïs irrigué correspond à 60 % du maïs semé (maïs grain et fourrage compris) (Chambre agriculture d'Alsace, 2021b).

La culture de maïs a de forts besoins en eau en période estivale *(Figure 10)*. Le recours à l'irrigation est la solution privilégiée pour éviter tout risque de stress hydrique (Maize in France, 2018)*)*. Dans le contexte local, les stades cruciaux coïncident généralement avec la période estivale et les pics de chaleur aux mois de juillet/août.

4. Les perspectives de consommation aux horizons 2030/2050

Une augmentation de température de **+ 0,5°C est prévue à l'horizon 2030** et de **1°C à l'horizon 2050** ont été estimés pour l'Alsace. A l'échelle de la région Grand-Est, les modélisations montrent un risque d'augmentation de la consommation en eau pour les élevages bovins laitiers (+2 %).

Face à ces perspectives, il est nécessaire d'étudier les stratégies d'adaptation et les différents leviers existants pour accompagner les éleveurs vers des systèmes plus économes en eau.

***Tableau 2**: Synthèse des hypothèses sur l'évolution de la consommation d'eau dans la région Grand-Est (Source : Suez, 2021)*

	2030		2050	
	IPSL RCP 4.5	CNRM RCP 8.5	IPSL RCP 4.5	CNRM RCP 8.5
Nombre d'animaux pour le lait	Stabilité du nombre de vaches laitières avec augmentation de 2% des consommations d'eau annuelle.	Stabilité du nombre de vaches laitières avec augmentation de 5% des consommations d'eau annuelle.	Stabilité du nombre de vaches laitières avec augmentation de 2% des consommations d'eau annuelle.	Stabilité du nombre de vaches laitières avec augmentation de 5% des consommations d'eau annuelle.

III. Vers une adaptation des systèmes agricoles

Objectifs poursuivis dans cette étude

Les projections climatiques prévoient un impact significatif du climat sur la ressource et les systèmes d'agricoles alsaciens. Les productions animales sont particulièrement dépendantes de l'accès et de la disponibilité à la ressource. En effet, **l'eau conditionne la productivité et la survie économique des élevages en particulier bovins laitiers**. Des économies sont possibles sans entacher la productivité ni la qualité du produit.

Des équipements innovants et des méthodes de travail existent pour améliorer l'efficience de la consommation en eau et réduire les pertes. La démocratisation de ces outils peut se faire par l'accompagnement des éleveurs vers de systèmes plus économes en eau. Cependant,
il n'existe aucun diagnostic permettant d'évaluer la consommation en eau des élevages bovins laitiers. Il n'y a aucune connaissance de la manière dont les éleveurs

alsaciens s'adaptent pour anticiper d'éventuels manque d'eau, ntomment dans leurs stratégies, leurs équipements et leurs pratiques

Dans ce contexte, cette étude qui vise à définir **les stratégies d'adaptation mises en place par les systèmes d'élevage bovins laitiers alsaciens pour faire face au possible manque d'eau, s'est construire autour de 4 objectifs opérationnels**

Objectif 1 : **Ciblage des territoires enjeu eau**.

Identifier les zones d'élevage vulnérables face à l'enjeu de maintien des niveaux d'eau. Ce premier ciblage permettra de restreindre la zone d'étude en se focalisant uniquement sur les zones en tension.

Objectif 2 : **Analyser les systèmes de production.**

Caractériser les besoins en eau des systèmes d'élevage bovins laitiers d'Alsace. Obtenir des références de consommation en eau des élevages bovins laitiers en Alsace, déterminer les systèmes les plus économes en eau et comprendre les facteurs qui peuvent expliquer une sur/sous-consommation en eau. Un outil de diagnostic sera créé pour atteindre cet objectif

Objectif 3 : **Réaliser un état des lieux des leviers d'économie en eau**

Analyser les leviers existants et mis en place au sein des exploitations alsaciennes. A l'échelle territoriale, l'intérêt est d'indiquer les leviers qui pourraient être financièrement soutenus pour favoriser leurs implantations. A l'échelle de l'exploitation, une meilleure connaissance des leviers doit aboutir à la formulation de recommandations pour réduire la consommation en eau des systèmes d'élevages

Objectif 4 : Diffusion des recommandations.

Organiser des réunions de sensibilisations et restitution de l'étude auprès du commanditaire

A. Objectif 1 : Identifier les zones vulnérables face au possible manque d'eau.

1. Méthode

La détermination de la vulnérabilité s'est faite par l'étude des deux origines de l'eau : l'eau souterraine et l'eau superficielle.

Les eaux superficielles : Les arrêtés sécheresses de 2017 à 2021 ont été utilisés pour identifier quels ont été les bassins les plus impactés.

Les eaux souterraines : Des relevés de niveau de nappe ont été effectué entre 2017 et 2021, sur les bassins versants qui ont un suivi.

Tableau 10: *Différents groupes identifiés selon l'impact des aléas climatiques sur la ressource en eau sur la période 2017-2021.*

Nom du groupe	Bassins versants concernés	Caractéristiques eaux souterraines	Caractéristiques eaux superficielles	Éléments bibliographiques
Les bassins potentiellement vulnérables	La Bruche 67- La Bruche 68- Zorn	Niveaux bas (2017-2018) Niveaux hauts (2019-2020)	Variable selon les bassins versants	Bassins déjà soumis à de fortes pressions de sélection (Giuglaris et Manley, 2018).
Les bassins versants à risque dans le futur	La Thur- la Moder-la Sauer- la Fecht- la Lauter	Niveau moyennement bas en hiver 2018, bas en 2019 et très haut en 2021	Variable selon les bassins versants	La Fecht et la Thur : en tension en 2030 La moder (plaine d'Alsace) en tension en 2050 (Suez, 2020)
Les bassins impactés par le manque d'eau	L'Ehn-l'Andlau	Niveaux très bas lors des étés 2017 à 2020 et des hivers avec des niveaux bas de 2018 à 2020	Seuil de crise atteint en 2019 et 2020	/
	Ill Amont-La Largue-Thalbach	Niveaux bas à l'été 2018 et très bas en 2019-2020	/	/

2. Résultats :

A l'issue de l'analyse, cinq bassins versants se distinguent et présentent une ressource souterraine plus vulnérable **(l'Ehn, l'Andlau, la Largue, l'Ill Amont et le Thalbach).** Ces bassins ont en commun d'avoir atteint des niveaux de nappes bas de 2018 à 2020 en période estivale donc de souffrir davantage des épisodes climatiques. En parallèle, ces bassins ont rencontré des difficultés à se recharger en période hivernale, ils pourraient donc être les plus touchés dans les prochaines années.

B. Objectif 2 : Analyser les systèmes de production

1) Méthode

Les critères de sélection des élevages enquêtés

La sélection des élevages enquêtés a été réalisée de manière à assurer la représentativité du nombre et du type d'élevage au sein des bassins versants.
Le croisement du nombre d'élevages à enquêter par bassin versant et de la proportion du système d'alimentation dans chaque bassin versant a permis d'identifier le nombre d'éleveurs pour chaque système à enquêter au sein de chaque bassin versant. Au total, 21 diagnostics ont été réalisés.

Le choix de la méthode d'enquêtes :

Pour caractériser les besoins et les consommations en eau des systèmes d'élevage alsaciens, une méthode d'enquête a été sélectionnée avec un questionnaire et un diagnostic en bâtiment.

Le questionnaire :

Il vise à :

_ Evaluer les consommations annuelles de l'exploitation et comprendre les éléments influant ces consommations.
La comparaison objective de la consommation des exploitations n'a pas pu être réalisée à partir de relevés de compteurs d'eau, absents dans certaines exploitations. L'étude s'est basée sur les besoins annuels en eau bleue de l'exploitation et sur les pratiques des éleveurs pour refléter le plus fidèlement possible la consommation en eau. Pour la détermination des besoins en eau bleue, des références techniques ont été utilisées. Ces références proviennent de l'article de Ménard *et al*. (2012) et de Vanderzaag *et al*. (2018). **Les factures de consommation pour les éleveurs utilisant l'eau du réseau, ont permis de vérifier ou d'ajuster les estimations issues des références**.

_ Recueillir la perception des éleveurs quant aux changements climatiques et les enjeux en lien avec la ressource en eau.

_Répertorier les économies en eau réalisées et réalisables sur le système d'élevage.

Le diagnostic en bâtiment :

Trois critères ont été évalués en bâtiment : **l'abreuvement, le rayonnement et la ventilation**. Pour chacun de ces indicateurs, un outil de notation propre à chaque critère a été créé.

2) *Résultats pour caractériser les systèmes d'élevage les plus économes en eau et rendre compte des leviers transposables en élevage.*

40 éleveurs contactés par appel téléphonique : 10 éleveurs ont refusé de participer à l'enquête, 13 n'ont pas répondu aux appels et 21 éleveurs ont accepté (48 %). Chacune des enquêtes réalisées au sein de l'exploitation a duré entre 1 h et 2 h 30.

Présentation de l'échantillon des exploitations enquêtées/ région GE :

L'échantillon d'éleveurs est en moyenne plus jeune que ceux de la région Grand-Est. En statut sociétaire. En agriculture conventionnel, sauf 1 Bio. La taille des exploitations est plus grande que celle de la région avec une Surface Agricole Utile (SAU) de 125 ha (60 à 226 ha), et une main d'œuvre de 2,5 UTA. Les élevages sont spécialisés dans les élevages bovins laitiers. Les principaux investissements concernent principalement la construction d'un nouveau bâtiment ou l'aménagement de leur bâtiment actuel. Ces résultats mettent en avant la posture dynamique et entrepreneuriale des éleveurs de l'échantillon.
Des exploitations laitières plus productives que celles de la région, mais une grande hétérogénéité au sein de l'échantillon.

Tableau 13: *Comparaison des variables de productivité de l'échantillon par rapport à la Région Grand-Est (source : Agreste Région Grand-Est, 2021) (n=21)*

	Caractéristiques	Moyenne échantillon	Moyenne Grand-Est
Exploitation	Lait livré à la laiterie (L)	833 000	577 000
	Vaches laitières dans le troupeau (VL)	106	57
	Production laitière (kg/VL/J)	26,6	24,6

L'ensilage de maïs est le principal fourrage apporté dans la ration des vaches laitières de l'échantillon. Ce facteur explique la haute productivité et l'intensivité des systèmes retrouvés dans l'échantillon.
Au sein des 21 élevages enquêtés, il y a 18 élevages où les animaux pâturent, dont 11 exploitations où les vaches laitières pâturent. On observe du surpâturage dans les exploitations où les vaches laitières pâturent// baisse de la part du pâturage en tant que fourrage dominant dès la période estivale entamée.

La perception des enjeux avec la ressource en eau

⇨ *Des éleveurs impactés par les aléas climatiques et qui s'adaptent*

19 éleveurs considèrent avoir été impactés par les aléas climatiques.

Tableau 15 *: Manières dont les éleveurs de l'échantillon ont été impactés par les aléas climatiques sur leur exploitation (n=19)*

Thème	Type d'impact au sein de l'exploitation	Nombre d'éleveurs	Pourcentage
Agronomique	Productions fourragères	**14**	74
	Production de culture en général	**1**	5
Zootechnique	Difficulté de faire pâturer les animaux	**3**	16
	Baisse des performance laitières	**9**	47

Face à ces aléas climatiques, différentes adaptations ont été mises en place par les éleveurs sur leurs exploitations pour faire face aux aléas climatiques (n=19)

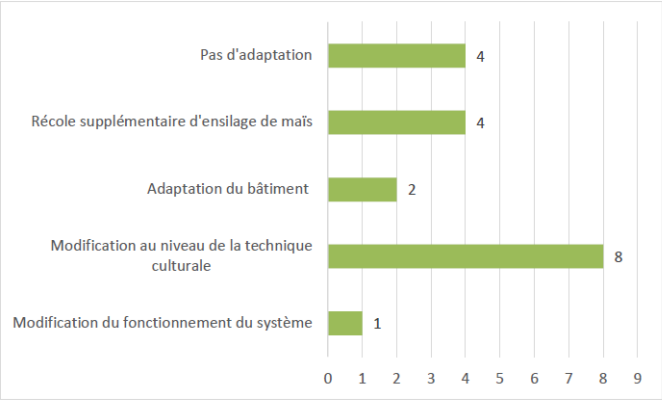


Figure 18 *: Différentes adaptations mises en place par les éleveurs de l'échantillon pour faire face aux aléas climatiques sur leur exploitation(n=19)*

Au sein de ces résultats, trois grandes stratégies d'adaptation se distinguent :

- 11 éleveurs modifient leur système, et adaptent leurs pratiques culturales, ainsi que leurs bâtiments d'élevage. Une appropriation des enjeux climatiques par ses éleveurs semble à ce stade possible.
- 4 éleveurs adaptent leurs systèmes lorsque le besoin s'en fait sentir. C'est un groupe qui n'anticipe pas mais qui agit en réponse à une perturbation du système
- 4 éleveurs ne s'adaptent pas face aux aléas. Pour eux, il s'agit d'aléas donc difficile de s'adapter en avance, ils considèrent que le climat est fait de cycles et ne croient pas au changement climatique.

La majorité des éleveurs (71 %) considère que la conservation de la ressource en eau est un enjeu important et considère que l'élevage a un rôle dans la conservation de la

ressource en eau (57 %). Un tiers des éleveurs ne semble pas présenter de sensibilité particulière à la ressource en eau.
Pour 86 % des éleveurs, il n'y a pas aujourd'hui de tensions dans la société pour l'accès à la ressource en eau. Si tensions il y a, c'est vis-à-vis des irrigants ou ailleurs qu'en Alsace. 2 éleveurs qui n'observent pas de tension pensent que cela pourrait venir si le prix de l'eau venait à augmenter. Ces résultats mettent en avant que le coût de la ressource est un point de de vigilance à souligner.

Origine de l'eau :

L'eau au pâturage est d'origine variée :
Une automatisation de la distribution de cette ressource est souvent utilisée pour les vaches laitières.

La ressource en eau au bâtiment :
- 13 exploitations sur le réseau
- 7 issue de forage
- 1 mixte les 2.

Les besoins en eau des exploitations :

◆Les besoins en eau liées à l'abreuvement :

Les vaches laitières ont eu un besoin d'abreuvement moyen de **73 L/j/VL** en 2021 (2021 année sans canicule, 74.3l/j/VL en 2020) avec des fortes hétérogénéités observées à l'échelle de la vache laitière et à l'échelle des exploitations.
83l eau/J/VL en 2022 avec ajustement des consommations d'après les factures sur 18 exploitations diagnostiqués (13 avec factures). Les différences observées entre estimation de consommation et facture sont de l'ordre de 6.5%. Cet écart quand il était positif, a été fléché sur l'abreuvement des vaches sur la période estivale (120jrs), soit 29% d'augmentation faisant passer la consommation journalière à 107l/j/VL dans 10 exploitations. Cet écart, quand il était fortement négatif (-12 à -59%) révélait un problème dans le système d'abreuvement du troupeau, impactant très certainement la productivité des animaux.

◆Les besoins en eau liées au bloc traite :

D'après les données issues de l'IDELE : Si on compare 3 équipements différents pour une même taille de troupeau, le système en robot de traite est le plus gourmand en eau pour lavage de la machine (eaux blanches), par contre si on intègre la surface des quais (eaux vertes), les machines rotatives sont les plus consommatrices.

Par contre la taille des exploitations n'est pas toujours en phase avec la taille des équipements, on observe de faible consommation d'eau du bloc traite (8% comparé à une moyenne de 18%) dès lors que l'équipement est sous dimensionné. Ex : Gaec du Grossfeld

Comparaison consommation d'eau en fonction du système de traite pour 140 vaches_ IDELE

Type d'équipement de traite	Consommation d'eau blanches/mois (lavage de la machine et du tank) en m3	Consommation standard (4l/m2) d'eau verte (lavage des quais) en m3	Consommation d'eau totale du bloc traite en m3
Epi 2*12 double équipement	29,5	46,6	76,1
2 stalles de robot	54,8	19,2	74
Rotatives 24 places	48,1	58,5	106,6

Les besoins moyens journaliers en eau sont estimés à 9,8 m^3 par jour pour une ferme de 140 vaches. Ce chiffre porte uniquement sur les deux principaux postes de la production laitière : l'abreuvement et le bloc traite. Les besoins de l'exploitation moyenne de l'échantillon sont plus importants que ceux de la région Grand-Est.

- Pour ce qui est du poste d'abreuvement, les besoins dépendent de la température, de la production laitière et de l'alimentation (Ménard *et al*., 2012). L'alimentation étant largement basée sur l'ensilage de maïs et les productions laitières moyennes par vache étant plus élevées que dans la région, les besoins liés à l'abreuvement peuvent être jugés comme plus élevés que ceux de la région (la température est considérée comme similaire dans ce raisonnement).
- Pour ce qui est du poste lié au bloc traite, le système de robot de traite étant plus répandu dans l'échantillon et le nombre de vaches laitière étant plus important qu'à l'échelle de la région, les besoins en eau sont donc plus élevés. A cela s'ajoute un effet supplémentaire lié au nombre de vaches laitières à l'échelle de l'exploitation.

Des consommations en eau globalement maîtrisées grâce à de bonnes pratiques :

◆Des pratiques de nettoyage du bloc traite adaptées :

Les techniques de nettoyage des quais sont bonnes, avec une humidification des sols avant la traite, un nettoyage mécanique suivi d'un lavage à l'eau. Des améliorations restent possibles pour quelques-uns de ces éleveurs. Les pratiques qui utilisent exclusivement de l'eau sont à prohiber.

◆ L'adaptation des pratiques au cours des dernières années

Au cours de cinq dernières années, sept éleveurs (33 %) ont changé leurs pratiques pour limiter la consommation en eau de leur exploitation laitière en bâtiment et

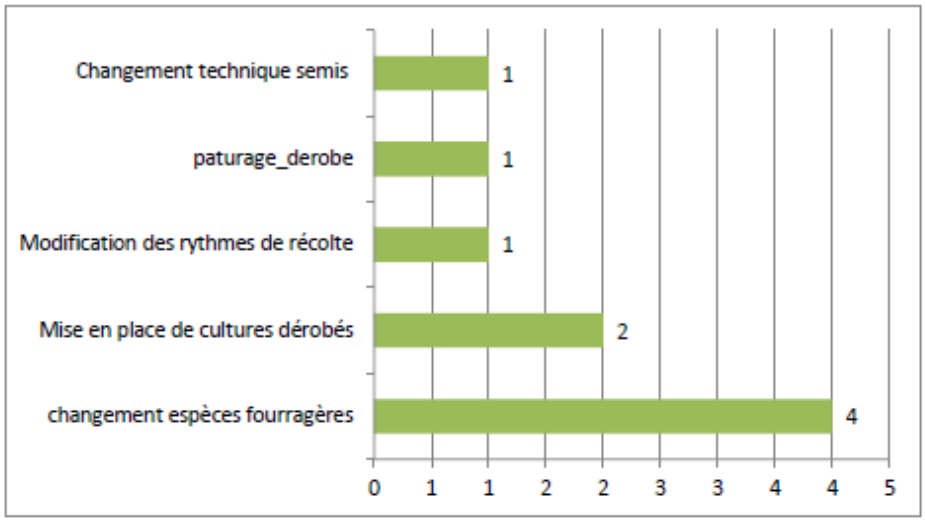
au pâturage. Ces modifications concernent surtout les systèmes d'abreuvement (*Fig25)*

Modifications en bâtiment et au pâturage	Nombre d'éleveurs
Changement abreuvoir/ système d'abreuvement	**3**
Mise en place de nouveau abreuvoirs Mise en place de flotteurs sur bac	2 1
Arrêt de l'irrigation	**1**
Création d'une cuve de rétention	**1**
Baisse d'eau utilisée pour les traitements phytosanitaires	**1**
Changement de pratiques de traites + pédiluve	**1**

Figure 25 : *Changements de pratiques effectués par les éleveurs en bâtiment et au pâturage pour limiter leur consommation en eau (n=7)*

Neuf autres éleveurs ont, répondu avoir modifié leur système fourrager (43%) (n=21) (Annexe 9). Les principales modifications mises en place concernaient notamment le changement de cultures fourragères et la mise en place de cultures dérobées.

Annexe 9 : Changement des pratiques agronomiques mises en place au sein des élevages enquêtés



Une part plus importante d'éleveurs a réalisé des économies en eau au sein de l'atelier cultures fourragères que dans l'atelier bovin laitier. Cela peut notamment être mis en relation avec le fait que les aléas climatiques avaient davantage impactés les éleveurs sur l'aspect cultural que zootechnique. De surcroît, les éleveurs du groupe étant peu sensibles aux enjeux liés à l'eau, cela explique qu'un plus faible nombre d'éleveurs a mis en place des pratiques qui impactent directement la conservation de l'eau bleue : les éleveurs enquêtés n'irriguent pas. Les pratiques agronomiques mises en place n'impactent pas directement la consommation en eau bleue.

L'abreuvement, un paramètre globalement maîtrisé

La moyenne obtenue par les exploitations laitière pour l'abreuvement en bâtiment et au pâturage est de 7,8 sur 10 avec des notes par exploitation comprise entre 5 et 10 (n=21).

Les élevages de l'échantillon semblent être globalement parés pour faire face aux périodes estivales chaudes du point de vue de l'abreuvement. Cependant, Un point essentiel est à améliorer : le nombre d'abreuvoirs en bâtiment et au pâturage. **Ces équipements sont souvent insuffisants** pour répondre à la demande en eau en période estivale. Cela peut entrainer des risques de sous-consommation en eau et avoir des répercussions sur les performances de l'animal.

La ventilation, un paramètre à améliorer

Une note moyenne de 5 sur 10 a été obtenue pour la ventilation en bâtiment des vaches laitières. L'ensemble des indicateurs évalués montrent une faible conformité des mesures réalisées sur le terrain par rapport aux recommandations. Les bâtiments en élevages bovins laitiers situés en Alsace **ne sont pas suffisamment ventilés en période estivale.** De réels progrès sont à effectuer notamment au niveau des ouvertures en toiture et notamment en faîtage. En effet, la faible circulation d'air maintien la température ambiante constante : les vaches laitières ne sont pas rafraîchies.

Le rayonnement, un paramètre à améliorer

La moyenne globale obtenue par les exploitations pour le paramètre du rayonnement est de 5 sur 10. **Le couple ventilation-rayonnement est particulièrement mal maîtrisé** dans les élevages bovins laitiers enquêtés. Dans cette situation, les consommations en eau des vaches laitières de l'échantillon doivent être hautes. Au vu des besoins en eau d'abreuvement déjà considérés comme haut, il est probable que des pics de consommation soient observés en période estivale.

⇨ Des moyens de réduction de la température en bâtiment encore insuffisamment mis en place

Des éleveurs intéressés par les systèmes d'économie en eau mais peu équipés

⇨ *Un investissement préférentiellement tourné vers la ventilation mécanique et la récupération d'eau de pluie*

Après avoir évoqué l'ensemble des matériels existants, 67 % sont prêts à investir dans un système innovant pour réaliser des économies en eau : les éleveurs investiraient principalement dans un système de ventilation ou dans un système de récupération des eaux de pluie (29 %) (*Figure 28)*. Dans la majorité des cas, les conditions d'installation sont économiques. Les personnes non intéressées par l'investissement dans les systèmes d'économies en eau (n=6) mettent en avant qu'il ne s'agit pas d'une priorité pour eux (80 %) ou qu'ils ne voient pas l'intérêt d'investir (20 %).

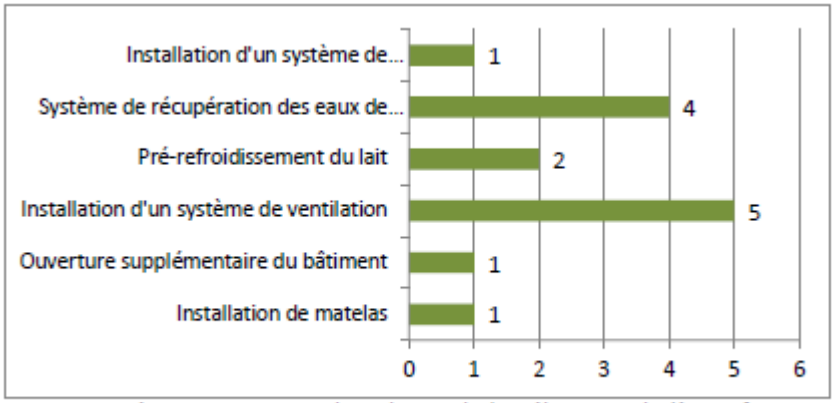


Figure 28 : *Systèmes innovants dans lesquels les éleveurs de l'enquête pourraient investir (n=14)*

Parmi l'ensemble des leviers de réduction de la consommation présentés aux éleveurs, les systèmes de ventilation et de récupération d'eau de pluie ont la faveur des éleveurs enquêtés. Cela confirme les résultats précédents. Des aides financières à l'achat faciliteraient leur acquisition par les éleveurs.

<u>Présentation des rendus diagnostic eau</u> (outil amélioré dans un 2nd temps)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

AGENCE DE L'EAU RHIN•MEUSE

Grand Est

L'Europe s'invente chez nous

DIAGNOSTIC EAU

AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE ALSACE

GAEC de LEAU

Date réalisation 23/08/2022 **Conseiller** A.Ragot

Exploitation

Numéro exploitation	0	**Type agriculture**	Conventionnel
Laiterie	Sodiaal Union	**Activité attenante**	---
Adresse	0	**Origine eau bâtiment**	Réseau
SAU (ha)	220	**Origine eau pâturage**	Pas de pâturage VL

Troupeau laitier

Effectif VP	154	**Renouvellement**	35%	**Age au vêlage mois**	25,5
Effectif Elèves	188	**Réforme**	22%	**Race**	Mixte

Résultats de l'atelier lait par production

Production lait et produits laitiers		
Lait livré/ animal (litre)	7 763	
Lait livré Troupeau annuel (litre)	1 195 073	
Lait aux veaux annuel (litre)	480	
Lait total produit annuel (litre)	1 195 553	
Prix du lait (€/1000l)	385 €	
Chiffre d'affaire	460 288 €	89%

LAIT

5 à 10 LITRES D'EAU

par KG LAIT

Litre de lait/ m3 eau 162

Litre eau/ litre de lait → **6,2**

Litre d'eau consommé par le cheptel laitier, répartis sur le lait et la viande en fonction du chiffre d'affaire de la vente de lait (ou produit laitier) et de la vente de réforme.

Coût de l'eau /1000 litres de lait 11,2 €

Production viande		
Poids vif moyen/réforme	418,0	
Viande produite annuel (kg)	40 272	
Prix moyen de la viande (€/t)	2,97 €	
Chiffre d'affaire viande	119 783 €	11%

Viande

20 à 50 LITRES D'EAU

par KG VIANDE

Kg de viande/ m3 eau 17

Litre eau/ kg de viande → **58**

Le chiffre d'affaire viande comprend les réformes et la vente de veaux.

Coût de l'eau /t de viande 105,9 €

<u>Compte rendu:</u>
Eau estimé à 6,2/l lait avec 2,8m3 lavage de quai/jour (débit surpresseur 70l/mn*40mn/j).
Fléchage difference m3eau facture et estimation (référence) = 15% d'augmentation sur l'abreuvement de VL sur la période estivale pour être en cohérence avec les factures.

DIAGNOSTIC EAU

GAEC de LEAU

Date réalisation 23/08/2022 Conseiller A.Ragot

Eau d'abreuvement estimée

	Année	Hiver	Été: J/J/A
Eau bue estimée	93 l/VL/ jr	78	42% 111
Fourrage principal de la ration		e.mais	e.mais
Production lait moyenne	kg lait/VL/jour	32	29

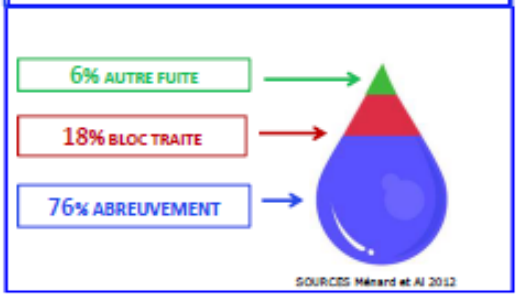
Consommation en eau de l'atelier lait

	l/j/bovin	m3/an/Troupeau
ABREUVEMENT	**87,5%**	**6921**
VL	93,0	4 064
Génisses et VT	36,6	2 857
Autres animaux	*hors atelier lait*	

BLOC TRAITE	**11,5%**	**1083**
Nettoyage machine	6,5	305
Type SDT	SDT épi 2*10	
Lavage des sols	18,8	879
Pratique lavage sols	Arrosage avant la traite+Raclage bouse+ lavage.	

DIVERS	**1,0%**	**93**
Veaux buvée lait		55,3
Eau pour reconstituer lait en poudre		
Douche (sur 20jrs à 10m3/j)		14
Pédiluve		5

POSTES DE CONSOMMATION D'EAU
en élevage bovin lait en France 2010



CONSOMMATION EAU VL		
Abreuvement+traite	118	l/j
	43	m3/an
CONSOMMATION EAU estimée/an		
ATELIER LAIT	9 626	m3
FACTURE	9 635	m3
	0	m3

Compte rendu:
Vous récupérez l'eau de pluie dans une cuve de 70m3 pour aire de lavage, vous allez investir dans filtre UV (achat estimé à 900€ avec installation soi même+entretien 300€/an chgt tube de quartz/joint) pour utiliser une partie de cette eau pour le lavage des quais. Besoin 2,8m3/j. Potentiel de 1022m3 à économiser/an , à 1,81€/m3, cela fait 1850€/an au maximum.

Présentation des rendus Audit Abreuvement

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE — AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE — Grand Est ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE — L'Europe s'invente chez nous — AGRICULTURES & TERRITOIRES

AUDIT ABREUVEMENT

GAEC de LEAU

Date réalisation 23/08/2022 **Conseiller** A.Ragot

Origine de l'eau : Réseau

Nettoyage des abreuvoirs — Nombre de VL : 128

Type d'abreuvoir	Nb	Dimension en m			Volume	Fréquence nettoyage		m3 eau vidange/ an
		Longueur	Largeur	Hauteur eau	litres			
2 Boulles	4	0,70	0,41	0,26	298	1 fois/semaine	40	11,9
2 Boulles	2	0,70	0,41	0,26	149	1 fois/semaine	40	6,0
Bac à niveau constant	0	0,00	0,00	0	0	1 fois/semaine	52	0,0
Bol	0	0,00	0,00	0	0	1 fois/semaine	52	0,0

m3 vidange abreuvoir **17,9**

Capacité des abreuvoirs

Longueur d'eau accessible : _ m

Idéalement besoin de : 12,8 m

Type d'abreuvoir	m linéaire d'abreuvoir
Bacs collectifs	12,6
Abreuvoirs individuels	0

1 bol=10 vaches (équivalent 70cm)

2 boulles= 30 vaches (équivalent 2,1m)

Recommandations longueur abreuvoir (cm)			
Hiver	7	Eté	10
Capacité d'abreuvement	180	Capacité d'abreuvement	126
	0		0
HIVER	180	ÉTÉ	126

Fonctionnalité et emplacement des abreuvoirs

Débit (Sup 15l/mn)	10	Distance entre abreuvoir	Moins 20m
Lapage	Non	Proche zone alimentation	Moins 20m
Hauteur d'eau	Plus de 7cm	Proche sortie de SDT	Moins 20m
Hauteur abreuvoir	70-80cm	Visibilité	Au moins 60cm
		Passage	Plus 3,6m

Compte rendu:
Vos abreuvoirs offrent une capacité d'abreuvement opimum hiver et été. (4 dans le 1er bâtiment, 2 dans l'autre)
Très bonne hygiène et TB emplacement des abreuvoirs.
Lé débit des abreuvoirs à 10l/mn est relativement faible, pour autant vous n'observez pas de bouchons aux abreuvoirs.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

AGENCE DE L'EAU RHIN·MEUSE

AUDIT ABREUVEMENT

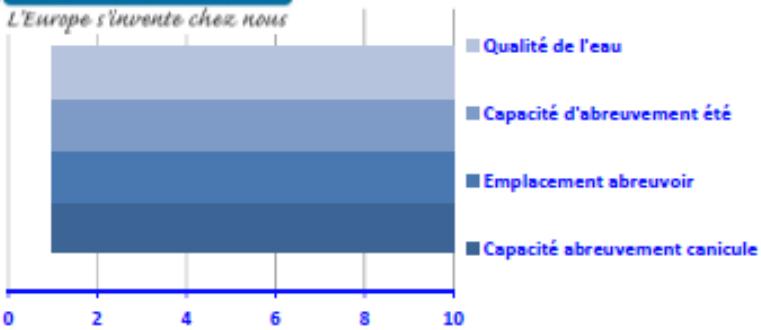
AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE ALSACE

Grand Est ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE

L'Europe s'invente chez nous

GAEC de LEAU

Date réalisation 23/08/2022 **Conseiller** A.Ragot

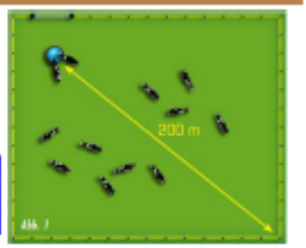


Origine eau: Pas de pâturage VL

Besoin d'abreuvement		Ressource disponible:	Source	
Effectif (Vaches taries)	20	Caractéristiques du terrain :	Plat	Porteur
Litre/VL/j:	63	Système approvisionnement :	Tonne à eau	
Litre/j/troupeau en été:	1260	➔ en période canicule:	2520	l/j/TR

Emplacement abreuvoir

Environnement abreuvoir :	———	
Sol autour des abreuvoirs :	Stabilisés	RAS
Observations animaux :	RAS	RAS



Distance à parcourir	<200m
10%	du troupeau doit pouvoir s'abreuver en même temps:
25%	des besoins en eau quotidien satisfaits en 10mn:

Capacité des abreuvoirs

Type d'abreuvoir	Nb	cm total	litre total	nb place simultané	débit l/mn	réappro 10mn	débit à l'étiage	réappro 10mn
Tonne à eau	1		3000	10				
Tonne à eau	1		1500	10	30	300	15	150
Tonne à eau	1		1000	10				

VL s'abreuvant simultanément ➔	30	soit :	47,6%	
Volume d'abreuvement en 10mn (l) ➔	1800	soit:	143%	des besoins en moyenne en été.
Volume d'abreuvement à l'étiage (l) ➔	1650	soit:	65%	des besoins en période canicule.

Qualité de l'eau

		Conformité chimique et bactériologique
Régularité analyse :	Pas besoin réseau	Oui
Aspect de l'eau :	RAS	

Compte rendu:
Seul les VT et Génisses sont à la pâture. Les 3 tonnes à eau mises à disposition, sont toutes au même endroit. On estime qu'1 bol individuel suffit pour 10 vaches. Il est bon d'avoir 2 points d'eau séparés.
Abreuvement des VT optimum.

C. Objectif 3 : Inventaire des leviers transposables en élevage

Plusieurs leviers de réduction de la consommation en eau ont été identifiés. Ces leviers ont été dissociés selon deux grands types de leviers : les équipements et les pratiques.
Les équipements correspondent à des systèmes qui représentent un coût économique important pour les systèmes d'élevage et sur lequel une subvention pourrait être apportée.
Les pratiques nécessitent davantage un travail de sensibilisation et de conseil auprès des éleveurs.

1) Les équipements

a)Le système de récupération d'eau de pluie

Le principe général

Ce système permet la récupération des eaux de toiture et offre de nombreuses possibilités en remplaçant tout ou partie de la ressource en eau prélevée. L'eau récupérée peut être utilisée pour un ensemble de finalités (abreuvement du troupeau laitier, traitements phytosanitaires, nettoyage du matériel, nettoyage des quais de traite…). Le type et le dimensionnement de ce système dépendent de l'usage de l'eau et conditionnent le coût de l'installation.
Pour illustrer le type de système de récupération d'eau qu'il est possible d'installer, deux cas de figure ont été présentés. **Le système « d'économie partielle »** avec une utilisation d'appoint en eau est un système observé en Alsace. **Le système « pour couvrir la totalité des besoins du système »** est retrouvé dans le département du Doubs.

Un système d'économie partielle

Ce type de système stocke peu d'eau et sert principalement au nettoyage du matériel ou des surfaces. Il ne nécessite pas de qualité d'eau particulière, aucune unité de traitement de l'eau n'est à prévoir lors de l'installation. Ces équipements couvrent seulement une partie de la consommation de l'exploitation. L'économie en eau réalisée reste assez difficile à chiffrer tant les usages de l'eau sont variables selon les exploitations. Le coût du réservoir est variable (le coût d'une cuve seule de 10 000L oscille entre 3 000 et 4 000 euros auxquels des frais de raccordement sont à rajouter). Des frais supplémentaires liés au terrassement sont à engager pour une cuve enterrée.

Un système dimensionné pour couvrir la totalité des besoins du système

D'autres systèmes ont été conçus pour couvrir l'ensemble des besoins de l'exploitation (abreuvement des animaux compris). Ces systèmes sont plus complets : ils comportent l'acheminement de l'eau vers le système de réservoir par un système de pompage. Le dimensionnement de la réserve en eau dépend des besoins à couvrir. Une unité de traitement UV de l'eau peut être installée si l'eau est destinée à abreuver les animaux ou au nettoyage de la machine à traire.

Ce type d'installation a été mis en place dans une exploitation de 85 vaches laitières dans le Doubs. Le coût total de l'installation était de 66 000 euros. Cet investissement a été rentabilisé sur 7 ans et environ 4 000 m^3 d'eau ont été économisés par année (Labaronne-citaf, 2021).

Un outil de chiffrage de ce type d'installation a été créé par la CA 25-90. Il permet de dimensionner les cuves en fonction de la surface de toit et des besoins en eau. **Le retour sur investissement de ce type d'installation est proche de 15 ans** sans aide en **couvrant 70% des besoins de l'exploitation.**

b) Le suivi de la consommation et la détection des fuites :

Les fuites représentent près de 4 % de l'eau consommée dans les exploitations bovines laitières. (Menard *et al*., 2012). Des outils de suivi et de détection de la ressource en eau sont à prévoir.

La mise en place d'un compteur d'eau général

La mise en place d'un compteur d'eau apparaît comme la **première condition pour suivre la consommation en eau d'une exploitation.** Cependant, certains élevages enquêtés ne disposent aujourd'hui pas de compteur d'eau. Cela concerne **majoritairement les exploitations qui utilisent de l'eau issue d'un forage**. L'une des premières recommandations serait d'encourager les éleveurs à installer un compteur au sein de leur exploitation.

Le suivi du compteur général d'eau

Le suivi de la consommation d'eau au sein d'un système d'élevage est primordial. Cela permet de s'assurer de l'absence de fuite sur l'exploitation. L'une des possibilités pour permettre ce suivi consisterait à l'observation simple du compteur d'eau général à des heures de faible activité. Néanmoins, cette réflexion induit que les compteurs d'eau soient facilement accessibles, ce qui n'est pas toujours le cas. La **mise en place d'un compteur intelligent**

faciliterait ces observations à distance. Des applications existent et permettent cette surveillance à distance. Un relevé en ligne peut être observé et des messages d'anomalies sont envoyés à l'éleveur en cas de consommation anormale.

La segmentation du réseau d'eau

Lorsqu'une fuite est détectée, il convient d'en déterminer l'origine. Lorsqu'il s'agit d'une fuite observable à l'œil nu (goutte à goutte sur un abreuvoir, filet d'eau…) trouver son origine ne pose aucun problème. Cependant, si la fuite est discrète ou d'origine souterraine, la détection n'est pas aussi évidente. La **segmentation du réseau en aval du compteur principal** apparaît comme une solution tangible pour faciliter la localisation de la fuite. **La mise en place de compteurs de suivi sur chaque segmentation** peut aussi être une éventualité.

c) Les économies liées aux équipements à l'abreuvement

L'installation des abreuvoirs

La bonne installation d'un abreuvoir est primordiale : l'abreuvoir doit être installé de niveau pour éviter toute perte par débordement. Les **abreuvoirs en inox doivent bien être reliés à la terre**. Le cas échéant, un courant parasite entrainant un phénomène de lapage peut être observé chez la vache laitière et affecter la consommation en eau des animaux.

La performance des flotteurs contenus dans les abreuvoirs est également un motif de performance. **Les flotteurs assurent un niveau d'eau constant dans l'abreuvoir et limitent les débordements**. Ils doivent être adaptés à la pression du réseau d'eau: des flotteurs pour haute et basse de pression existent. Un flotteur coûte entre 50 et 65 euros HT.

Le type d'abreuvoir

Le type d'abreuvoir utilisé impacte également le volume d'eau consommé lors du nettoyage. Les bacs avec **de gros volumes sont peu recommandés** car lorsqu'ils sont vidés, le volume d'eau perdu est trop important. **Les abreuvoirs renversables sont à privilégier** pour faciliter la rapidité de nettoyage et le confort du travail de l'éleveur.

d) Récupération et réutilisation des eaux blanches de salle de traite

Le principe

Par définition, les eaux blanches sont constituées des eaux de lavage de laiteries et de salles de traite. **Le système de récupération des eaux blanches consiste à recycler les eaux**

blanches issues du deuxième cycle de nettoyage de la machine à traire. Ces eaux sont envoyées dans une cuve spéciale où elles sont entreposées pour être **réutilisées lors de la traite suivante**.

Diagnostic d'installation :

Un diagnostic est nécessaire afin de dimensionner la cuve et assurer sa conformité par rapport aux besoins en eau de l'exploitation (dimensions, positionnement du flotteur…). **Un sous-dimensionnement de la cuve entraine un besoin supplémentaire en eau** tandis qu'un surdimensionnement favorise le temps de séjour des eaux dans la cuve et les odeurs de lait caillé.

Règles d'utilisation

Quelques règles d'utilisation ont été définies pour la bonne utilisation du système :

- La première phase de rinçage, chargée en lait, doit être détournée et ne pas être envoyée dans cette cuve. Cette précaution doit être prise afin d'éviter les odeurs de lait caillé.
- La cuve de stockage ne doit pas être reliée au fond de fosse du trayeur ni au sol de la laiterie. Ces eaux sont impropres à la réutilisation.

Malgré des réticences apparentes chez certains éleveurs, une enquête réalisée montre que les éleveurs ayant installé ce système sont globalement satisfaits. **La santé du troupeau et la qualité du lait n'ont pas été infectées par la mise en place de ce processus** (Deraedt M. et Michaud E., 1998).

Aspect économique

La quantité d'eau économisée **est de l'ordre de 210L/j** pour une exploitation de 60 vaches laitières soit une économie annuelle de 76,7m^3. Le coût de l'investissement initial est compris entre 2 000 et 2 500 euros. Outre les économies de la ressource en eau, des économies liées à l'épandage ont été constatées (Chambre Agriculture Puy-de-Dôme, 2012).

<u>Autres exemple</u> : Elevage de 140 VL avec une salle de traite TPA2*10, récupère 210m3/an avec les 2 cycles de lavage de la machine. Ce volume représente une économie de 3.5% sur le volume total d'eau utilisé sur la ferme. L'efficacité eau est de 4.25l/l lait sans cette récupération d'eau et diminue à 4.1l/l lait avec les 210m3 d'eau économisé issue des eaux blanches. Le cout d'investissement se résume à une cuve d'1m3, des branchements et un surpresseur (1600€), le retour sur investissement dans ce cas est de 7ans. L'avis de l'éleveur

est que l'eau qui contient des produits de lavage (acide_base) permet de bien nettoyer les surfaces qui sont à laver, pas de glissade lié à la présence de matière organique dans l'eau.

e) Le pré-refroidisseur de lait

Le principe

Le pré-refroidisseur de lait est un échangeur thermique dans lequel deux fluides circulent dans des circuits adjacents mais à contre-courant. Ce matériel vise à réduire la température du lait avant son entrée dans le tank. Pour que ce matériel ait un intérêt dans la conservation de la ressource en eau, l'eau utilisée pour le refroidissement du lait doit être ensuite ré-utilisée à d'autres fins. Pour ce type de système, **la consommation d'eau est estimée à 1,5 litre d'eau par litre de lait** (GIE, 2010). L'eau ayant servis à refroidir le lait est tiédi (entre 18 et 22 °C) avant d'être stockée dans citerne vers une citerne de stockage d'où elle sera envoyée vers des abreuvoirs ou vers les chauffe-eau. Des économies en énergie électrique de l'ordre de 35 à 50% sont atteignables (GIE, 2010).

L'installation et l'alimentation en eau

Le temps d'échange entre le lait et l'eau est court, de ce fait le débit de l'eau dans le système ne doit pas être limitant (30 L/min). La mise en place d'un système de régulation automatique est privilégiée pour limiter les consommations en eau et optimiser les échanges. Le coût de cette installation se situe aux alentours de 3 500 euros.

Les précautions d'usage

Il est nécessaire de s'assurer du bon fonctionnement de l'installation régulièrement pour éviter toute surconsommation d'eau et d'énergie.

La gestion du stress thermique des animaux

Les projections climatiques mettent prévoient **une augmentation et des températures globales à l'horizon 2050 (+1°C)** (CNIEL, 2018). La vache laitière, dont la zone de confort thermique est comprise entre 2 et 15 °C, risque d'être impactée par ces tendances climatiques. Cela devrait se traduire par une hausse du stress thermique chez la vache laitière et par une baisse de l'ensemble de ces performances. **Pour limiter les impacts de la chaleur, la vache se régule thermiquement. La vache va perdre de l'eau par les voies respiratoires et cutanées pour tenter de se rafraîchir**. **En parallèle**, **la vache doit davantage s'abreuver pour compenser ces effets, les consommations des vaches laitières pouvant aller jusqu'à doubler** (Boudon *et al*., 2013). La gestion du stress thermique de l'animal est une voie

d'étude obligatoire pour limiter l'impact de la température sur l'animal, ses besoins en eau et ses performances.

f) La gestion du stress thermique par la ventilation

Le principe

La ventilation du bâtiment présente un rôle d'aération et d'assèchement des bâtiments d'élevage. Ce renouvellement d'air est une condition fondamentale pour garder un troupeau en bonne santé. **La ventilation limite également le stress thermique de l'animal par la baisse de la température ressentie** (CNIEL, 2020).

Pour favoriser la ventilation en bâtiments, plusieurs recommandations ont été réalisées. Elles ont séparées en deux catégories distinctes selon qu'il s'agisse d'un projet de construction de bâtiment ou d'une rénovation (CNIEL, 2020).

Les recommandations pour la construction d'un bâtiment neuf

En cas de construction neuve, plusieurs conseils sur la ventilation sont à suivre :

- Veiller à ce que le bâtiment soit **orienté de manière à avoir un courant d'air transversal**. Les ouvertures en longs pans ne doivent pas être obstruées (silo, bloc traite…).
- Veiller à ce que **le dimensionnement des ouvertures (longs pans, faitage…) soit adapté aux besoins des animaux**. Il est conseillé de faire appel à un expert de la ventilation en bâtiment.
- **Prévoir des ouvertures supplémentaires pour la période estivale**. Selon le contexte local et les moyens financiers à disposition, la mise en place d'une ventilation mécanique peut être envisagée pour compenser le déficit en ventilation naturelle.

Les recommandations pour la rénovation d'un bâtiment

Des aménagements dans le bâtiment peuvent être apportés pour la hausse de la ventilation naturelle en période chaude :

- **Créer des ouvertures libres en été** : Ces ouvertures doivent se faire sur **les surfaces les plus basses possibles des longs pans**. La mise en place d'ouverture mobile est un choix judicieux. Cela permet de laisser les ouvertures fermées en hiver pour protéger les animaux et d'ouvrir les ouvertures en période plus chaude (forme de volet, de trappes etc). Ce type d'ouverture peut se faire en auto-construction ou à faible coût.

- **Ouverture faîtage, taille faîtage :** Pour les élevages n'ayant pas d'ouverture au faîtage, une ouverture est recommandée. La taille de l'ouverture est à définir selon les dimensions du bâtiment et les besoins liés aux animaux présents.

- **Plusieurs Bâtiments accolés** : favoriser les ouvertures libres des décalages entre toitures de différents bâtiments.

- **Installation d'une ventilation mécanique** : une ventilation mécanique peut être mise en place en cas de déficit de la ventilation naturelle.

La ventilation mécanique

Il existe une multitude de ventilateurs qui peuvent répondre aux besoins des éleveurs. Le type et le nombre de ventilateurs à mettre en place sont à déterminer avec un spécialiste de la ventilation en bâtiment (CNIEL, 2020). En effet, il existe de nombreux types de ventilateurs (à flux horizontal, à flux vertical, à pâles…) de diamètres différents. Pour avoir un effet bénéfique, les ventilateurs doivent permettre un brassage de l'air de plus de 1m/sec (CNIEL, 2020). Le coût d'un ventilateur est estimé à 1500 euros auxquels 150 à 200 euros de fonctionnement. Pour une exploitation de 100 vaches laitières, le budget global est de 12 000 euros (EILYPS, 2019).

Les brumisateurs

Les brumisateurs peuvent être utilisés en complément d'une ventilation naturelle suffisante ou d'un système de ventilation mécanique. Un couplage avec une ventilation est essentiel pour éviter des problèmes techniques en lien avec l'humidité dans les bâtiments d'élevage. Dans l'enquête, la majorité des éleveurs disposaient d'un brumisateur « maison » (ancienne rampe de pulvérisateur, tuyau d'eau percé). **Ces systèmes conçus par les éleveurs eux-mêmes consomment davantage d'eau que les systèmes vendus par des constructeurs**. Les pratiques de douchage des vaches sont aussi plus consommatrices en eau.

g) La gestion du stress thermique par le rayonnement

Le principe

La maîtrise du rayonnement direct et indirect est une condition nécessaire pour limiter l'augmentation de la température ressentie par les vaches laitières et ses besoins en eau d'abreuvement. Deux composants principaux du bâtiment sont des paramètres importants dans la gestion du rayonnement en bâtiment : les murs et la toiture. Les murs ne doivent pas

permettre à la chaleur d'être transmise et la toiture, principale surface exposée, doit avoir un rôle de semblable à celui d'un parasol (CNIEL, 2020).

Les recommandations pour les murs :

- **Eviter les murs maçonnés à proximité des vaches laitières** : Les murs maçonnés emmagasinent la chaleur et la restituent en fin de journée. Il est déconseillé de construire des murs exposés sud/ouest/sud-ouest.

Les recommandations pour la toiture :

Pour la toiture, plusieurs facteurs sont à intégrer pour maîtriser le rayonnement. A l'échelle des élevages enquêtés, ce sont sur ces éléments qu'une progression peut être réalisée (CNIEL, 2020) :

- **Favoriser le choix de toitures claires :** les toitures claires ont tendance à davantage réfléchir la lumière. Parmi les élevages enquêtés, certains disposent de ce type de toiture peu adaptés aux périodes chaudes et ensoleillés.
- **Proscrire les plaques translucides transparentes et la formation de puit de lumière :** Les plaques translucides transparentes favorisent l'entrée de la lumière et de la chaleur. Il vaut mieux mettre en place des plaques opaques sont à privilégier. Les translucides doivent être disposés sur les versants Nord du bâtiment et de manière à ne pas créer de puits de lumière.
- **Mettre en place des avancées de toitures ou des rideaux brises vents :** Pour les ouvertures situées au sud/ouest/sud-ouest des protections doivent être mises en place pour limiter le contact direct des rayons du soleil sur les animaux et/ou leur alimentation.
- **Favoriser les faitières classiques ouverts plutôt que les dômes lumineux.** Les dômes lumineux tendent à favoriser l'effet de serre. Leur utilisation n'est préconisée que pour en cas de faible luminosité dans le bâtiment.

Pour limiter le rayonnement en toiture, plusieurs solutions existantes :

- **Peindre les plaques translucides :** l'utilisation d'une peinture d'ombrage à l'intérieur des panneaux translucides est une solution peu coûteuse mais avec un impact plus limité que l'installation d'une isolation de toiture.
- **Mettre en place une isolation de toiture :** L'isolation présente un intérêt dans les bâtiments où la toiture est basse. Cette isolation est à mettre en place sur la partie de la toiture exposée vers le sud. Des panneaux de 4cm d'épaisseur suffisent pour limiter la

température. Une toiture isolée permet une baisse de la température ressentie d'environ 1,5 °C. Cette solution est plus onéreuse.

- Exemple d'une isolation de toiture en bois à 9000€ pour 1275m2 sur toit haut avec photovoltaïque. Eleveur satisfait.

Gestion du rayonnement au pâturage

La gestion du rayonnement au pâturage doit se faire par la présence de zones d'ombre facilement accessibles aux vaches laitières. La présence de zones d'ombre peut apparaître sous la forme d'arbres isolés ou de haies. **L'implantation de haies est recommandée**. Les arbres isolés ont des zones d'ombre limitées et plus propices au parasitisme. A noter que dans de nombreuses exploitations, les vaches restent en bâtiment pendant les périodes chaudes. Cela confirme la nécessité d'avoir un bâtiment adapté aux aléas climatiques.

h) La gestion du stress thermique : l'installation des matelas à eau

Les matelas à eau sont destinés aux élevages dont le système de logement est un système logette. Ces matelas permettent de rafraîchir les animaux lorsqu'ils se couchent et participent à leur confort ainsi qu'à la limitation de leurs pertes de production.

Le principe

Le matelas sont composées d'une poche d'eau qui repose sur une mousse en latex, assurant le confort de couchage. La société Aquaclim Thermodynamique a inventé et breveté un système de réseaux de canaux qui passent au sein de la poche d'eau. **De l'eau froide à 15 °C va être envoyée dans ces réseaux et aider les animaux à se réguler thermiquement**. Au contact des animaux, l'eau va se réchauffer et la chaleur pourra être récupérée grâce à un échangeur thermique, **l'énergie qui pourra être revalorisé sur l'exploitation**. (pour eau chaude ou unité de méthanisation)

Installation et coût

Les matelas sont aujourd'hui vendus par la société AquaClim Thermodynamique et coutent 350 euros HT par matelas auxquels s'ajoutent 2 500 euros HT d'échangeur thermique et 2800 euros HT d'installation hors branchement et pompe de relevage (Mechekour, 2021).

2) La modification des pratiques

a) Les méthodes de nettoyage pour le lavage du bloc traite

Le nettoyage du bloc traite représente le deuxième poste de consommation en eau dans les élevages (hors atelier fourrager). Bien qu'il soit difficile voire impossible de limiter l'utilisation pour le nettoyage du système de traite, **des économies peuvent être réalisées pour le nettoyage des surfaces et de l'extérieur des équipements**. La méthode la plus efficace consiste à humidifier les surfaces et équipements avant la traite afin de réduire l'accroche entre les déjections des animaux et les surfaces. A la fin de la traite, un nettoyage mécanique avant d'avoir le recours au nettoyage à l'eau est préconisé.

b) L'adaptation des pratiques agronomiques

Pour réaliser préserver au maximum la ressource en eau contenue dans le sol et ne pas recourir à l'irrigation, la modification du système fourrager ou des pratiques agronomiques.

L'adaptation du système fourrager

Les adaptations du système fourrager consistent notamment en l'intégration d'une nouvelle espèce culturale dans l'assolement. L'intégration de **certaines espèces plus résistantes aux conditions plus chaudes et sèches** est possible (CNIEL, 2018). Certaines plantes légumineuses comme la luzerne présentent de bons résultats. Il est également possible d'intégrer **des espèces plus efficientes dans l'utilisation de l'eau**. Depuis quelques années, le projet KLIMACO s'intéresse au développement de la culture de sorgho en Alsace.

L'adaptation des pratiques culturales

Les **adaptations des pratiques** concernent notamment la modification des techniques utilisées par l'éleveur. La mise en place de **cultures fourragères sous couvert** est une possibilité intéressante. Cela permet une couverture du sol constante et la récolte de deux cultures, une culture principale et une culture secondaire (SEMAE, 2021). Ils peuvent également mettre en place des **cultures fourragères dérobées** permettant une couverture du sol après le cycle de la culture principale. Cette voie permet la protection du sol des intempéries et la production de fourrage supplémentaires. **Le mélange variétal** est également une solution possible pour lutter face à un possible manque d'eau. Les méteils (mélange d'une protéagineuse et d'une graminée) sont un des exemples les plus fréquemment cités et mis en place. (CNIEL, 2018).

D. Objectif 4 : Diffusion des recommandations

La diffusion des enseignements, leviers et recommandations de cette étude se fait sur plusieurs niveaux

- Restitution des éléments de l'étude auprès du commanditaire et des partenaires potentiels pouvant contribuer à la transition des systémes d'élevage. Journée de réunion de restitution

- Organisation de 6 réunions collectives centrées vers les éleveurs, sur le thème du changement climatique du 22 sept au 10 octobre 2022. Ces réunions se feront dans toute l'alsace avec les contenus techniques : Ambiance bâtiment, stress thermique et « consommation d'eau en vue d'adapter son système d'élevage vis-à-vis de la ressource eau. »

- Sensibilisation des conseillers terrain lors de réunion. Partage des comptes rendus lors de réalisation de diagnostic chez des éleveurs suivis par ces conseillers.

- Echanges avec les autres organismes de conseil de la région (3CE: Haute marne, Moselle,_ Vosges) en vue de diffuser les résultats de l'étude et l'usage de l'outils de diagnostic.

- Sensibilisation des éleveurs au travers de la réalisation de diagnostic eau et audit abreuvement.

- Poursuite de la réalisation de diagnostics eau dans les élevages, avec la possibilité d'analyser l'ambiance bâtiment et le ressenti des vaches grâce à des capteurs installés en ferme.

La diffusion des recommandations sera également faite par des travaux et des échanges en interne, avec des éleveurs, et avec des partenaires :

- Amélioration continue de l'outil de diagnostic en confrontant les points de vue avec différents conseillers.

- Des expériences sont à conforter:
    - Avoir des retours sur les conseils et mise en place de changement.
    - Observer davantage de situations et se créer de la référence.
    - Découvrir davantage d'innovation ou d'expérience d'éleveur.

- Echanges avec des experts à poursuivre.
    - Echange avec Amélie Fischer, Idele/Efficience Alim VL. Faut-il tout faire pour conserver une neutralité thermique ou accepter de baisser en lait ?

- Isabelle Forgue, CA 25-90: Outil de dimensionnement pour récupération eau de pluie avec besoin des animaux/ taille de la toiture/ pluviométrie issue des stations météos de la région.
- Thomas Huneau, Responsable de la ferme expérimentale de Derval. Utilisation de compteurs depuis 2010 et des outils de monitoring pour le suivi.
- Loïc Fulbert, Référent national GDS de Mayenne, spécialisé dans la gestion de l'eau en élevage.
- Bertrand Fagoo, Chef de projet Equipement de bâtiment IDELE. Spécialiste de la ventilation pour les vaches.
- François Gervais, responsable du projet CERCEAU Idele.
- …etc…
-

- Dans un second temps, nous organiserons des visites d'élevages ayant mis en place des systèmes innovants en économie d'eau. Cela permettra de favoriser les échanges entre éleveurs proactifs face aux aléas climatiques et éleveurs en questionnement.

IV.Conclusion

Cette étude confirme la présence de bassins vulnérables face au possible manque d'eau en Alsace ; ce sont ceux de : l'Ehn, de l'Andlau, de la Largue, de l'Ill Amont et du Thalbach. Cependant, la perception des éleveurs sur les thématiques en lien avec l'eau donne une vision contrastée de ces zones à enjeux. Cela met également en évidence le fait que de nombreux éleveurs ne sont pas suffisamment conscients des enjeux en lien avec la ressource en eau.

La conception du diagnostic a permis de créer une méthode d'analyse de la consommation de l'eau, de son usage et des leviers possibles dans les élevages. Ces diagnostics ont mis en évidence les fortes consommations en eau dans les élevages bovins laitiers enquêtés. Ces consommations se basent majoritairement sur des besoins incompressibles. Malgré tout, une amélioration des pratiques d'utilisation de l'eau est essentielle et possible. Pour ce faire, il convient de sensibiliser les éleveurs aux enjeux en lien avec la ressource en eau. Un travail de communication peut être réalisé par les conseillers laitiers.

Des pics de consommation sont observés en période estivale chaude. En cause, les bâtiments inadaptés pour faire face à ces périodes. Si quelques éleveurs possèdent des équipements pour limiter le stress thermique en bâtiment (ventilateurs, brumisateurs), leur nombre reste faible Et les connsaissances et recommandations sur ce sujet ne sont pas encore bien connues.

La récupération des eaux des pluies, le recyclage des eaux de lavage, la détection des fuites d'eau sont autant de leviers qui pourront être actionnés. Des références et des équipements existent ; la diffusion et la communication doivent être soutenus.

Dans ce sens, la Chambre d'agriculture Alsace dispose d'experts et de conseillers pouvant intervenir en appui conseil aurpès des éleveurs pour diffuser la mise en place des leviers pertinents. Ces par l'organsation de journées sur cette thématiques, par le suivi de fermes innovantes, par la création de données de référence.

Bibliographie

Boudon, A., H. Khelil-Arfa, J.L. Ménard, P. Brunschwig, et P. Faverdin. 2013. « Les besoins en eau d'abreuvement des bovins laitiers : déterminismes physiologiques et quantification ». *INRAE Productions Animales* 26 (3) : 249-62. https://doi.org/10.20870/productions-animales.2013.26.3.3153.

Chambre d'Agriculture du Lot. 2021. « Et si vous récupériez l'eau de pluie ? » 16 septembre 2021. https://lot.chambre-agriculture.fr/agro-environnement/eau/toutes-les-actualites0/details/detail-de-lactualite/actualites/et-si-vous-recuperiez-leau-de-pluie/.

Chambre d'Agriculture du Puy de Dôme. s. d. « Récupération d'eau de pluie et recyclage d'eaux blanches dans le ... » Yumpu.com. Consulté le 14 février 2022. https://www.yumpu.com/fr/document/read/22187369/recuperation-deau-de-pluie-et-recyclage-deaux-blanches-dans-le-.

Chambre d'Agriculture Moselle. 2022. « Importance de la ventilation des bâtiments sur la qualité du lait ». 11 février 2022. https://moselle.chambre-agriculture.fr/actualites/detail-de-lactualite/actualites/importance-de-la-ventilation-des-batiments-sur-la-qualite-du-lait/.

CNIEL. 2018. « Fiche CLIMALAIT SUNDGAU ». 2018. https://cniel-infos.com/GED_CNIEL/364141318232/Fiche-CLIMALAIT_SUNDGAU_VF_avr2019.pdf.

CNIEL. 2020. « Fiche_ventilation_complete_VF.pdf ». décembre 2020. http://www.btpl.fr/wp-content/uploads/2017/02/fiche_ventilation_complete_VF.pdf.

Deraedt, M, et E Michaud. 1998. « Le recyclage des eaux blanches pour laver les quais de salle de traite : synthèse d'observations en élevage ». Rencontre Recherches Ruminants. 1998. http://www.journees3r.fr/spip.php?article2510.

EILYPS. 2019. « Ventilation de batiment pour vaches : comment améliorer leur confort ? » EILYPS. 1 mars 2019. https://www.eilyps.fr/une-bonne-ventilation-de-votre-batiment-ameliore-le-confort-des-vaches/.

GIE Elevages Bretagne. 2018. « Abreuver les vaches laitières avec l'eau du pré-refroidisseur ». 2018. https://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/Abreuver_les_vaches_laiti_res_avec_le_PR_VF.pdf.

Labaronne-citaf. 2021. « Récupération des eaux de pluie dans une exploitation agricole ». *Labaronne-Citaf*. 26 mars. https://www.labaronne-citaf.fr/actualites/recuperation-des-eaux-de-pluie-dans-une-exploitation-agricole/.

Mechekour, Franck. 2021.. « « Nous avons testé des matelas à eau pour nos vaches » ». Réussir lait. Consulté le 14 février 2022. https://www.reussir.fr/lait/nous-avons-teste-des-matelas-eau-pour-nos-vaches.

Ménard, Jean-Luc, Mathilde Lepesme, Philippe Brunschwig, Stéphane Coutant, Loïc Fulbert, Thierry Huneau, J Libeau, et al. 2012. « Evaluation de la consommation en eau en élevage bovins laitiers et mise au point d'un référentiel simplifié de l'abreuvement des vaches, génisses et veaux après sevrage ». Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. Institut de l'Elevage. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01210339.

Renaud, Paul. 2019. « [Abreuvement] Ce qu'il faut savoir avant d'utiliser l'eau de pluie pour abreuver ses bovins ». Web-agri.fr. 22 août 2019. https://www.web-agri.fr/alimentation-animale/article/151064/l-eau-de-pluie-pour-abreuver-les-bovins.

SEMAE. 2021. « Climat : dix voies d'adaptation des systèmes fourragers ». Entraid' : le média des cuma et du matériel agricole. 29 avril 2021. https://www.entraid.com/articles/dix-pistes-adaptation-systeme-fourrager-changement-climatique