

# Le séchage de fourrages à la ferme

*Une opportunité face au changement climatique*

Webinaire CNA – 24/04/2026



**Centre National  
d'Agroécologie**

Carbone Fertile



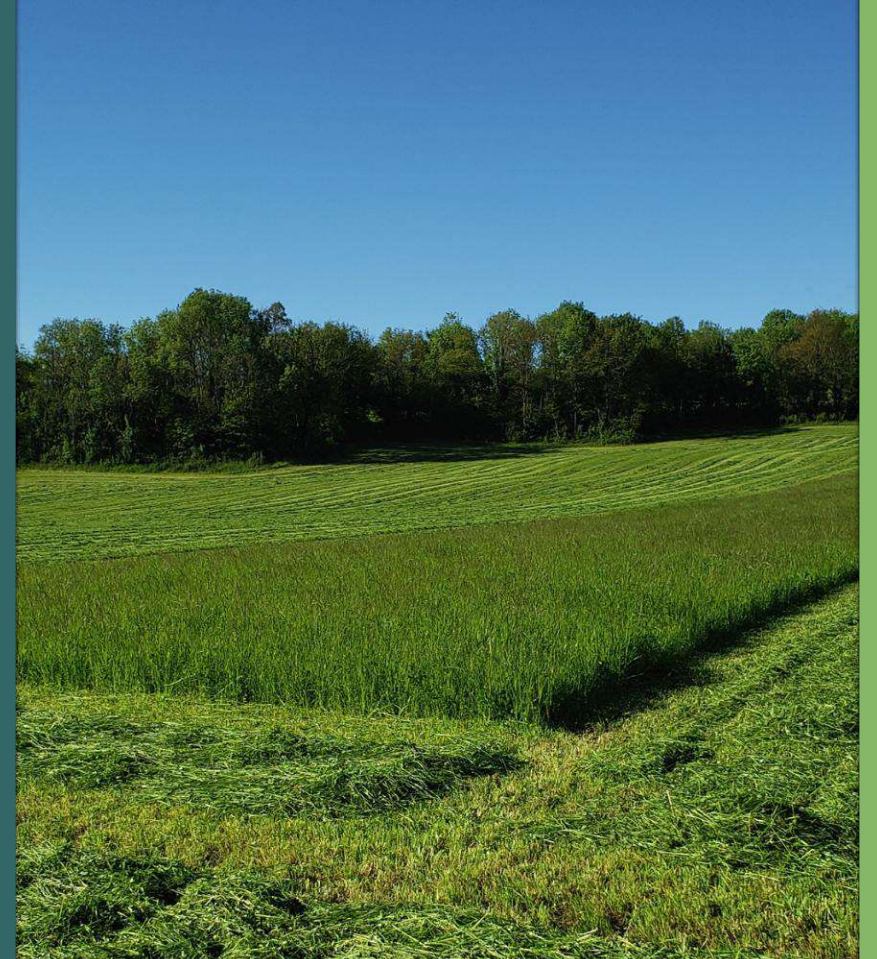
**MECA Séchage**  
Machinisme Energie Conseil Adaptation

24/04/2026

Florian DALOZ - MECA Séchage - 06 38 02 93 57 - floriandaloz.sechage@gmail.com

# Sommaire

- ↪ Introduction
- ↪ Le séchage en grange
- ↪ Les autres modes de séchage
- ↪ Avantages & inconvénients
- ↪ Étude de cas
- ↪ Conclusion

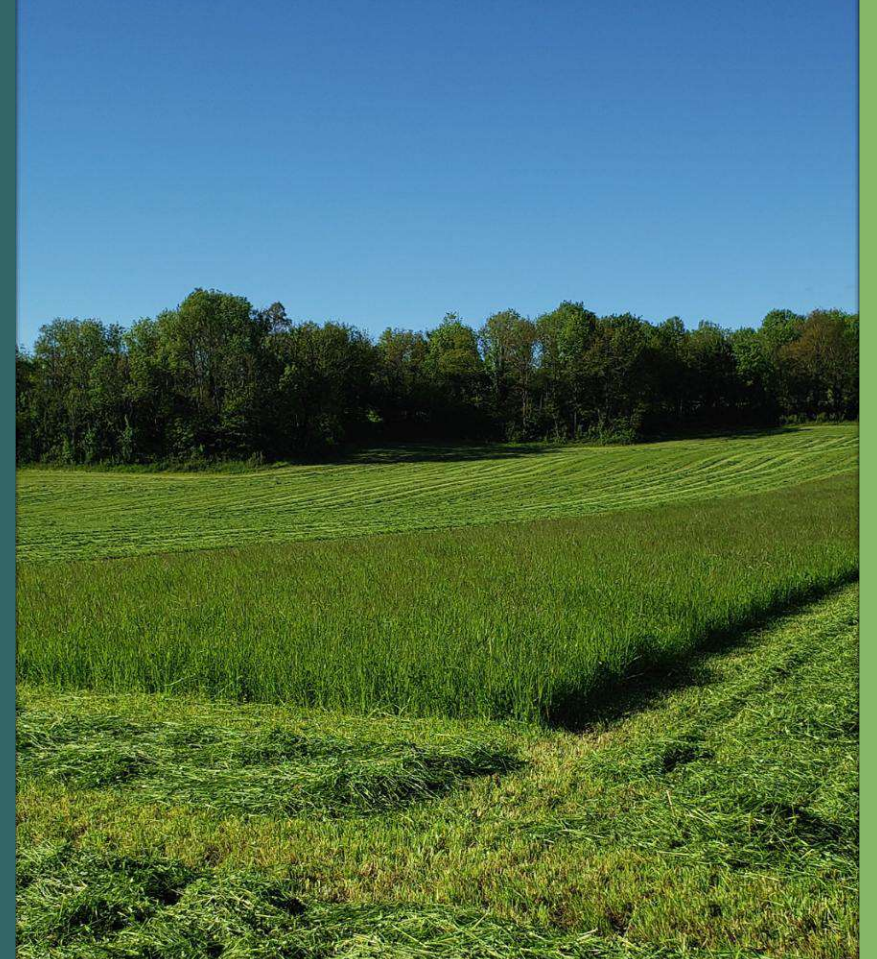


**MECA Séchage**  
Machinisme Energie Conseil Adaptation

# MECA Séchage

Conseil en systèmes de séchage

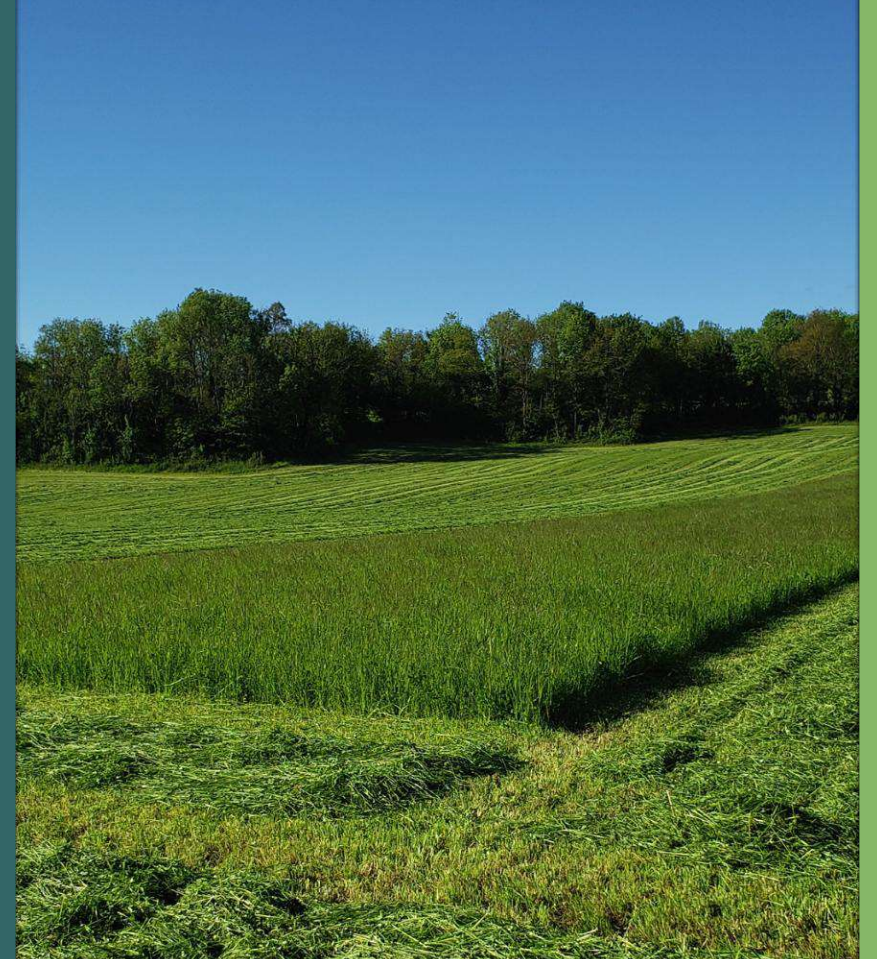
- ↻ Études
- ↻ Audits et optimisation
- ↻ Conception d'OADs
- ↻ R&D et automatisation
- ↻ Séchoir expérimental dans le Jura



**MECA Séchage**  
Machinisme Energie Conseil Adaptation

# Sommaire

- ↻ **Introduction**
- ↻ Le séchage en grange
- ↻ Les autres modes de séchage
- ↻ Avantages & inconvénients
- ↻ Étude de cas
- ↻ Conclusion



**MECA Séchage**  
Machinisme Energie Conseil Adaptation

# Introduction

*Le foin est l'**aliment de base** dans un élevage*

- Production **simplifiée** : généralement pas d'investissement en termes de mécanisation (Bovagne, 1985)

# Introduction

*Le foin est l'aliment de base dans un élevage*

- Production **simplifiée** : généralement pas d'investissement en termes de mécanisation (Bovagne, 1985)
- Coût de production **relativement faible** (Inosys, 2023)

Total production - Rendement (kg TMS/ha)	8	10	12	14
Mécanisation/TMS	62 €	50 €	41 €	35 €
Intrants/TMS	37 €	33 €	30 €	27 €
Stockage/TMS	22 €	22 €	22 €	22 €
<b>Coûts de production (€/TMS)</b>	<b>121 €</b>	<b>104 €</b>	<b>93 €</b>	<b>85 €</b>

**Maïs fourrage**

<b>5</b>	6	7	8
71 €	59 €	51 €	44 €
29 €	24 €	21 €	18 €
22 €	22 €	22 €	22 €
<b>122 €</b>	<b>105 €</b>	<b>93 €</b>	<b>84 €</b>

**Méteil ensilé**

3,5	4	4,5	<b>5</b>
66 €	58 €	52 €	47 €
2 €	2 €	6 €	9 €
14 €	14 €	14 €	14 €
<b>83 €</b>	<b>74 €</b>	<b>72 €</b>	<b>70 €</b>

**Foin de PP**

**-52€/tMS (-42,6%)**

# Introduction

*Le foin est l'**aliment de base** dans un élevage*

- ↪ Production **simplifiée** : généralement pas d'investissement en termes de mécanisation (Bovagne, 1985)
- ↪ Coût de production **relativement faible** (Inosys, 2023)
- ↪ Taux de matière sèche (MS) **assez haut** : > 84% (Chauveau, 2025)  
*Conservation améliorée (moins de risques de moisissures, échauffement, etc)*

# Introduction

*Le foin est l'aliment de base dans un élevage*

- Production **simplifiée** : généralement pas d'investissement en termes de mécanisation (Bovagne, 1985)
- Coût de production **relativement faible** (Inosys, 2023)
- Taux de matière sèche (MS) **assez haut** : > 84% (Chauveau, 2025)  
*Conservation améliorée (moins de risques de moisissures, échauffement, etc)*
- Qualités nutritionnelles assez complètes et intéressantes

Fourrages	Foin de PP (Houssin et Ratier, 2011)	Méteil ensilé intermédiaire (Froment, 2018)
UFL (/ kg MS)	0,75	0,81 (+ 7,4%)
PDIN – PDIE (g/kg MS)	66 – 76	60 – 76 (- 9,1% pour les PDIN)
% MS	85	23,5 (- 61,5%)

# Introduction

*Le foin est l'**aliment de base** dans un élevage*

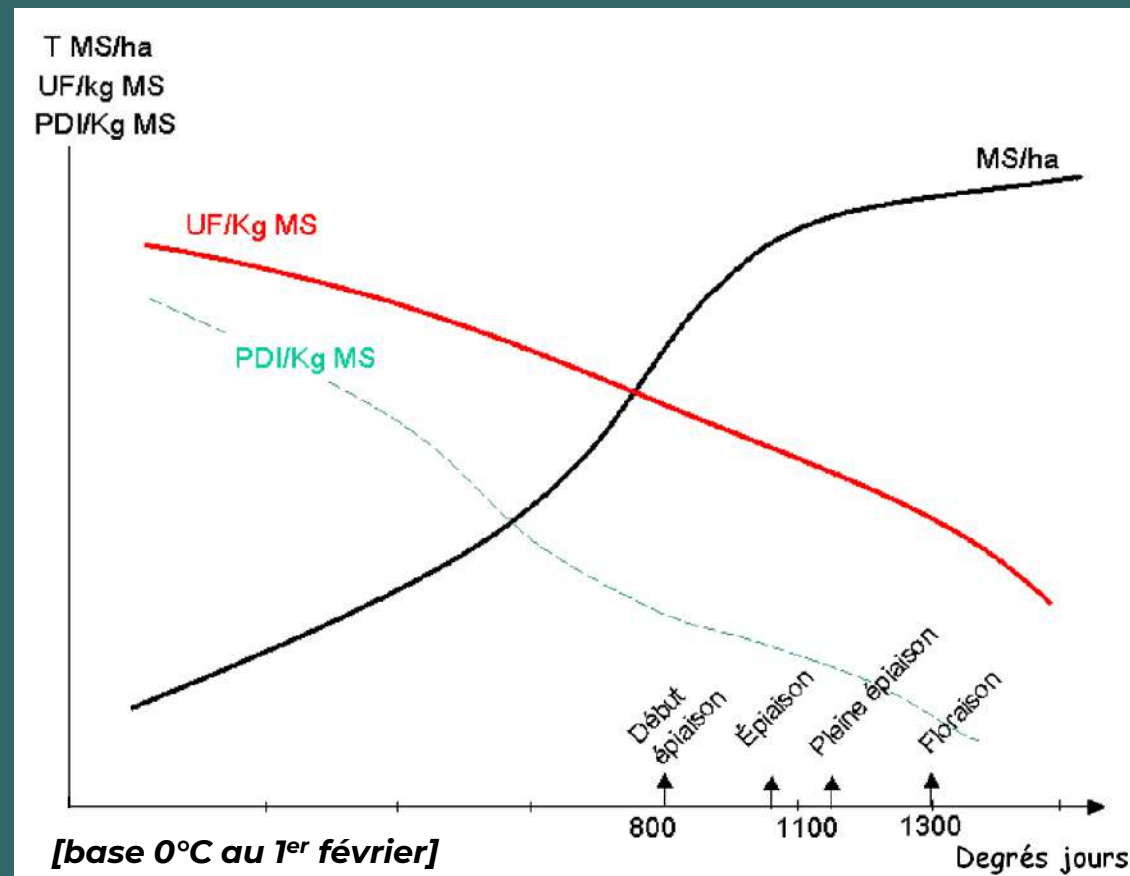
- ↪ Production **simplifiée** : généralement pas d'investissement en termes de mécanisation (Bovagne, 1985)
- ↪ Coût de production **relativement faible** (Inosys, 2023)
- ↪ Taux de matière sèche (MS) **assez haut** : > 84% (Chauveau, 2025)  
*Conservation améliorée (moins de risques de moisissures, échauffement, etc)*
- ↪ Qualités nutritionnelles assez complètes et intéressantes

**MAIS** il est nécessaire de réunir des conditions **extrêmement favorables** climatiquement parlant

# Introduction

La qualité du foin dépend **de son stade de maturité**

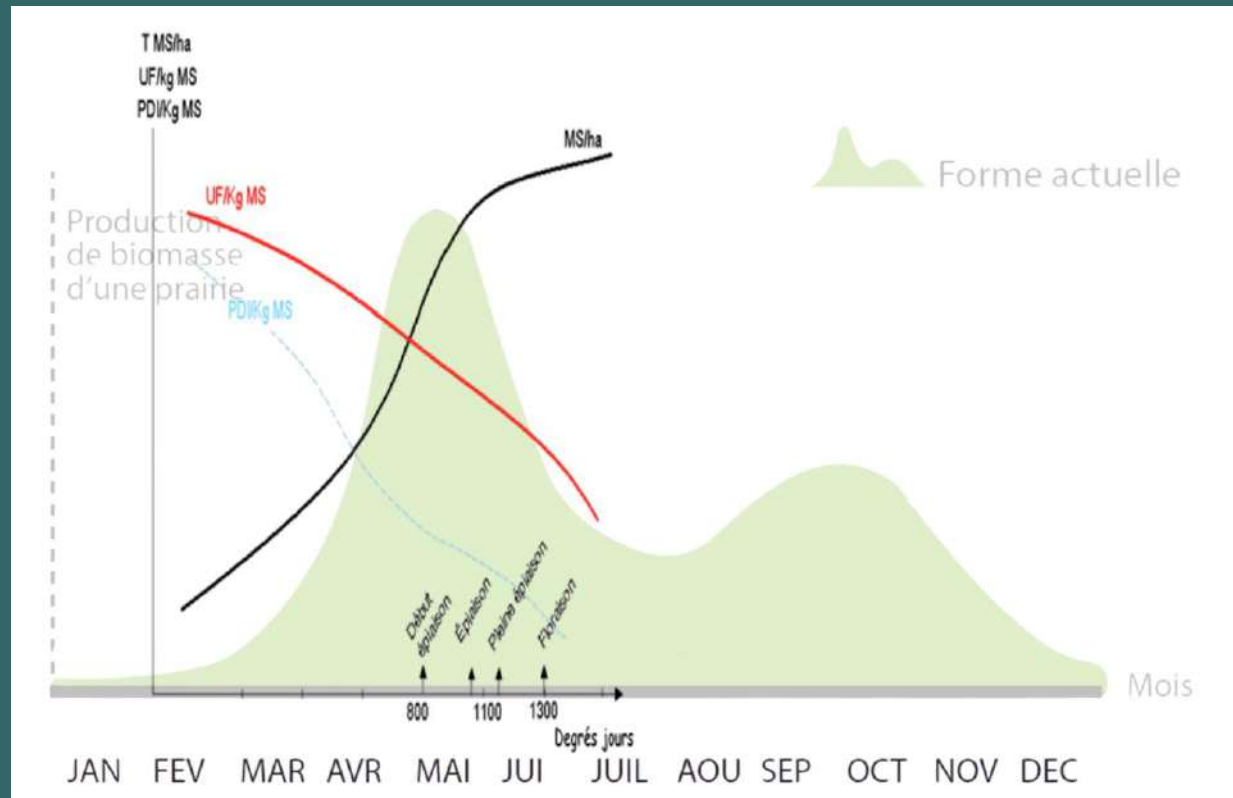
Évolution du **rendement**, du **taux d'UF** & du **taux de PDI** du foin en fonction des degrés-jour (Bouchet-Lannat, 2025)



# Introduction

La qualité du foin dépend **de son stade de maturité**

Évolution du **rendement**, du **taux** d'UF, du **taux de PDI** & de la biomasse du foin en fonction des degrés-jour  
(Modifié d'après Bouchet-Lanna, 2025 ; Morel, 2023)



# Introduction

*Une météo souvent handicapante lors de la fenaison*

Dans le Jura, en 2021 :

Arrêté au 22 Octobre 2021			% g/kg MS		/kg MS	g/kg MS		
(EVA Jura, 2021)	Date de coupe		MS	MAT	UFL	PDIN	PDIE	PDIA
PLAINE	avant 29 mai	22/05/21	88,0	76	0,78	48	72	22
	après 30 mai	24/06/21	89,6	79	0,69	51	68	23
	<b>MOYENNE</b>	<b>11/06/21</b>	<b>88,9</b>	<b>78</b>	<b>0,73</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>23</b>

Or, le 11/06/2021 : 1400°Cj en plaine → **Stade de la floraison dépassé**

# Introduction

*Une météo souvent handicapante lors de la fenaison*

Années	Ratio P/ETP			
	Début pâturage à Foins précoces 300-750°Cj	Foins 750-1200°Cj	Regains 1200-1800°Cj	Été 1800-2500°Cj
2021	0,57	1,86	1,07	1,77

(Données calculées via un outil interne à MECA Séchage, avec les données météo de la station de Lons-le-Saunier)

Comparaison du ratio P/ETP à différentes périodes climatiques

↪ **Si P/ETP compris entre 0,33 et 0,67 :**

Production des prairies **très affectée** par le sec

↪ **Si P/ETP compris entre 1 et 1,5 :**

Production des prairies **importante** mais les **conditions de récolte peuvent devenir difficiles**

↪ **Si P/ETP > 1,5 :**

Production des prairies **importante** mais les **récoltes difficiles voir impossibles**. La qualité des fourrages est très impactée.

En 2021, 6j isolés sans pluie avant le 28 mai (1150°Cj)

→ Fenaison **difficile**  
→ Séchage au sol **impossible**

# Introduction

(Données calculées via un outil interne à MECA Séchage, avec les données météo de la station de Lons-le-Saunier)

*Une météo souvent handicapante lors de la fenaison*

Comparaison du ratio P/ETP à différentes périodes climatiques

Si P/ETP < 0,33 :

Production des prairies **faible à très faible** ("peu de production")

Si P/ETP compris entre 0,33 et 0,67 :

Production des prairies **très affectée** par le sec

Si P/ETP compris entre 0,67 et 1 :

Production des prairies **peu affectée** par le sec

Si P/ETP compris entre 1 et 1,5 :

Production des prairies **importante** mais les **conditions de récolte peuvent devenir difficiles**

Si P/ETP > 1,5 :

Production des prairies **importante** mais les **récoltes difficiles voir impossibles**. La qualité des fourrages est très impactée.

Années	Ratio P/ETP			
	Début pâturage à Foins précoces 300-750°Cj	Foins 750-1200°Cj	Regains 1200-1800°Cj	Été 1800-2500°Cj
2005	2.32	0.73	0.64	0.28
2006	1.68	0.9	0.62	1.04
2007	0.57	1.62	0.97	1.03
2008	2.48	0.6	1.15	0.93
2009	0.6	0.27	0.94	0.56
2010	0.84	0.78	0.56	1
2011	0.28	0.25	0.68	1.29
2012	1.92	1.61	1.23	0.49
2013	2.07	1.35	0.43	0.61
2014	0.38	0.94	0.34	2.07
2015	1.77	0.51	0.25	0.43
2016	2.25	2.4	0.83	0.44
2017	0.3	1.02	0.31	0.82
2018	0.5	1.64	0.33	0.23
2019	0.76	1.2	0.58	0.74
2020	0.16	1.33	0.47	0.17
2021	0.57	1.86	1.07	1.77
2022	0.58	0.39	0.57	0.08
2023	1.06	0.53	0.54	0.44
2024	1.25	1.91	1.08	0.57
2025	0.94	0.71	0.51	0.38

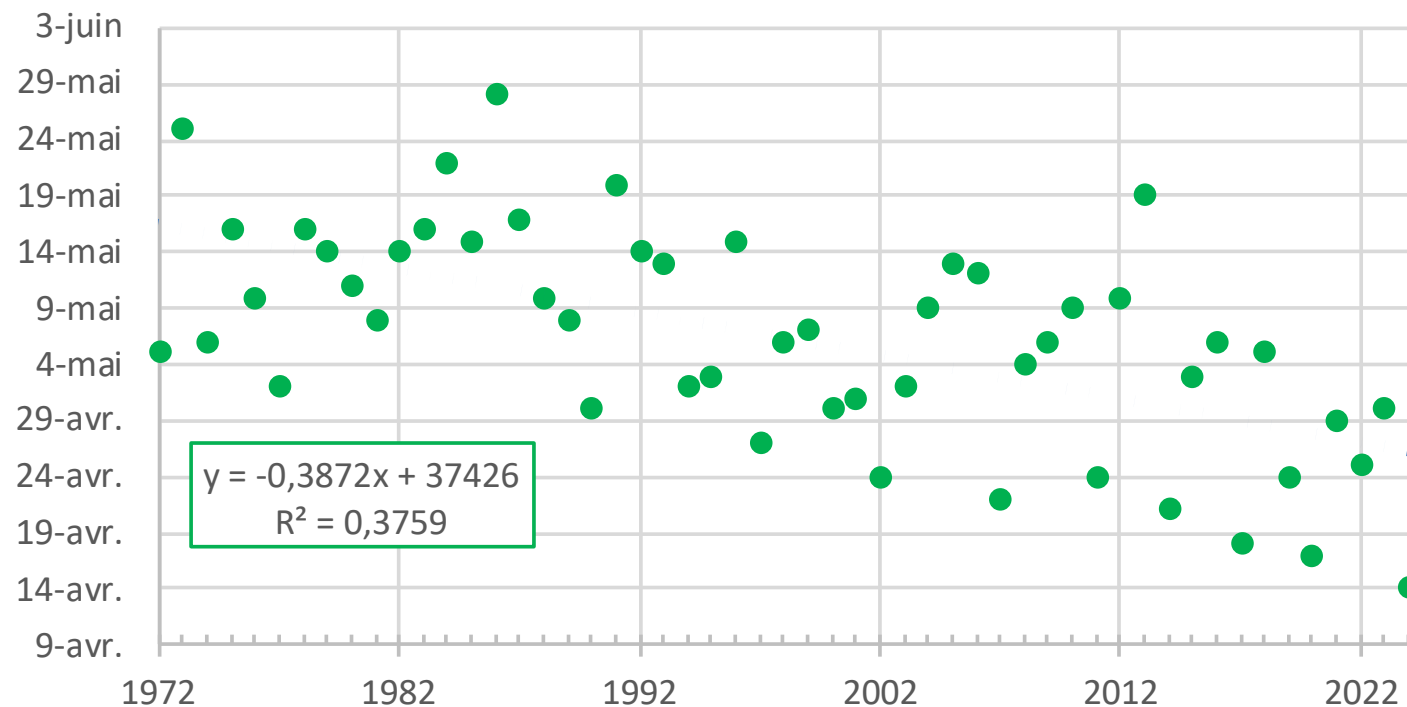


# Introduction

*Un climat qui évolue d'année en année*

À partir de la station de Lons-le-Saunier (Jura) :

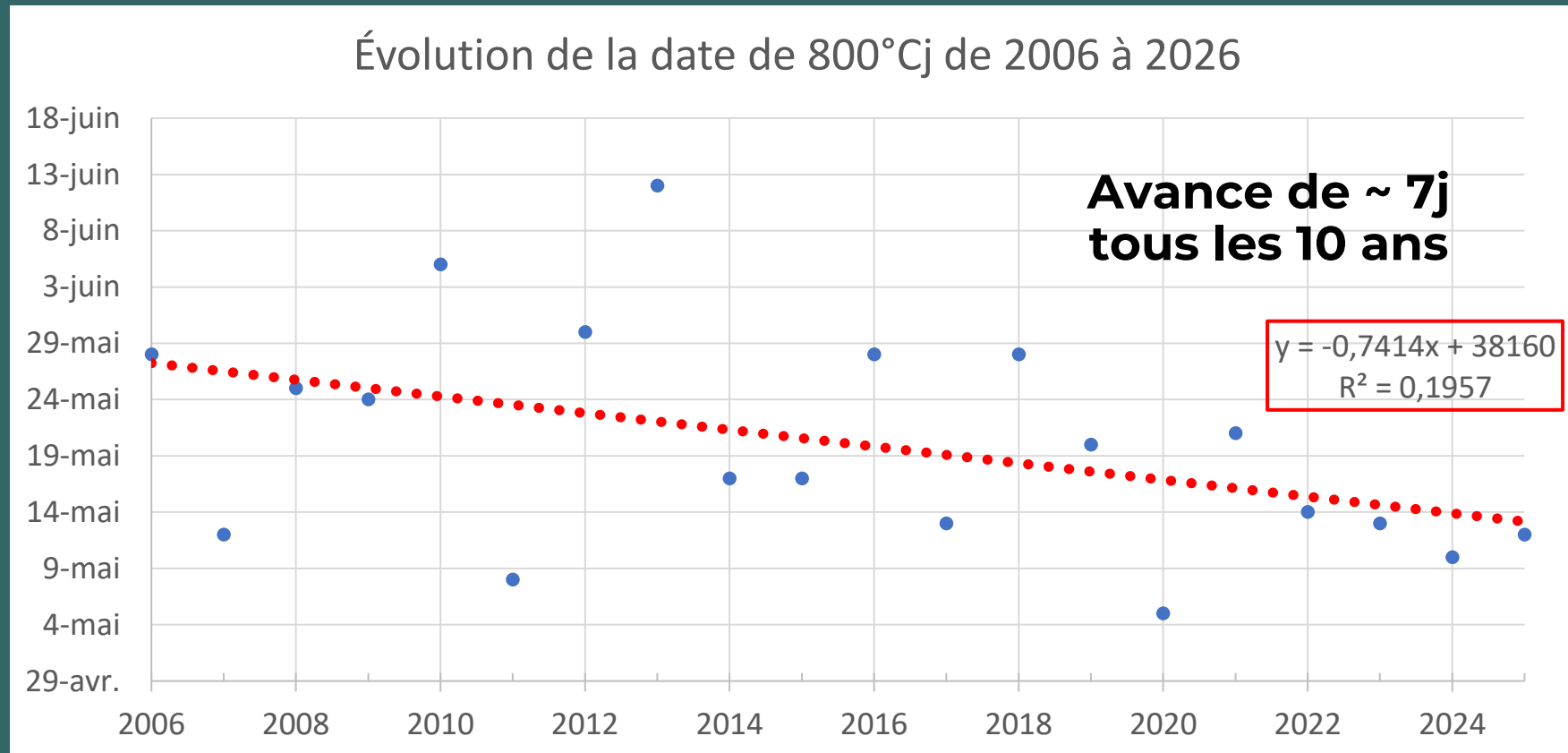
**Avance de ~ 4j  
tous les 10 ans** Évolution de la date de 800°Cj  
de 1972 à 2024



# Introduction

*Un climat qui évolue d'année en année*

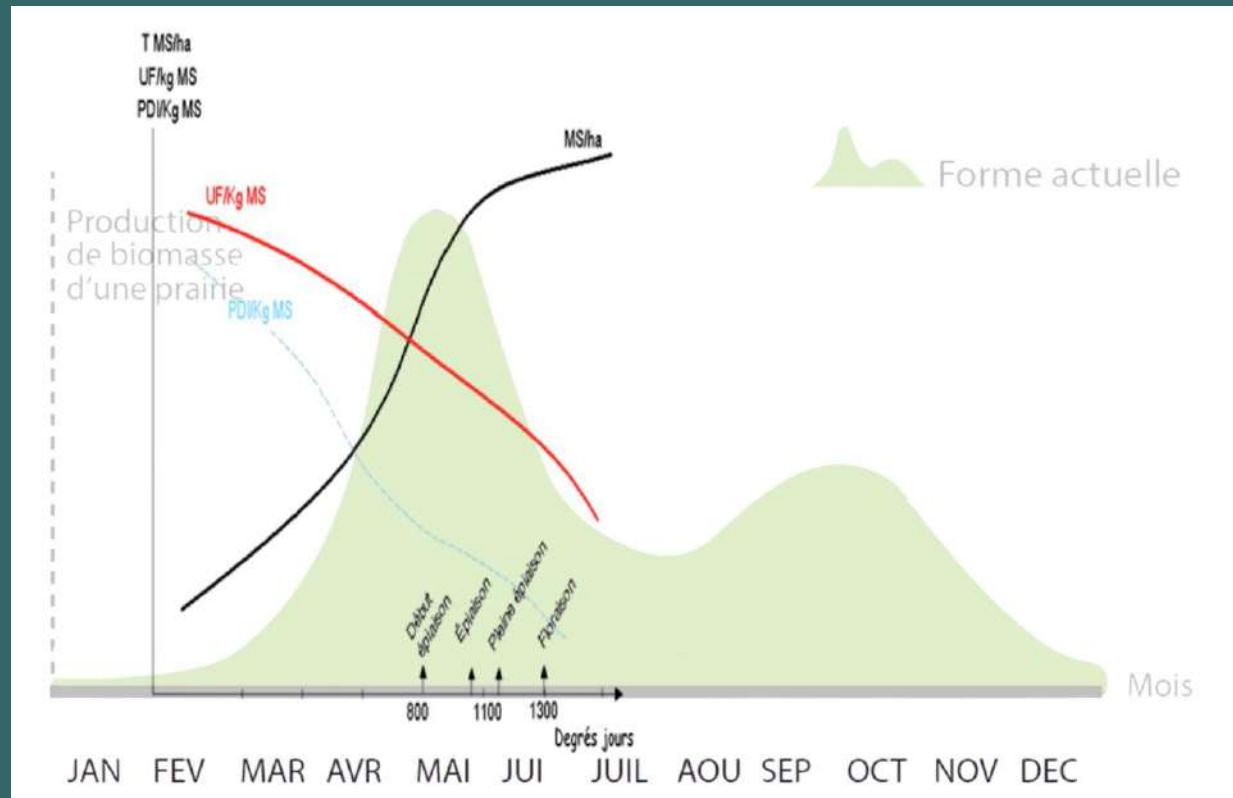
À partir de la station de Mende (Lozère) :



# Introduction

*Un climat qui évolue d'année en année*

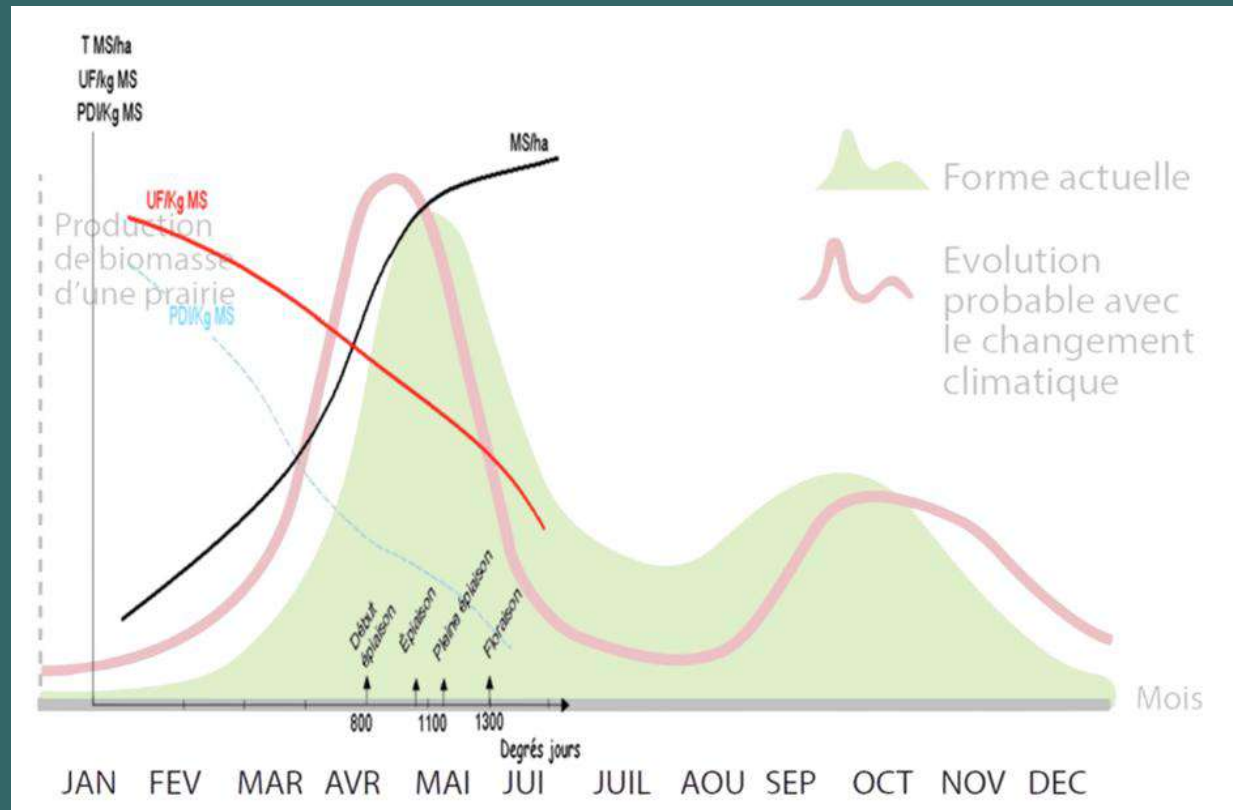
Évolution du **rendement**, du **taux** d'UF, du **taux de PDI** & de la biomasse du foin en fonction des degrés-jour  
(Modifié d'après Bouchet-Lanna, 2025 ; Morel, 2023)



# Introduction

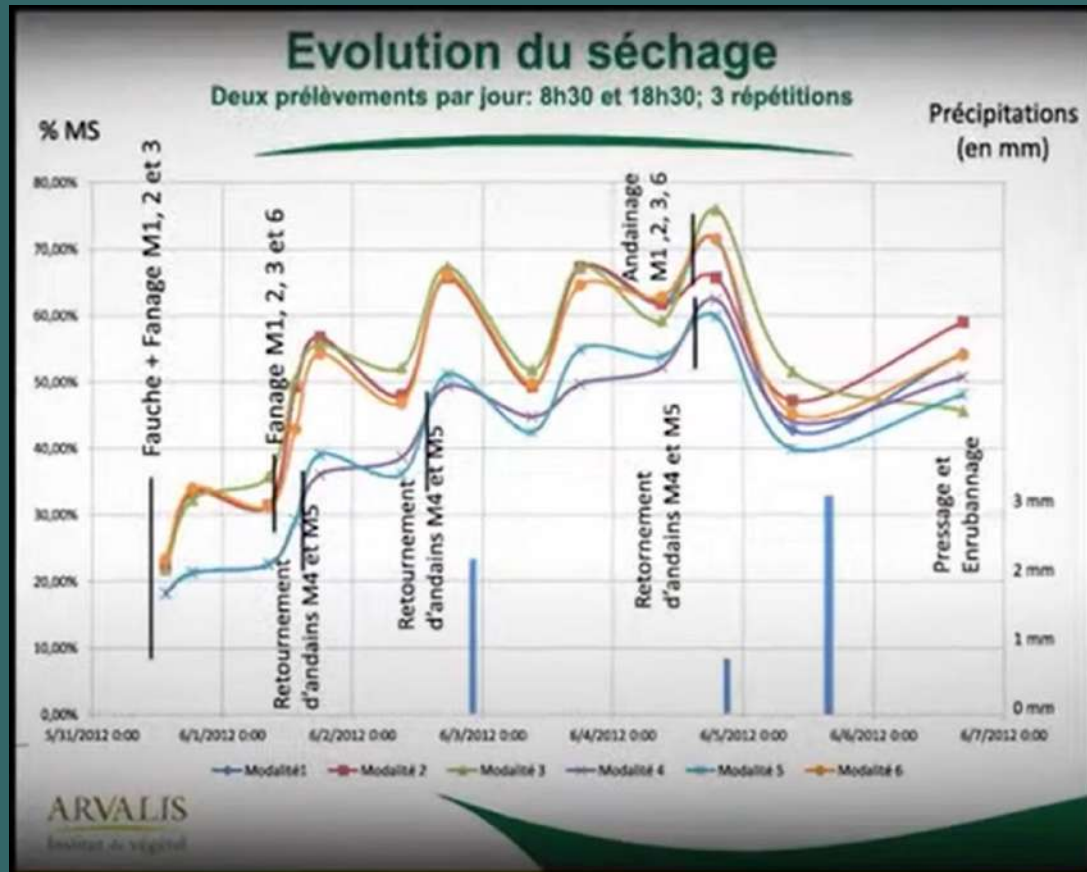
*Un climat qui évolue d'année en année*

Évolution du **rendement**, du **taux** d'UF, du **taux de PDI** & de la biomasse du foin en fonction des degrés-jour  
(Modifié d'après Bouchet-Lanna, 2025 ; Morel, 2023)



# Introduction

## La cinétique de séchage



Date	Tn	Tx	RR	ETP
30/05	13	23	1,8	4,3
31/05	11	22	0	4,4
01/06	11	24	0	4,9
02/06	15	27	2,2	5,2
03/06	12	20	0	3,7
04/06	9	18	0,9	3,6
05/06	9	19	3,2	3,9
06/06	13	20	0	3,5
07/06	12	19	3,4	3,4

Données météo d'une station proche de la Jaillère (Angers) du 30/05/2012 au 07/06/2012.  
 - Conditions moyennes : nuageux  
 - ETP calculée à partir de la formule de Hargreaves



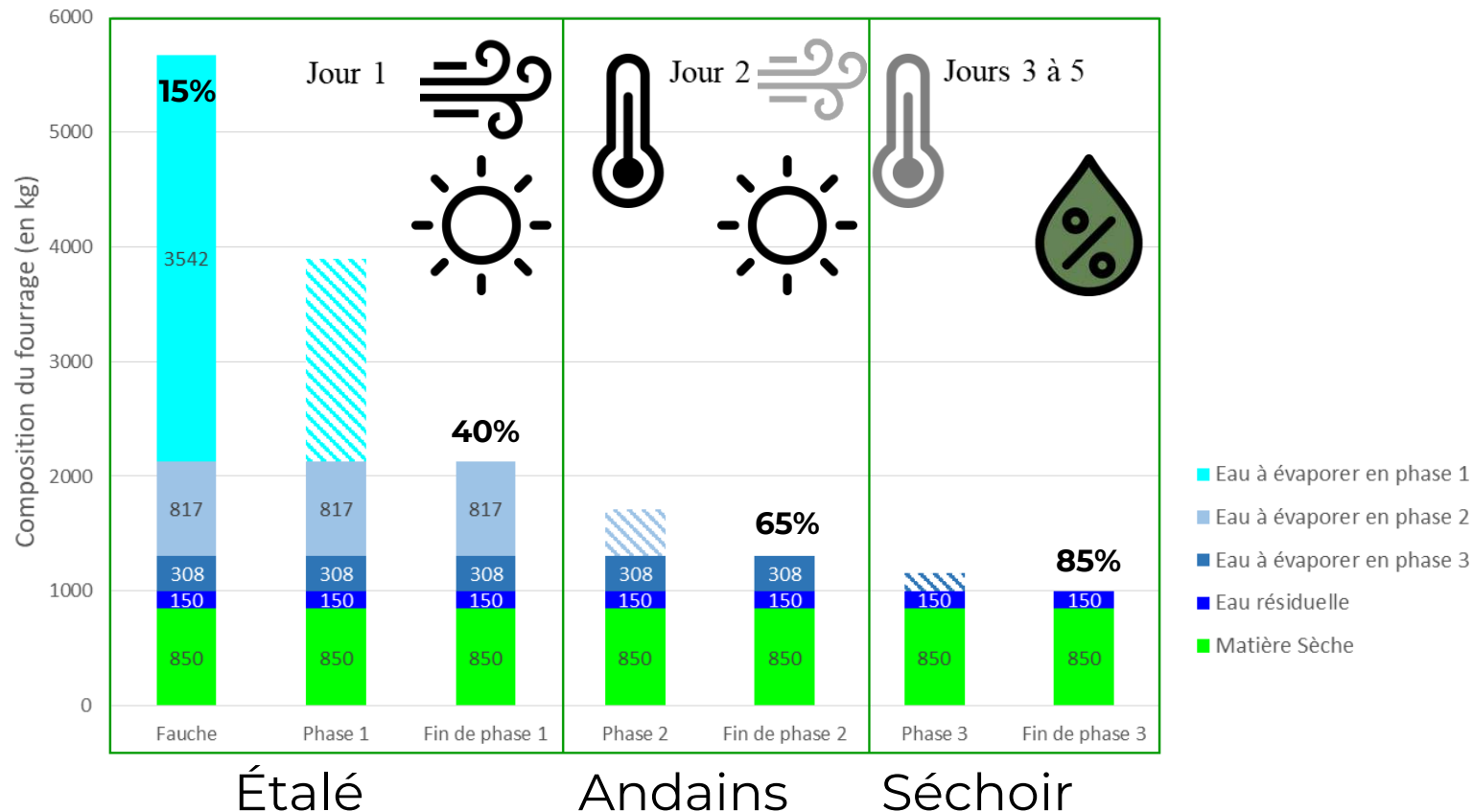
Données Arvalis Institut du végétal,  
 d'après une expérimentation sur le site de la Jaillère (44) du 31 mai au 6 juin 2012

Source : **Arvalis**, 2011. Récolter de la luzerne en foin [vidéo]. <https://www.youtube.com/watch?v=fTVqrdqebLQ>

# Introduction

## La cinétique de séchage

Les différentes phases de séchage du fourrage  
(pour 1 t85 soit 1000 kg de fourrage à 85% de MS)



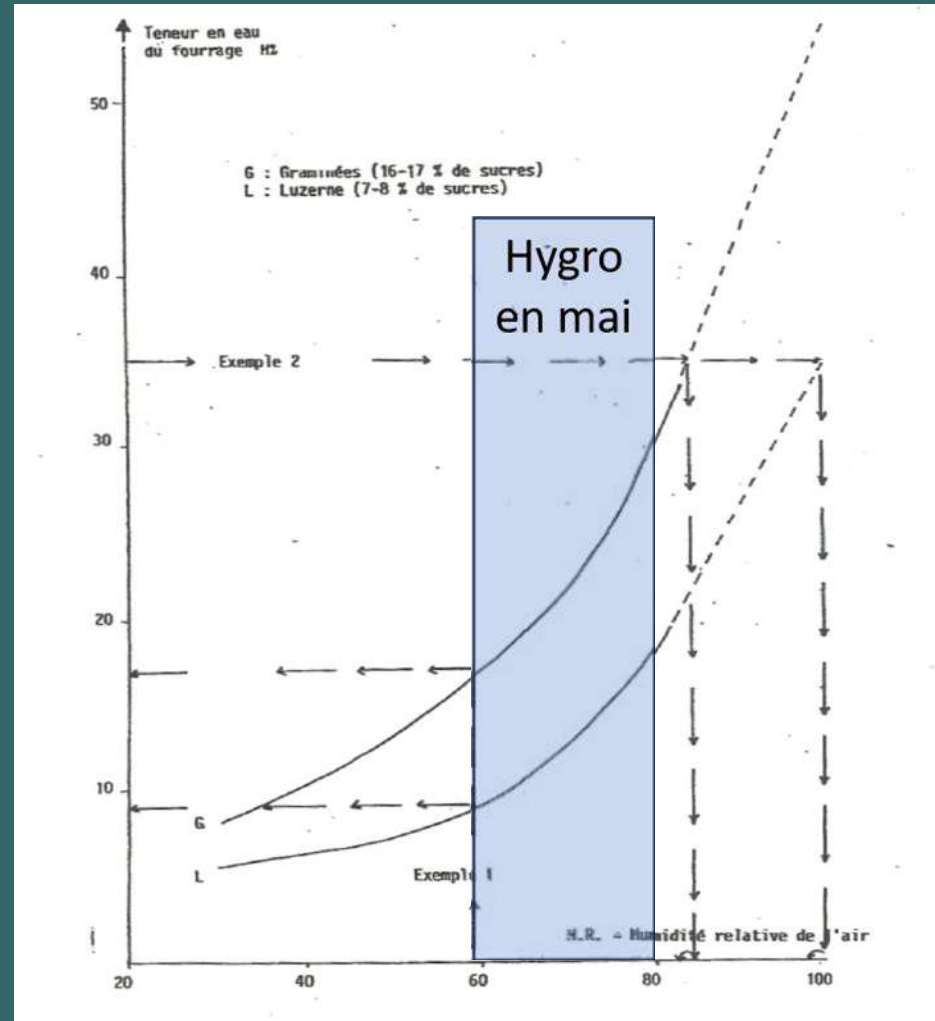
- Plus le produit est humide, plus il a besoin d'air pour sécher
- Le début du séchage peut se faire à froid avec un air « assez » humide
- La fin du séchage nécessite un air sec
- La température n'est qu'un accélérateur du séchage

# Introduction

## La cinétique de séchage

Travaux de : Shepperd Australie 1958  
Du C.N.E.E.N.A.  
De l'I.T.C.F.

Figure n°9: Equilibre hygroscopique Air-Fourrage à 20°C



# Introduction

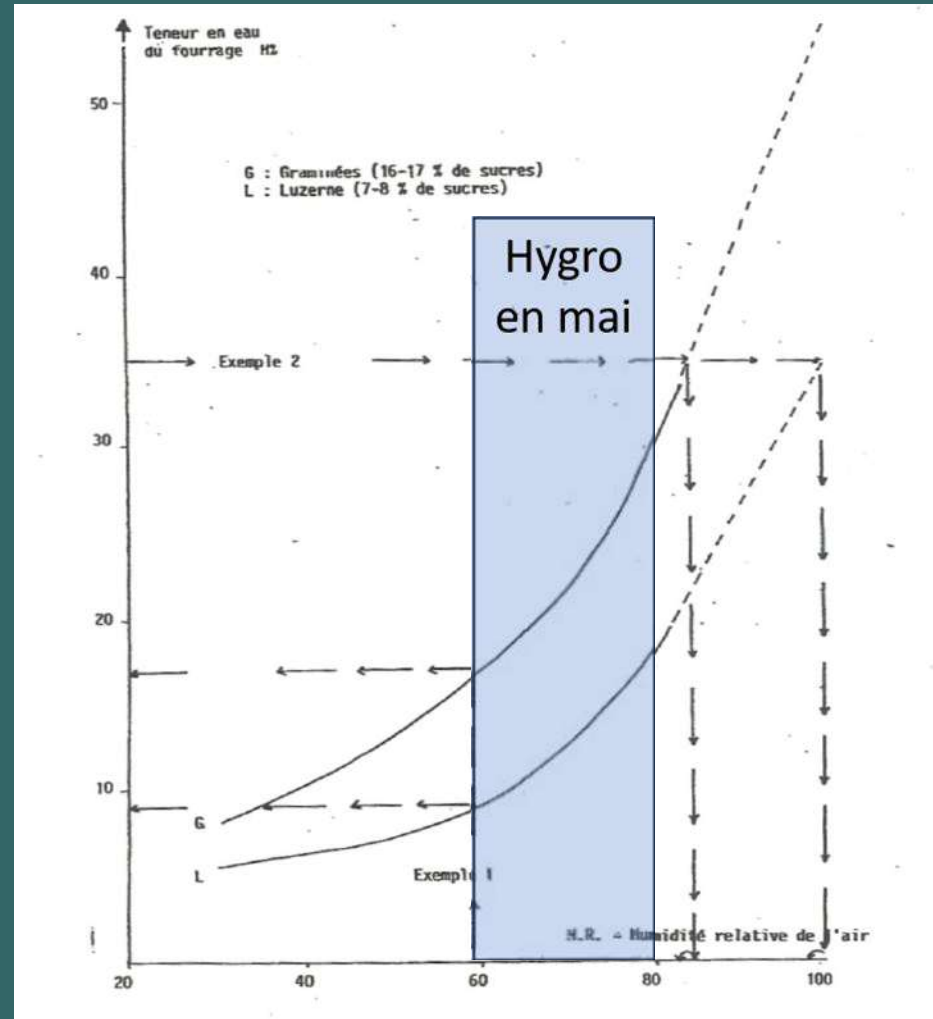
## La cinétique de séchage

Travaux de : Shepperd Australie 1958  
Du C.N.E.E.N.A.  
De l'I.T.C.F.

Figure n°9: Equilibre hygroscopique Air-Fourrage à 20°C

Impossible de stabiliser correctement un foin de graminées au mois de mai !

- Objectif **50% à 55%** d'hygrométrie dans l'air
- Apport d'énergie nécessaire : ventilation forcée



# Problématique

Au vu de l'évolution climatique présentée ci-avant, la question suivante se pose :

Comment ***maintenir une production de foin de qualité malgré un climat de moins en moins favorable à un séchage au sol ?***



# Sommaire

- ↪ Introduction
- ↪ **Le séchage en grange**
- ↪ Les autres modes de séchage
- ↪ Avantages & inconvénients
- ↪ Étude de cas
- ↪ Conclusion



**MECA Séchage**  
Machinisme Energie Conseil Adaptation

# Le séchage en grange

*En quoi ça consiste ?*

- ↻ Le Séchage en Grange, ou SEG, est une méthode de récolte des fourrages **datant des années 60/70**
- ↻ Stockage du fourrage en vrac dans l'étable avec ventilation pour améliorer la conservation
- ↻ Distribution simplifiée du fourrage
- ↻ Technique permettant de limiter les consommations énergétiques

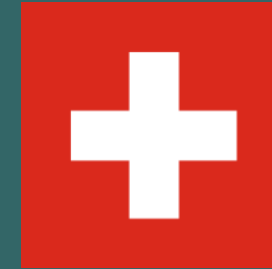
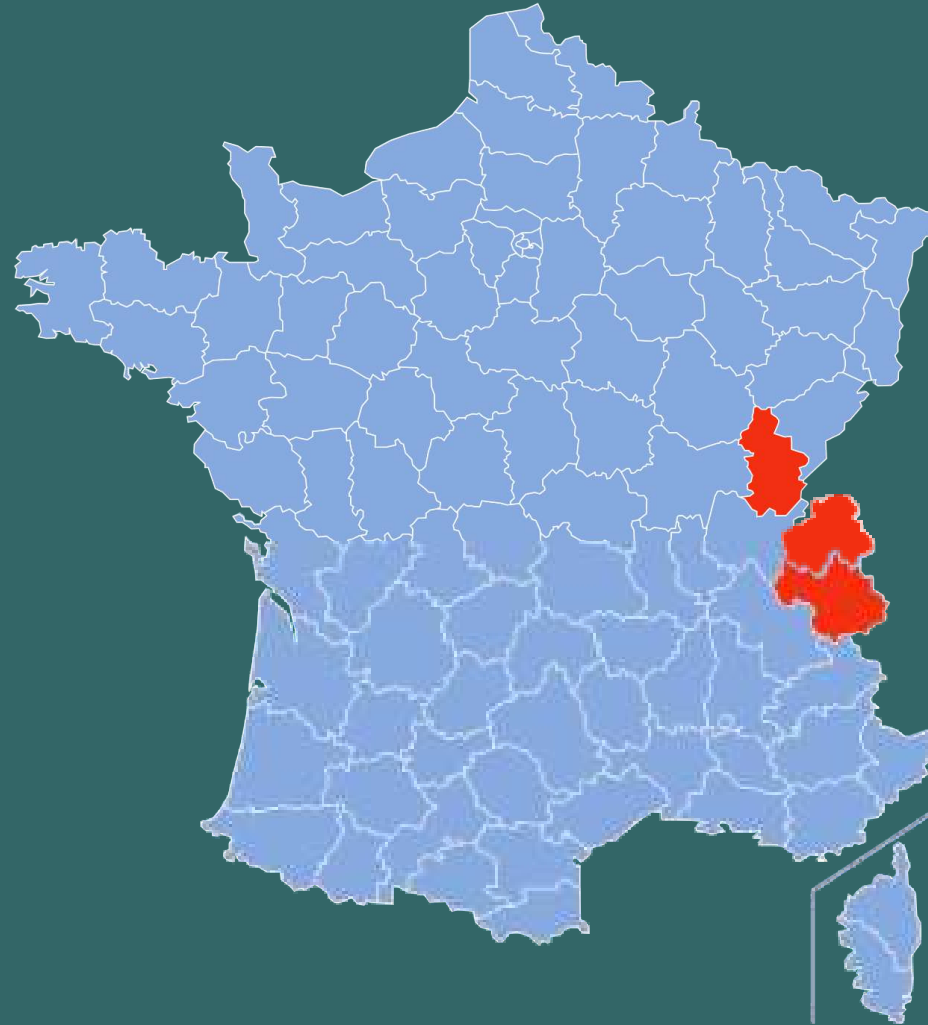


# Le séchage en grange

*En quoi ça consiste ?*

Zones de montagne :

- Alimentation souvent basée sur une ration à base d'herbe
- Altitude & ombres portées des massifs montagneux limitent les conditions de séchage au champ au printemps



(André, 2020 ; Clenet, 2020)

# Le séchage en grange

*En quoi ça consiste ?*



Récolte d'un fourrage encore humide  
(50% à 70% de MS)



Engrangement à l'aide d'une griffe  
suspendue à la toiture

# Le séchage en grange

*En quoi ça consiste ?*



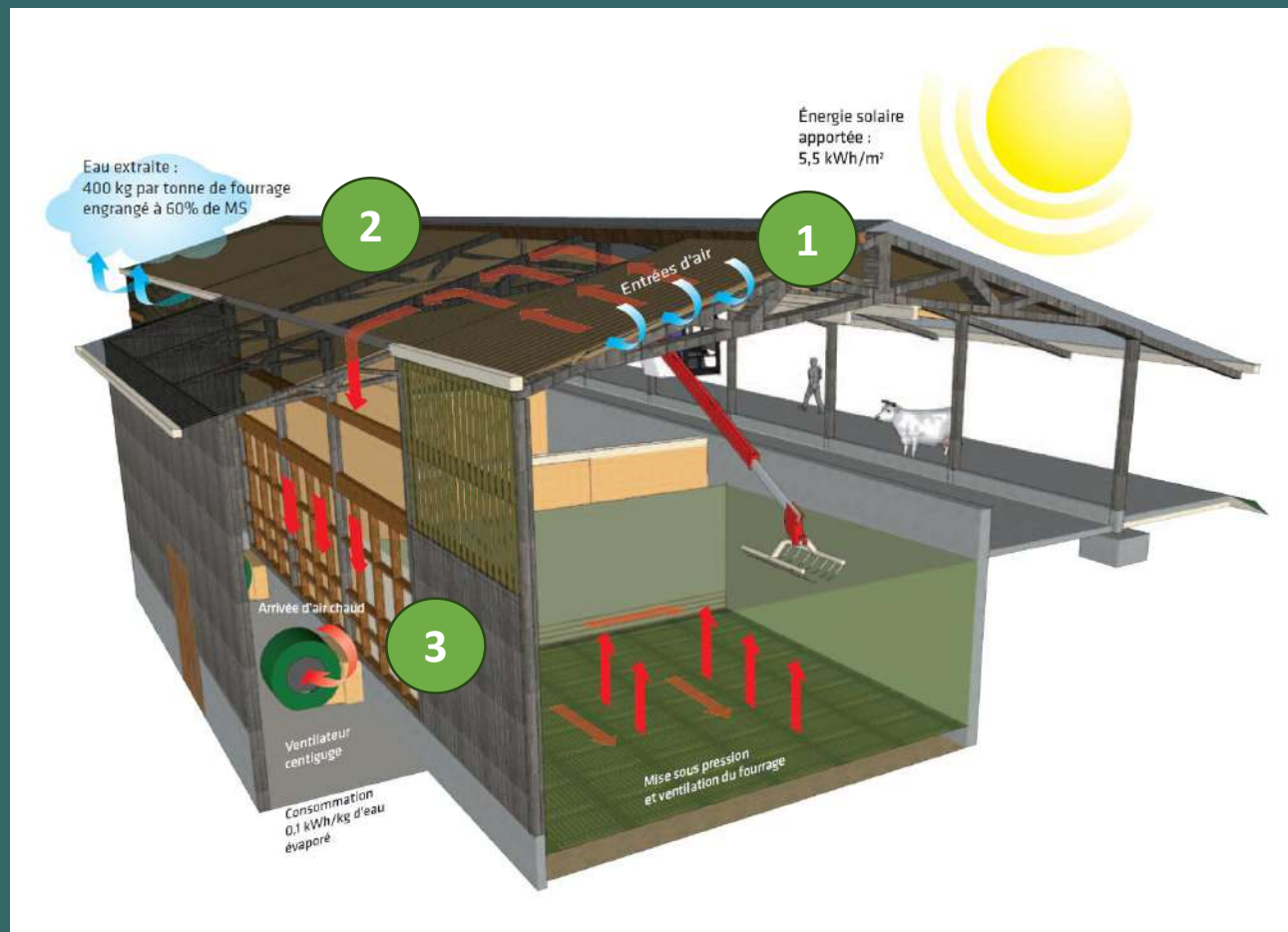
Stockage dans des cases de 100 à 200 m<sup>2</sup>



Séchage en bâtiment via la ventilation d'un air à température ambiante ou réchauffé

# Le séchage en grange

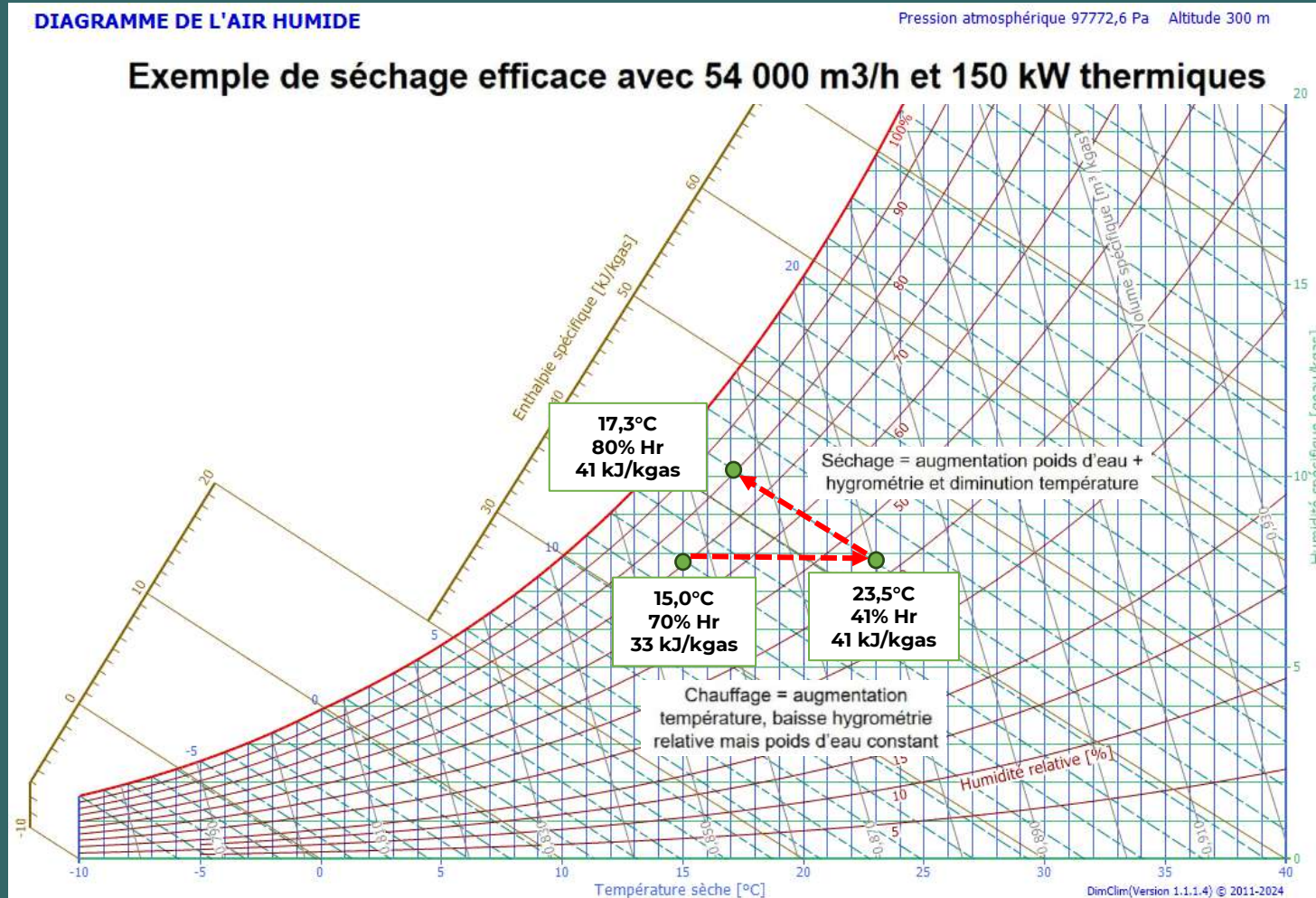
## Le dimensionnement du bâtiment



Modifié d'après Comité Régional Bâtiment (2012)

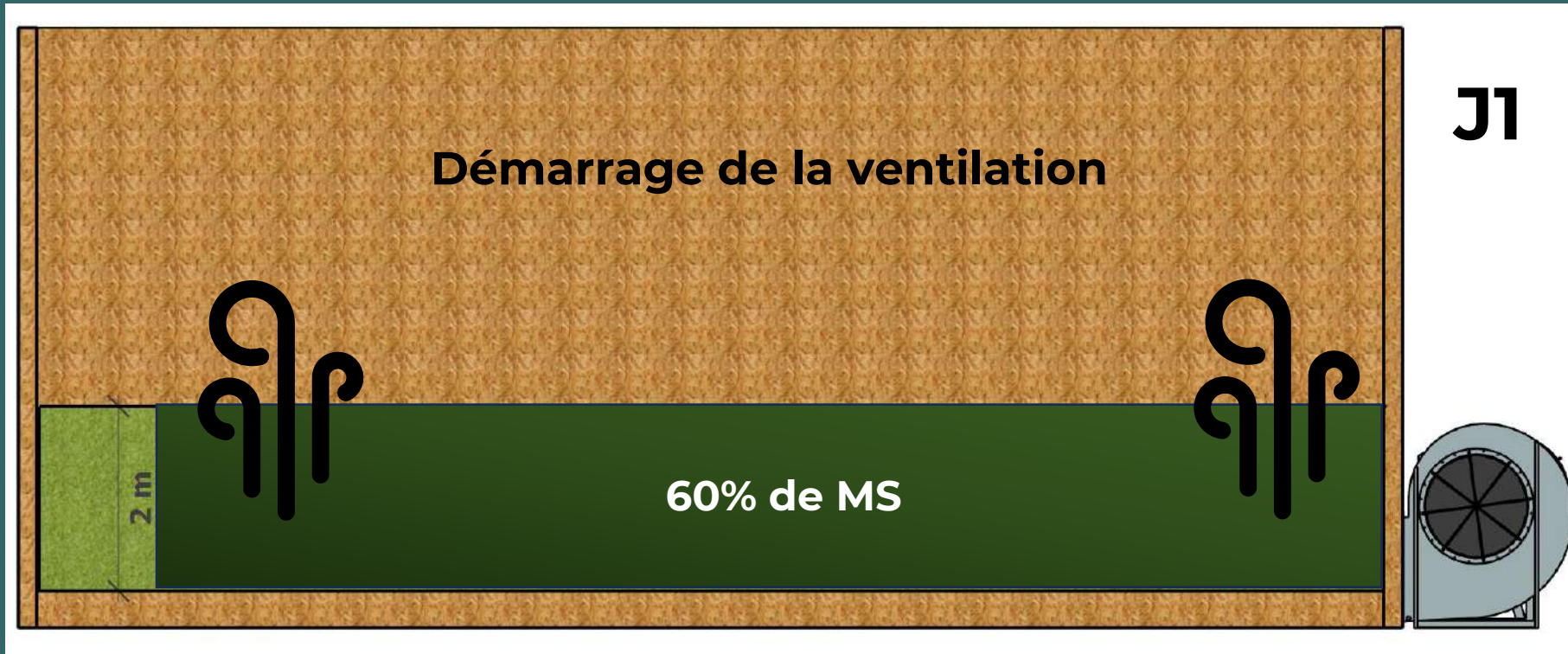
# Le séchage en grange

## Principe physique



# Le séchage en grange

*Principe physique*



**Objectif :** amener le fourrage à ~ 85% de MS

→ **Évacuer l'eau présente dans les plantes pour atteindre l'objectif**

# Le séchage en grange

*Principe physique*

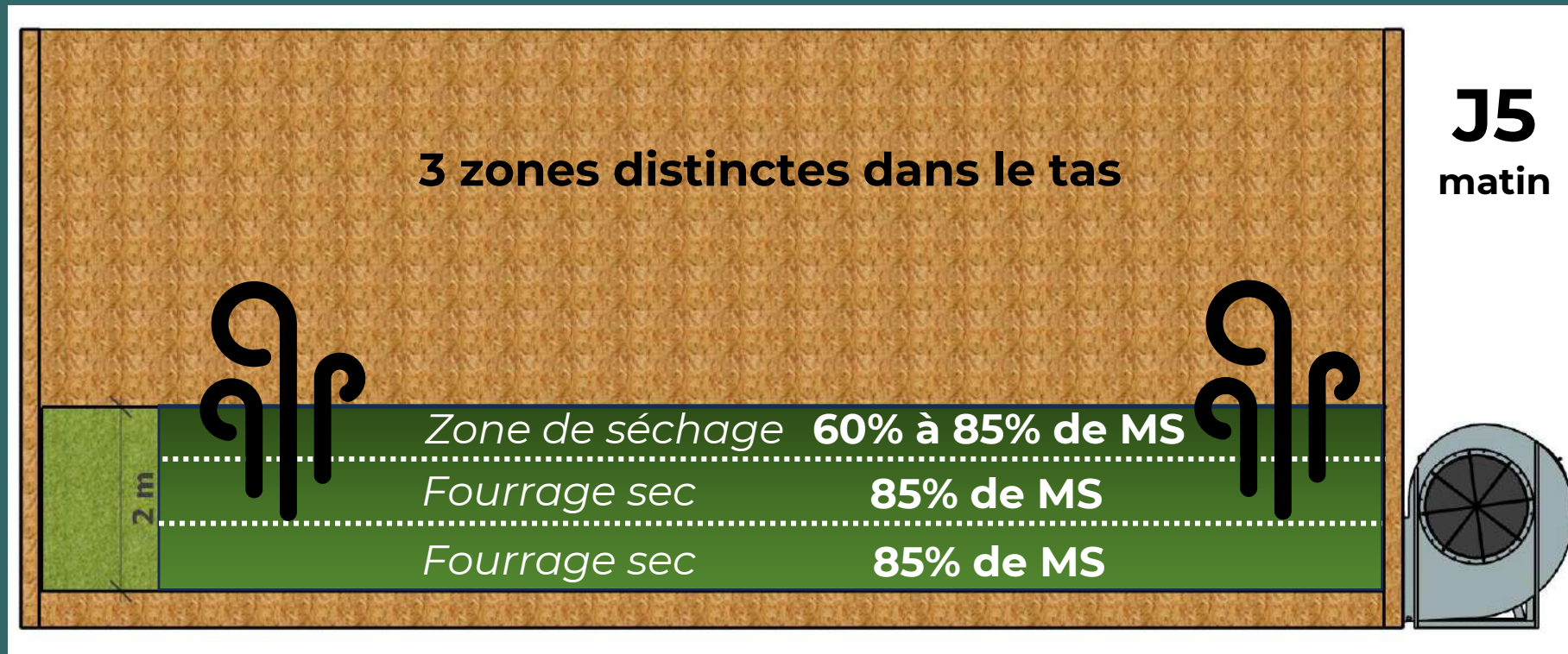


**Objectif :** amener le fourrage à ~ 85% de MS

→ **Évacuer l'eau présente dans les plantes pour atteindre l'objectif**

# Le séchage en grange

*Principe physique*

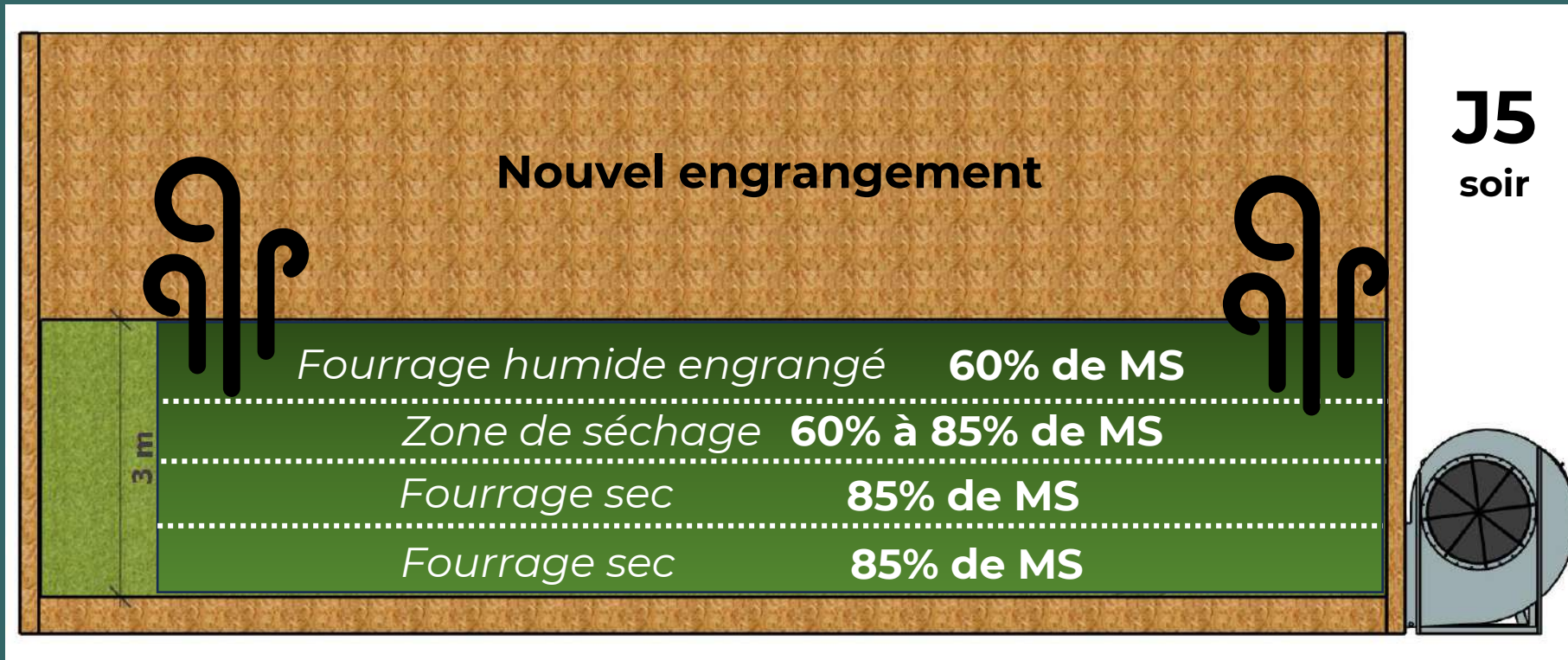


**Objectif :** amener le fourrage à ~ 85% de MS

→ Évacuer l'eau présente dans les plantes pour atteindre l'objectif

# Le séchage en grange

Principe physique



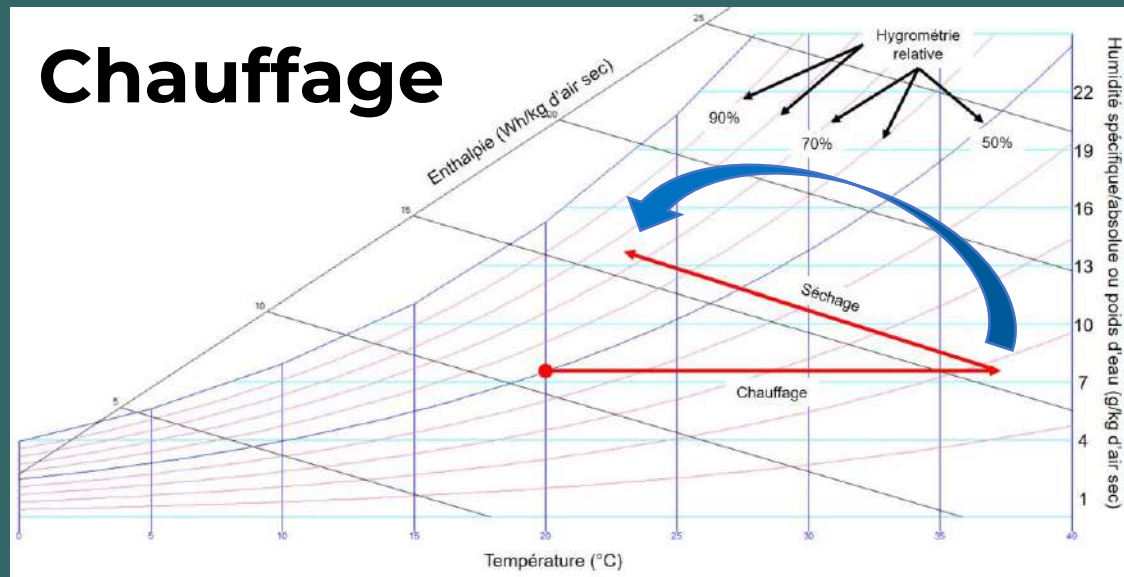
**Objectif :** amener le fourrage à ~ 85% de MS

→ **Évacuer l'eau présente dans les plantes pour atteindre l'objectif**

# Le séchage en grange

Deux méthodes d'assèchement de l'air

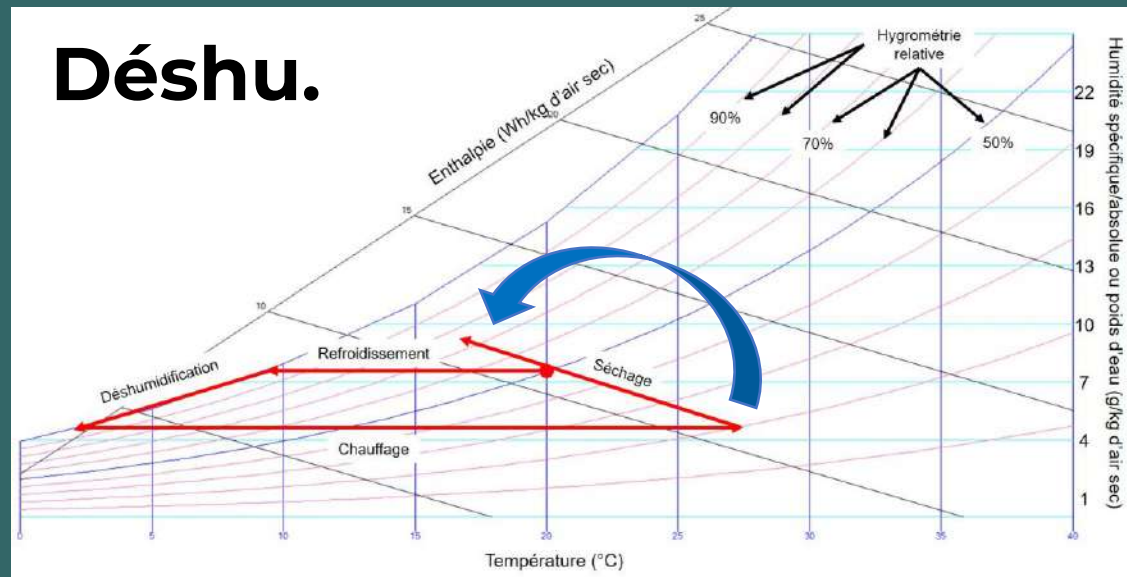
## Chauffage



Adapté aux climats continentaux et froids  
Le + performant en France métropolitaine

**Risque de température trop importante**

## Déshu.



Adapté aux climats maritimes/tropicaux  
( $T^{\circ} > 25^{\circ}\text{C}$  avec humidité importante) ou  
pour les produits sensibles à la température

**Attention aux faibles températures (gel des batteries) et aux faibles hygrométries**

# Le séchage en grange

Deux méthodes d'assèchement de l'air

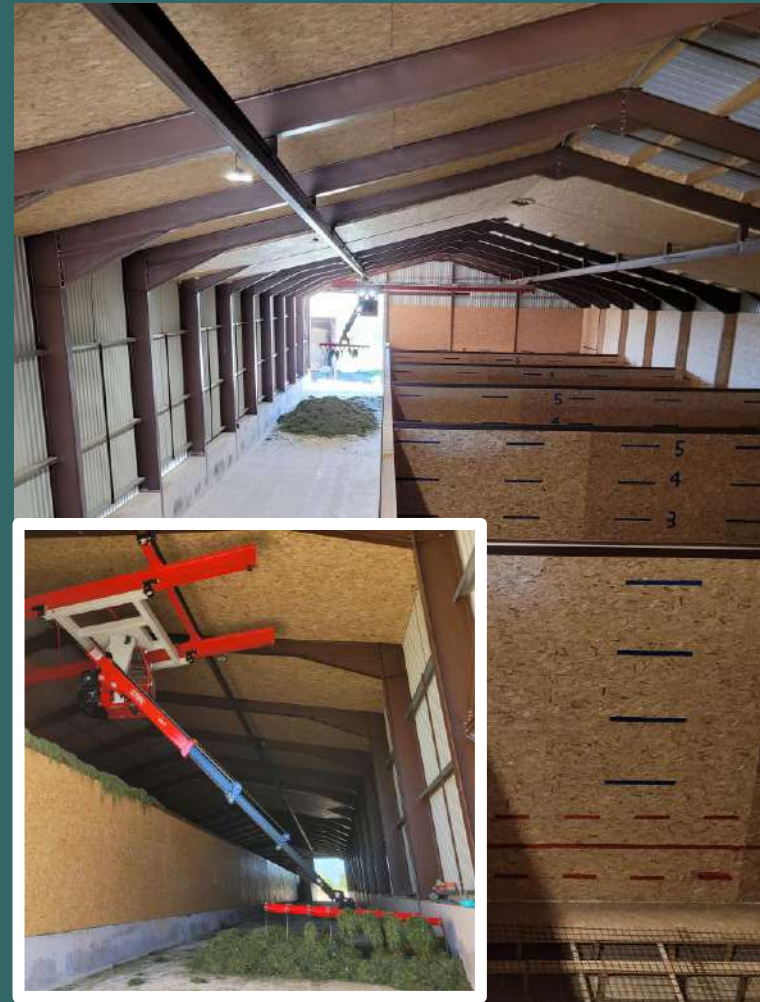
		Chauffage					
Traitement d'air	Air ambiant	Solaire passif	Fioul / gaz	Biomasse	Chaleur fatale	Pompe à chaleur	Déshumidificateur avec recyclage
Critères							
Performance séchage	X	-	++	++	+ / ++	+ / ++	+
Entretien	++	++	+	+ / -	+	+ / -	-
Technicité	+	+	++	+	++	+ / -	-
Logistique	++	++	+	+ / -	++	++	++
Surface nécessaire	++	+ / -	++	+ / -	+	+ / -	+ / -
Efficience (kWh/l eau)	+ / ++	+ / ++	X	-	-	+	+ / -
CAPEX	++	+	+	-	+ / -	-	-
OPEX	+	+ / ++	-	+ / -	++	-	X
OPEX + CAPEX / tMS	5 - 15 €	15 - 25 €	25 - 35 €	20 - 30 €	5 - 15 €	20 - 35 €	30 - 45 €

Comparaison sur la base de séchoirs « moyens » pour des fermes de 50 à 100 vaches laitières

# Le séchage en grange

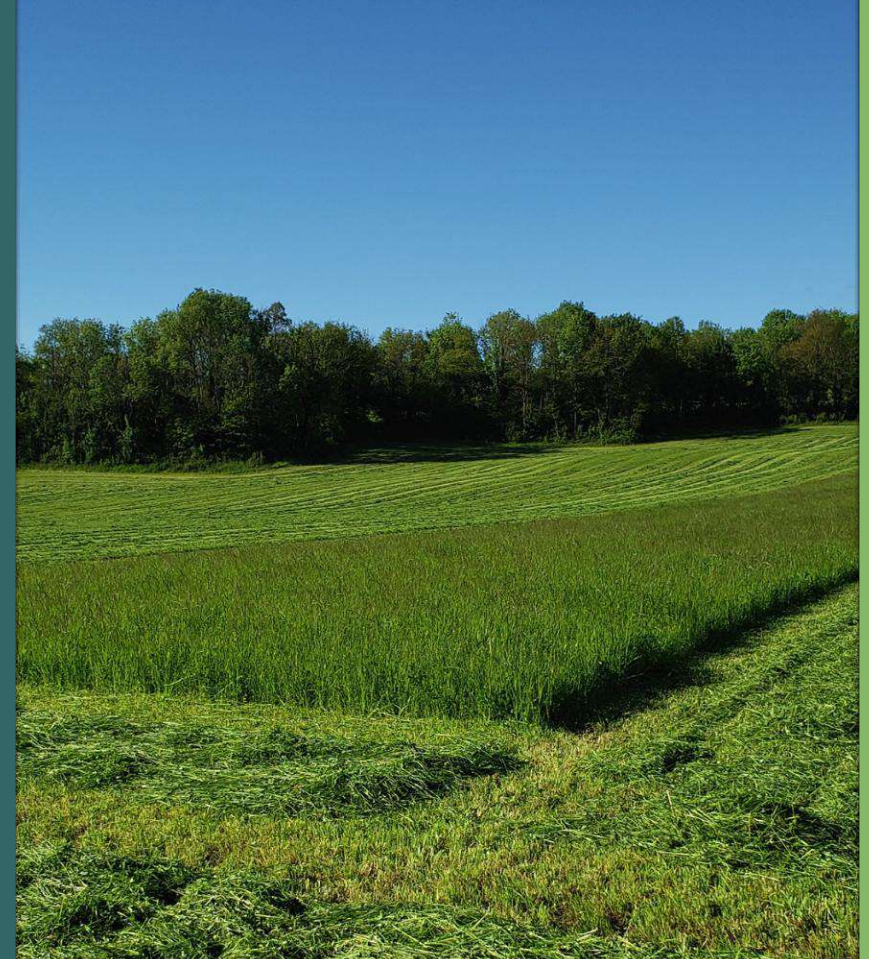
## Les particularités de cette technique

- ⌋ Fourrage transporté à l'autochargeuse
- ⌋ Manutention à la griffe
- ⌋ Séchage et stockage dans la même cellule  
→ fonctionnement couche par couche
- ⌋ Historiquement au-dessus de l'étable dans les systèmes montagnards
- ⌋ Système le plus utilisé car rendement maximal
- ⌋ Frais d'investissement (**CAPEX**) élevés
- ⌋ Frais d'entretien (**OPEX**) faibles à moyens



# Sommaire

- ↪ Introduction
- ↪ Le séchage en grange
- ↪ **Les autres modes de séchage**
- ↪ Avantages & inconvénients
- ↪ Étude de cas
- ↪ Conclusion



**MECA Séchage**  
Machinisme Energie Conseil Adaptation

# Les autres modes de séchage

## Le séchage bottes



- ⌋ Fourrage pressé au champ
- ⌋ Manutention au chargeur / télescopique
- ⌋ Séchage et stockage séparés sur l'exploitation  
→ fonctionnement tournée par tournée
- ⌋ Historiquement des systèmes autoconstruits pour sauver quelques bottes
- ⌋ Peu de modifications de la chaîne de récolte
- ⌋ CAPEX faibles à moyens
- ⌋ OPEX moyens



Source : Clim'Air 50 et Elreha

24/04/2026

Florian DALOZ - MECA Séchage - 06 38 02 93 57 - floriandaloz.sechage@gmail.com

# Les autres modes de séchage

## Le séchage bottes



- ↪ Beaucoup d'énergie et séchage de petits lots (manutention ++)
- ↪ Séchage en 8h à 24h
- ↪ Rapide à installer et possibilité d'essayer (revente)

Ventil. 50 à  
100 ch

# Les autres modes de séchage

## Le séchage bottes



- ↻ Capacité d'engrangement élevée et manutention réduite
- ↻ Séchage en 40h à 60h efficaces
- ↻ Maçonnerie importante et manutention simple

Ventil. 50 ch

# Les autres modes de séchage

## Le séchage bottes



- ↪ Capacité d'engrangement fixe manutention importante (inversion bottes)
  - ↪ Séchage en 3 à 7 jours
  - ↪ Valorisation des surfaces / bâtiments existants
- Ventil. 10 à 20 ch

# Les autres modes de séchage

## Le séchage multi-produits



- ⌋ Fourrage en vrac ou bottes carrées
- ⌋ Manutention au chargeur ou griffe sur roues
- ⌋ Séchage et stockage séparés sur l'exploitation → fonctionnement tournée par tournée
- ⌋ Système polyvalent mieux amorti sur la durée d'exploitation
- ⌋ Séchage céréales et bois possible
- ⌋ CAPEX moyens
- ⌋ OPEX moyens



# Les autres modes de séchage

## Les tapis déshydrateurs



- ⌋ Fourrage préfané ensilé
- ⌋ Manutention au chargeur et/ou automatisée
- ⌋ Séchage en continu et reconditionnement
- ⌋ Historiquement pour valoriser la luzerne en zone céréalière ou la chaleur des méthaniseurs
- ⌋ Séchage pulpes, céréales, bois et autres produits possible
- ⌋ CAPEX élevés
- ⌋ OPEX élevés

# Les autres modes de séchage

## *Les tapis déshydrateurs*



# Les autres modes de séchage

## Comparatif des techniques

Solution de séchage	Processus de récolte (Chantier)	Avantages principaux (Les +)	Contraintes et limites (Les -)
<b>Séchage en grange</b>	Fenaison suivie d'un transport à l'autochargeuse pour un chantier simplifié	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendement de séchage intéressant</li> <li>- Adapté aux petites parcelles</li> <li>- Reconditionnement possible les jours de pluie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limité à une distance de transport de 10 km</li> <li>- Nécessite une longueur de fibres d'au moins 10 cm</li> <li>- Emprise au sol importante</li> </ul>
<b>Séchage en bottes</b>	Pressage direct aux champs après la fenaison, facilitant le transport sur plateau	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transport routier plus rapide</li> <li>- Solution économe en bâtiment et idéale pour la luzerne (feuilles emprisonnées)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite un fourrage plus sec au départ (min. 70% MS)</li> <li>- Demande une manutention importante et des créneaux de récolte plus longs</li> </ul>
<b>Séchage multiproduits</b>	Séchage vrac ou bottes selon les besoins	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Très grande polyvalence (céréales, bois, miscanthus, ...)</li> <li>- Permet des prestations de service et une utilisation toute l'année</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demande une emprise au sol importante pour le stockage</li> <li>- Offre des performances moins optimales car moins spécialisées</li> </ul>
<b>Tapis déshydrateur</b>	Utilisation de fourrage préfané ensilé avec une mise au séchoir automatisée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctionnement en continu</li> <li>- Accepte des produits très humides et peut être couplé à une unité de granulation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Processus technique plus complexe</li> <li>- Coût d'installation élevé et inadapté aux fibres longues</li> </ul>

# Sommaire

- ↪ Introduction
- ↪ Le séchage en grange
- ↪ Les autres modes de séchage
- ↪ **Avantages & inconvénients**
- ↪ Étude de cas
- ↪ Conclusion



**MECA Séchage**  
Machinisme Energie Conseil Adaptation

# Avantages & inconvénients



## Qualité des fourrages

Récolte de foins en 2025 dans le Jura :

FOINS JURA																
Conservation	Moyenne Date	NB	MS	CB	NDF	MAT	ADF	ADL	MM	Sucres	DMO	UFL	PDI	BPR	PDIA	UEL
Fané au sol par beau temps	02/06/2025	66	91,2	342	622	79	352	49	59	129	57,8	0,70	67	-37	18	1,12
Ventilé en grange	23/05/2025	29	88,2	314	578	86	318	40	61	154	62,5	0,78	71	-36	21	1,08

## Année idéale pour les foins

Années	Début pâturage à Foins précoces 300- 750°Cj	Foins 750-1200°Cj	Regains 1200-1800°Cj	Été 1800-2500°Cj
2025	0.94	0.71	0.51	0.38
<b>Ratio P/ETP</b>				

2025

+ 7g de MAT

+ 25g de sucres

+ 0,08 UF

+ 4g de PDI

+ 5% de dMO

# Avantages & inconvénients



## Qualité des fourrages

Récolte de foins en 2024 dans le Jura :

		DATE DE COUPE	Nb éch.	g/kg MS								%	/ kgMS	g/kg MS			
				MS	MAT	CB	NDF	ADF	ADL	Suc. Sol.	MM			dMO	UFL (2018)	PDI (2018)	BPR (2018)
VENTILE	MOYENNE	10/06/24	26	88,9	74	357	643	365	50	117	57,3	57,5	0,70	65	-41	17	1,11
SOL	MOYENNE	25/06/24	40	90,2	66	376	680	392	59	123	53,2	52,7	0,62	61	-43	14	1,16

## Mauvaise année pour les foins

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 2025            | 2024           |
| + 7g de MAT     | + 8g de MAT    |
| + 25g de sucres | + 6g de sucres |
| + 0,08 UF       | + 0,08 UF      |
| + 4g de PDI     | + 4g de PDI    |
| + 5% de dMO     | + 5% de dMO    |

Années	Début pâturage à Foins précoces 300-750°Cj	Foins 750-1200°Cj	Regains 1200-1800°Cj	Été 1800-2500°Cj
2024	1.25	1.91	1.08	0.57
<b>Ratio P/ETP</b>				

- Recherche d'autonomie massique et/ou protéique favorisée
- Moins de dépendance à la météo pour un fourrage de qualité

# Avantages & inconvénients



## Production laitière

2025 & 2024

+ **0,08 UF**

+ **4g de PDI**

Pour une ration à 15 kg de MS :

⌋ **0,08 \* 15 = + 1,2 UF**

⌋ **4 \* 15 = + 60g de PDI**

Besoins de production pour **1 kg de lait** à 40 de TB et 31 de TP :

⌋ **0,44 UFL/kg de lait**

⌋ **48g de PDI/kg de lait**

Gain de production grâce à cette ration :

⌋ **+ ~2,5 L de lait grâce aux UF**

⌋ **+ ~1 L de lait grâce aux PDI**

*Méthodes et calculs réalisés par F. DUBIEF (EVA Jura)*

# Avantages & inconvénients



## Production laitière

2025 & 2024

+ **0,08 UF**

+ **4g de PDI**

Gain de production grâce à cette ration :

☺ + ~2,5 L de lait grâce aux UF

☺ + ~1 L de lait grâce aux PDI → lait réellement permis

Bilan technique 2024/2025  
des adhérents d'EVA Jura

Gain de concentré grâce à cette ration :

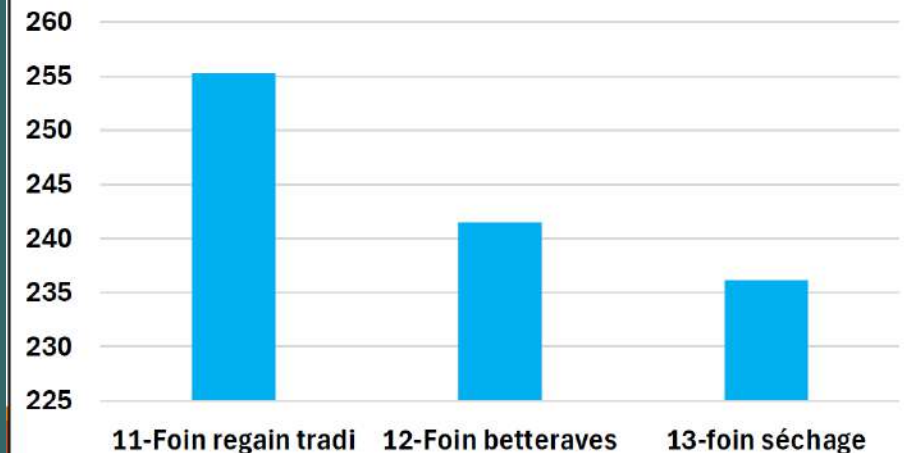
1 kg d'orge x 200 j

= 200 kg concentré / VL x 200 €/t

= 40€/VL pour 7 000 litres de lait

= **6 €/1000 l de gain en coût de concentré**

Gr de Concentré par kg lait



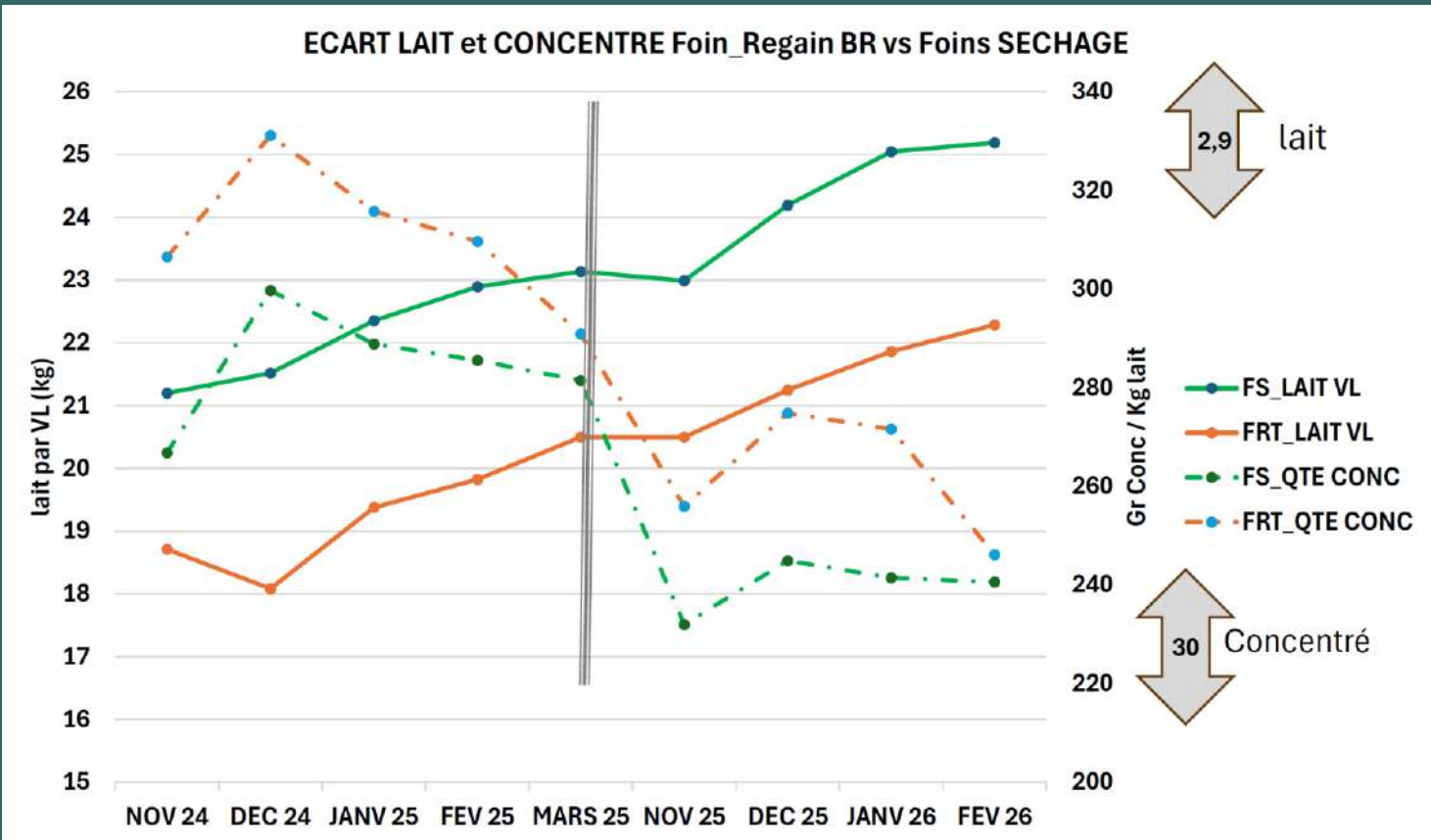
Méthodes et calculs réalisés par F. DUBIEF (EVA Jura)

# Avantages & inconvénients



## Production laitière

Bilan production hiver 2024 & 2025 des adhérent d'EVA Jura



	TB gr/kg	TP gr/kg
<b>11-Foin regain tradi</b>	<b>37,5</b>	<b>33,1</b>
<b>12-Foin betteraves</b>	<b>37,6</b>	<b>33,3</b>
<b>13-foin séchage</b>	<b>37,5</b>	<b>33,1</b>

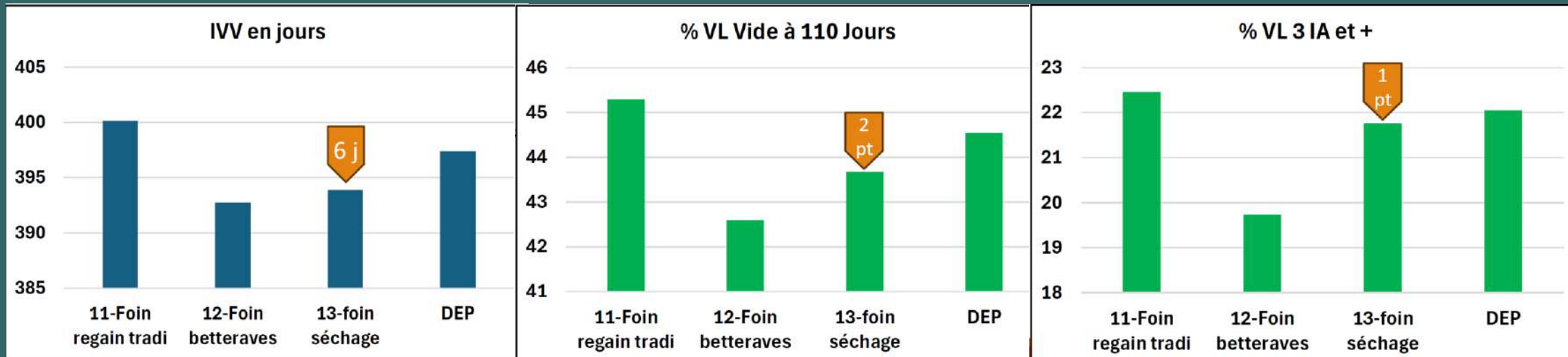
(Dubief, 2026)

# Avantages & inconvénients



## Gestion de l'élevage

Bilan technique 2024/2025 des adhérent d'EVA Jura



(Dubief, 2026)

**+ réduction des problèmes sanitaires due à l'utilisation de fourrages humides**

*listériose, butyriques, concentration de cellules dans le lait*

(Beudou, 2024)

# Avantages & inconvénients



## Coût de l'investissement initial



### Enquête de Berchoux et al (2025) concernant le séchage dans la région

CAPEX concernant les bâtiments et équipements :

- ↻ Séchoirs ayant une capacité de séchage de 250 à 400 tMS/an  
→ **750 à 900€/tMS**
- ↻ Séchoirs ayant une capacité de séchage < 250 tMS/an  
→ **1 200 à 1 700€/tMS**

### + rappel des prix pour le traitement d'air

Traitement d'air	Air ambiant	Solaire passif	Fioul / gaz	Biomasse	Chaleur fatale	Pompe à chaleur	Déshumidificateur avec recyclage
Critères							
OPEX + CAPEX / tMS	5 - 15 €	15 - 25 €	25 - 35 €	20 - 30 €	5 - 15 €	20 - 35 €	30 - 45 €

# Avantages & inconvénients



## Coût de l'investissement initial

		Séchage individuel			Séchage individuel						
En € /T MS /an		Foin au champ	Ensilage	Enrubannage	Séchage balles rondes		Séchage vrac				
					Coûts de construction 2018						
RECOLTE	Fauche	11 €	11 €	11 €	11 €		11 €				
	Fanage	9 €	5 €	9 €	9 €		5 €				
	Andainage	5 €	5 €	5 €	5 €		5 €				
	Pressage	20 €		20 €	20 €						
	Ensilage / Enrubannage		21 €	38 €							
	Auto-chargeuse						Cf. séchage				
	Transport / manutention	4 €	8 €	4 €	6 €		2 €				
	<b>TOTAL</b>	<b>49 €</b>	<b>50 €</b>	<b>87 €</b>	<b>51 €</b>		<b>23 €</b>				
SECHAGE	<b>Investissement</b>				Brûleur	Déshumificateur	Simple	Brûleur	Bois	Solaire	Déshumif.
	Matériel de base				45 €	71 €	114 €	118 €	128 €	120 €	141 €
	Fonctionnement				30 €	15 €	15 €	23 €	17 €	12 €	13 €
	<b>TOTAL</b>				<b>75 €</b>	<b>86 €</b>	<b>129 €</b>	<b>141 €</b>	<b>145 €</b>	<b>132 €</b>	<b>154 €</b>
STOCK.	Conditionnement balles										
	Transport										
	Stockage	25 €	24 €		25 €	25 €					
<b>TOTAL</b>	<b>74 €</b>	<b>74 €</b>	<b>87 €</b>	<b>151 €</b>	<b>162 €</b>	<b>152 €</b>	<b>164 €</b>	<b>168 €</b>	<b>155 €</b>	<b>177 €</b>	
	PCAE	11 €	8 €		11 €	27 €	20 €	20 €	23 €	21 €	27 €
	Sur-coût avec subv.		3 €	24 €	77 €	72 €	69 €	81 €	82 €	71 €	87 €

# Avantages & inconvénients



## Coût de l'investissement initial

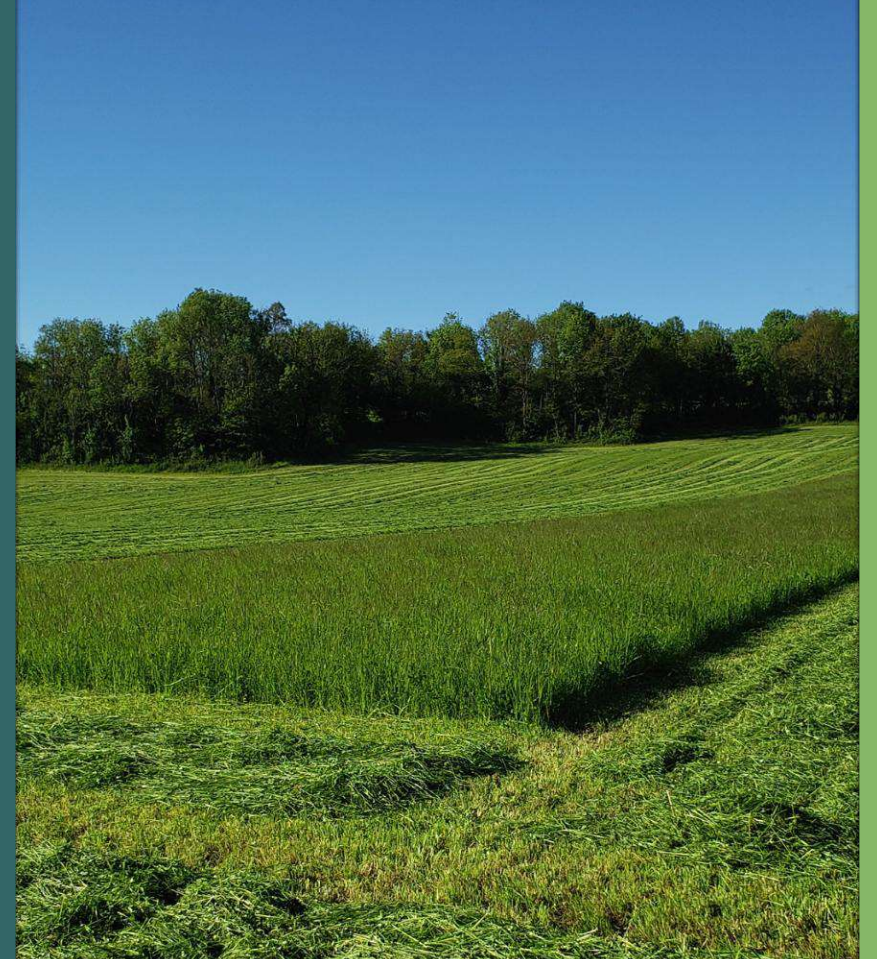
**L'investissement est unique pour chaque projet, car il dépend de :**

- ⌚ L'année de construction & des cours des matières premières
- ⌚ La nature du séchage
- ⌚ Les équipements : panneaux solaires, déshumidificateur, ventilation automatique...
- ⌚ La taille du séchoir
- ⌚ La construction d'un nouveau bâtiment ou l'extension d'un existant
- ⌚ La part d'auto-construction

(Beudou, 2024)

# Sommaire

- ↪ Introduction
- ↪ Le séchage en grange
- ↪ Les autres modes de séchage
- ↪ Avantages & inconvénients
- ↪ **Étude de cas**
- ↪ Conclusion



**MECA Séchage**  
Machinisme Energie Conseil Adaptation

# Étude de cas

## Élevage de VL en Lozère

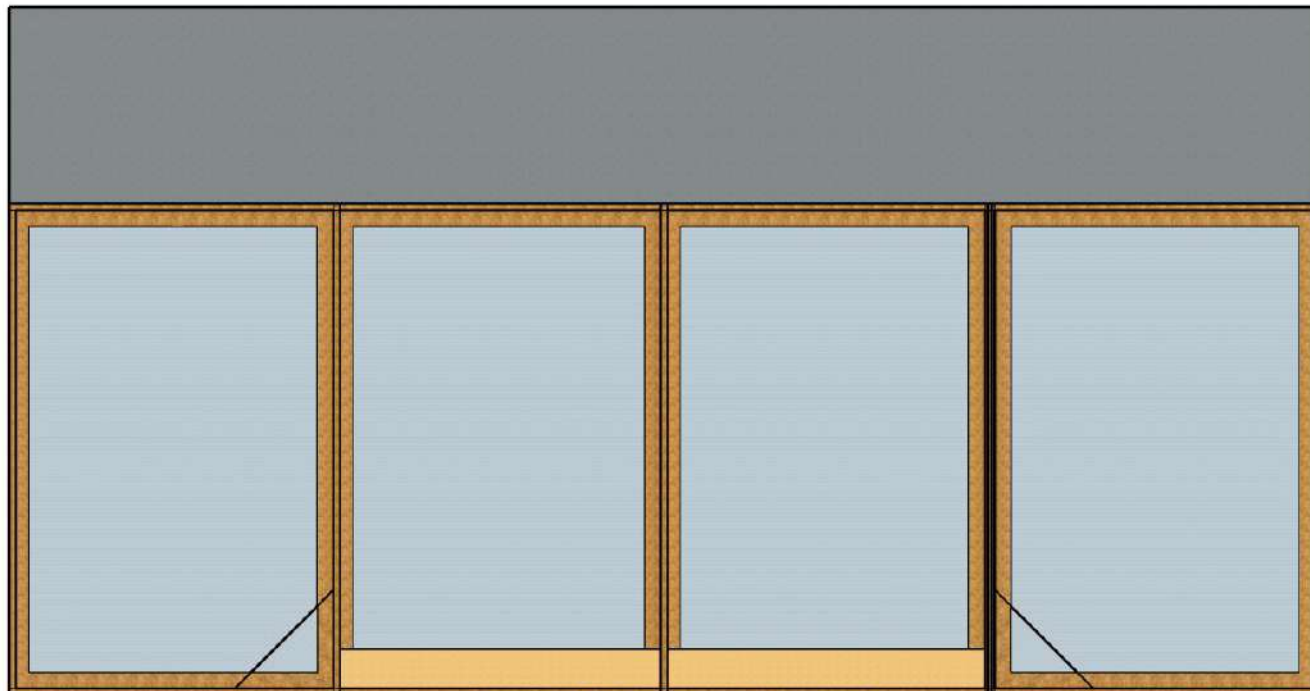
- ⌚ Troupeau ~60 VL de race Brune en ration 100% sèche
- ⌚ Production de lait et transformation fromagère sur la ferme
- ⌚ Séchoir mis en route depuis 2022



# Étude de cas

## Élevage de VL en Lozère

4 cases de 130 m<sup>2</sup> avec un débit de ~45 000 m<sup>3</sup>/h/ventilateur  
Air réchauffé sous la toiture avec panneaux solaires hybrides



2 ventilateurs  
de **22 kW**



# Étude de cas

## Élevage de VL en Lozère

- Troupeau ~60 VL de race Brune en ration 100% sèche
- Production de lait et transformation fromagère sur la ferme
- Séchoir mis en route depuis 2022

Ration en 2022-2023 :



Aliment	Quantité (kg MS/VL)
<b>Fourrages &amp; concentrés</b>	
Betteraves fourragères	2,1
Foin ventilé – <i>Ray-grass &amp; Trèfle violet</i>	7,4
Regain ventilé	8,2
Foin de PN après floraison	0,7
<b>Blé/orge/triticale</b>	<b>0,4</b>

Aliment	Quantité (kg MS/VL)
<b>Complémentation</b>	
Blé/orge/triticale	2,6
Luzerne déshydratée	1,1
Maïs	0,4

Tx MS (%)	UFL (/kg MS)	PDI (g/kg MS)	MAT (g/kg MS)	Amidon (g/kg MS)	NDF (g/kg MS)	CB (g/kg MS)	NDFf (g/kg MS)	dMO (%)	MG (g/kg MS)
67,1	0,85	90	147	100	417	223	371	68	24

# Étude de cas

## Élevage de VL en Lozère

- Troupeau ~60 VL de race Brune en ration 100% sèche
- Production de lait et transformation fromagère sur la ferme
- Séchoir mis en route depuis 2022

Ration en 2022-2023 :

Aliment	Quantité (kg MS/VL)
<b>Fourrages &amp; concentrés</b>	
Betteraves fourragères	2,1
Foin ventilé – <i>Ray-grass &amp; Trèfle violet</i>	7,4
Regain ventilé	8,2
Foin de PN après floraison	0,7
<b>Blé/orge/triticale</b>	0,4



Aliment	Quantité (kg MS/VL)
<b>Complémentation</b>	
Blé/orge/triticale	2,6
Luzerne déshydratée	1,1
Maïs	0,4

**28,6 kg de lait / VL à 42 TB & 34 TP  
194€/1000 L**

# Étude de cas

## Élevage de VL en Lozère

- Troupeau ~60 VL de race Brune en ration 100% sèche
- Production de lait et transformation fromagère sur la ferme
- Séchoir mis en route depuis 2022

Ration en 2025-2026 :



Aliment	Quantité (kg MS/VL)
<b>Fourrages &amp; concentrés</b>	
Foin précoce ventilé	4,6
Foin de PN	1,7
Regain ventilé – <i>RG &amp; TV</i>	4,4
Regain ventilé - <i>Luzerne &amp; Dactyle</i>	4,1
Méteil	0,6
<b>Mélange céréales/maïs (80/20)</b>	1,1
<b>Maïs</b>	0,7

Aliment	Quantité (kg MS/VL)
<b>Complémentation</b>	
Mélange céréales/maïs (80/20)	3,5
Tourteau de soja	0,9

Tx MS (%)	UFL (/kg MS)	PDI (g/kg MS)	MAT (g/kg MS)	Amidon (g/kg MS)	NDF (g/kg MS)	CB (g/kg MS)	NDFf (g/kg MS)	dMO (%)	MG (g/kg MS)
53,8	0,9	97	161	174	377	196	325	69,6	29
-13,3	+0,05	+7	+14	+74	-40	-27	-46	+1,6	+5

# Étude de cas

## Élevage de VL en Lozère

- Troupeau ~60 VL de race Brune en ration 100% sèche
- Production de lait et transformation fromagère sur la ferme
- Séchoir mis en route depuis 2022

Ration en 2025-2026 :

Aliment	Quantité (kg MS/VL)
<b>Fourrages &amp; concentrés</b>	
Foin précoce ventilé	4,6
Foin de PN	1,7
Regain ventilé – <i>RG &amp; TV</i>	4,4
Regain ventilé - <i>Luzerne &amp; Dactyle</i>	4,1
Méteil	0,6
<b>Mélange céréales/maïs (80/20)</b>	1,1
<b>Maïs</b>	0,7



Aliment	Quantité (kg MS/VL)
<b>Complémentation</b>	
Mélange céréales/maïs (80/20)	3,5
Tourteau de soja	0,9



**29,9 kg de lait / VL à 40 TB & 35 TP  
152€/1000 L**

# Perspectives

*L'évolution des produits séchés*

## Fourrage de type A

- ☺ Foin ventilé peu dense
- ☺ Matière sèche à la récolte > 70%



# Perspectives

*L'évolution des produits séchés*

## Fourrage de type A

- ☺ Foin ventilé peu dense
- ☺ Matière sèche à la récolte > 70%

## Fourrage de type B

- ☺ Foin ventilé dense (*foin précoce, trèfle, ray-grass, regains 3ème coupe*)



# Perspectives

*L'évolution des produits séchés*

## Fourrage de type A

- 🕒 Foin ventilé peu dense
- 🕒 Matière sèche à la récolte > 70%

## Fourrage de type B

- 🕒 Foin ventilé dense (*foin précoce, trèfle, ray-grass, regains 3ème coupe*)

## Fourrage de type C

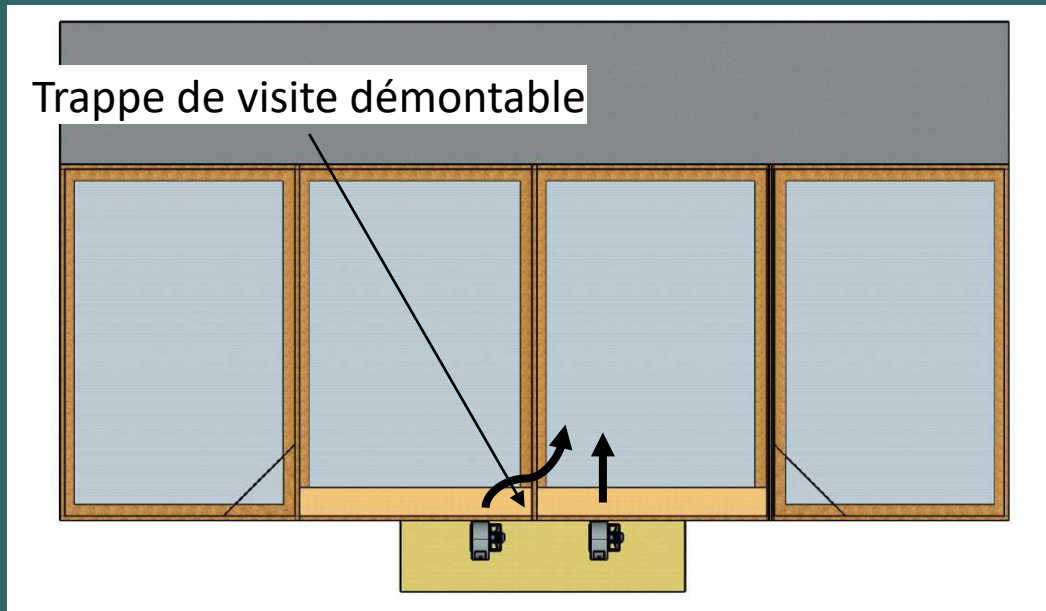
- 🕒 Foin exceptionnellement dense
- 🕒 Matière sèche à la récolte < 45%



# Perspectives

*L'évolution des produits séchés*

## Séchage de méteil fourrager



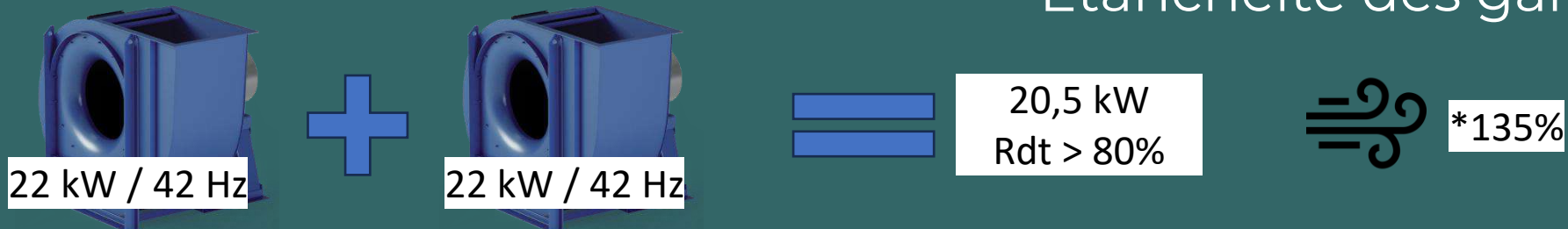
Solution temporaire

Ventilateurs simple ouïe

Risque de surpression

Le variateur de fréquence permet de trouver des points de fonctionnement corrects

Étanchéité des gaines + difficile



# Conclusion

- ↪ Le séchage est un outil très efficace pour continuer à valoriser les prairies & les systèmes herbager malgré l'instabilité climatique
- ↪ Toutefois, cette technologie est ancienne, et l'offre de conseil & d'accompagnement aux agriculteurs est aujourd'hui rare
- ↪ Des projets importants sont en cours afin d'actualiser les données et la recherche dans l'objectif d'améliorer l'utilisation de cet outil



Le projet SECHOPTIFOIN propose d'aborder la problématique suivante : comment **optimiser** la consommation énergétique de son unité de séchage par le choix du système de traitement d'air, l'amélioration de ses pratiques et la prise en compte des conditions météorologiques ?



**Tanguy MOREL**  
BÂTIMENT D'ÉLEVAGE - ROBOTIQUE - STOCKAGE ET TRAITEMENT DES EFFLUENTS D'ÉLEVAGE

Bâtiment Equipements d'élevage Gestion des effluents Bovin lait

Productions et Produits  
Capteurs - équipements - bâtiments

Adresse(s)  
45, Route des Soudanières - CS 10002 - 01250 CEYZERIAT

04 74 25 09 96 06 20 99 72 62

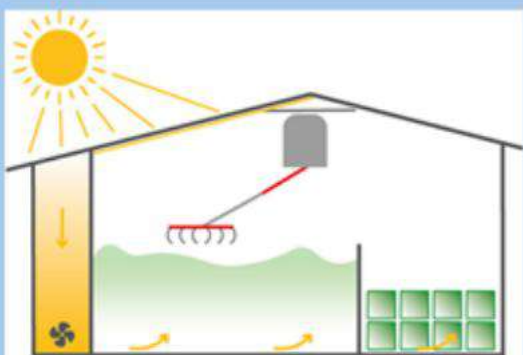
Ceyzeriat



# Conclusion

Développement d'une **application de prédiction** des capacités de séchage pour aider les agriculteurs à **optimiser leurs consommations énergétiques**

## Etude en cours SechOptifoin



### SechOptifoin

Une énergie optimale pour une qualité maximale du foin

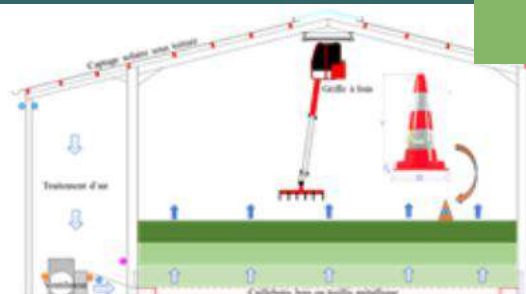


Action 1  
Recensement de l'existant et des besoins

Action 2  
Acquisition de références (à partir de capteurs et pesées)

Action 3  
Analyse des données et recommandations

Action 4  
Réseau d'acteurs et communication



Capteurs



Testeur d'humidité

Pèse-essieux



Prise de mesure sur **20 séchoirs** et **création de références actualisées** pour avoir des repères de pilotage

## Projet SechOptifoin 2

Projet d'étude pour la création d'un outil numérique d'aide au pilotage du séchage

### Action 1

- Ecriture du **cahier des charges**
- Appel d'offre et **choix d'un prestataire**

Calendrier

1<sup>er</sup> semestre 2027

### Action 2

- **Construction de l'outil** (Développement, ...)
- **Vérification avec données réelles** (tests, ajustements)
- **Validation de l'outil** (écriture d'un mode emploi, formations à l'utilisation)

2<sup>ème</sup> semestre 2027

2028 - 2029

### Action 3

- **Communication** (conférences, webinaires, ...)
- **Gestion administrative** (droits d'accès, abonnements, ...)
- **Maintenance** (suivi, évolutions, ...)

2<sup>ème</sup> semestre 2029



Meuhrci de  
votre  
attention !

# Bibliographie

- 📄 **André S.**, 2020. *Le système fourrager est une des clés de la spécificité des laits de montagne*. <https://www.inrae.fr/actualites/systeme-fourrager-est-cles-specificite-laits-montagne> (Consulté le 2 janvier 2026).
- 📄 **Berchoux A., Chapuis D., et Curtil J.-M.**, 2025. *Le séchage en grange : la situation actuelle en Bourgogne-Franche-Comté*. [https://bfc.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/227\\_chambre\\_regionale\\_dagriculture\\_de\\_bourgogne-franche-comte/\\_COLLECTIONS\\_DE\\_FICHIERS/FICHES\\_PROFILAIT/06\\_FICHE\\_SECHAGE\\_EN\\_GRANGE\\_PROFILAIT.pdf](https://bfc.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/227_chambre_regionale_dagriculture_de_bourgogne-franche-comte/_COLLECTIONS_DE_FICHIERS/FICHES_PROFILAIT/06_FICHE_SECHAGE_EN_GRANGE_PROFILAIT.pdf) (Consulté le 15 décembre 2025).
- 📄 **Beudou J.**, 2024. *Le séchage en grange dans le 64 : quels bénéfices ?* [https://opera-connaissances.chambres-agriculture.fr/doc\\_num.php?explnum\\_id=204255](https://opera-connaissances.chambres-agriculture.fr/doc_num.php?explnum_id=204255) (Consulté le 15 décembre 2025).
- 📄 **Bouchet-Lannat F.**, 2025. *Récolte des foins de qualité*. [https://lot.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/282\\_chambre\\_dagriculture\\_-\\_lot/Documents/Bulletins/Herbe/2025/Bulletin-Herbe46-2025-04.pdf](https://lot.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/282_chambre_dagriculture_-_lot/Documents/Bulletins/Herbe/2025/Bulletin-Herbe46-2025-04.pdf) (Consulté le 3 mars 2026).
- 📄 **Bovagne J.**, 1985. *Le foin séché par ventilation : comprendre, calculer, conseiller*. Prestiprim. Lyon : Prestiprim, 79 p.
- 📄 **Chauveau H.**, 2025. *Comprendre l'origine et les conséquences de l'échauffement du foin*. <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/comprendre-lorigine-et-les-consequences-de-lechauffement-du-foin> (Consulté le 15 octobre 2025).
- 📄 **Clenet L.**, 2020. *Étude de l'impact d'une unité de séchage artificielle de fourrages sur une ferme d'élevage*. Dijon : AgroSupDijon, 31 p.
- 📄 **Comité Régional Bâtiment**, 2012. *Le séchage solaire du foin en grange : conception et construction du séchoir*. [https://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/120903\\_gie\\_plaquette\\_foin\\_8\\_pages\\_VF\\_BAT.pdf](https://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/120903_gie_plaquette_foin_8_pages_VF_BAT.pdf) (Consulté le 31 décembre 2025).
- 📄 **EVA Jura**, 2021. Fourrages secs 2021. *EVAMAG' Services*. 19, p. 13-15.
- 📄 **Froment H.**, 2018. *Les fourrages de méteils dans l'alimentation des bovins*. Toulouse : Université Paul-Sabatier. 81 p. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04539582v1/document>
- 📄 **Houssin B. et Ratier F.**, 2011. Valeurs alimentaires des foins ventilés récoltés en Normandie. Dans : *Journées de Printemps*. Paris. [https://afpf-asso.fr/index.php?secured\\_download=2973&token=1c7eb1b12c5ed7189d725ef997c06504](https://afpf-asso.fr/index.php?secured_download=2973&token=1c7eb1b12c5ed7189d725ef997c06504)
- 📄 **Inosys**, 2023. *Coûts de production des fourrages et céréales : Conjoncture 2021*. [https://opera-connaissances.chambres-agriculture.fr/doc\\_num.php?explnum\\_id=189246](https://opera-connaissances.chambres-agriculture.fr/doc_num.php?explnum_id=189246) (Consulté le 4 mars 2026).
- 📄 **Morel T.**, 2023. *Le séchage en grange*. <https://idele.fr/sechoptifoin/ressources-bibliographiques> (Consulté le 3 mars 2026).
- 📄 **Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale**, 2016. *Le séchage en grange : un outil performant pour mieux valoriser son herbe*. <https://www.parc-opale.fr/bibliotheque/guide%20technique%20s%C3%A9chage%20en%20grange%20BD.pdf> (Consulté le 31 décembre 2025).