

# Les producteurs de lait français sur la voie de l'adaptation au changement climatique, Le projet CLIMALAIT Focus sur Occitanie



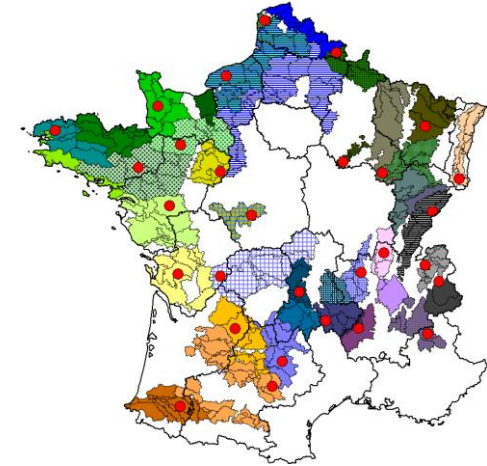
Jean-Christophe MOREAU, Institut de l'Élevage  
Aurélié MADRID, CNIEL  
(et grâce à tout le collectif CLIMALAIT)

Climalait, un projet de recherche initié par le CNIEL et mené par

Avec le concours financier de



# CLIMALAIT: Un projet pour sensibiliser la filière à la réalité du changement climatique et à la nécessité de s'adapter



- Définir une échelle d'analyse pertinente pour l'étude : **les unités laitières agroclimatiques (UL)**
- Y décrire les évolutions du climat, en termes de tendances **et d'évolution des risques (aléas)**
- Y évaluer les impacts divers du changement climatique sur les cultures fourragères et les systèmes d'élevage notamment
- Proposer **des leviers d'adaptation et de sécurisation « co-conçus » (avec éleveurs et techniciens)** pour les systèmes d'élevages laitiers,
- identifier les lacunes de connaissances et monter des projets pour aller plus loin.

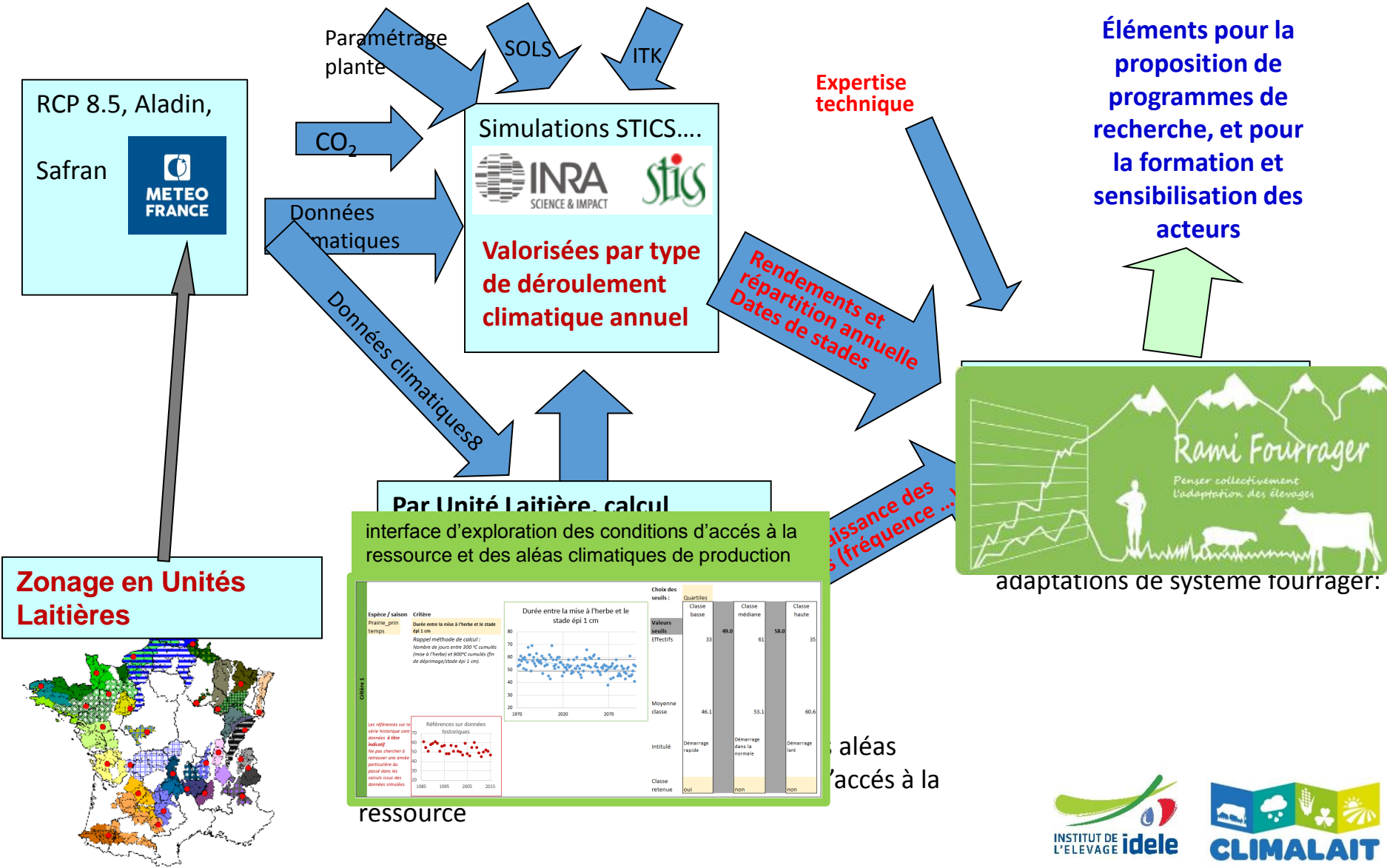
Avec le concours financier de

# Quelques éléments de méthode

## Outillage adapté ou conçu pour l'étude

# Du climat simulé aux conséquences du changement climatique sur les systèmes: mobilisation d'outils spécifiques

Luzerne Maïs Prairie



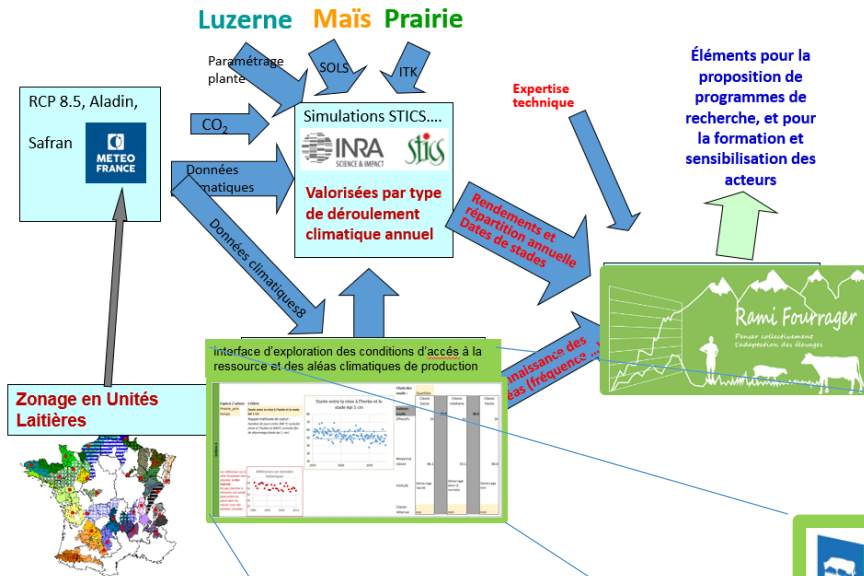
Éléments pour la proposition de programmes de recherche, et pour la formation et sensibilisation des acteurs

**Par Unité Laitière calcul**  
interface d'exploration des conditions d'accès à la ressource et des aléas climatiques de production

Chaleur des seuils :		Quartiles		
		Classe basse	Classe médiane	Classe haute
Valeurs seuils				
Effectifs		33	61	35
Moyenne classe		46,1	53,1	60,6
Intitulé		Démarrage rapide	Démarrage dans la normale	Démarrage lent
Classe retenue	OUI	NON	NON	NON

ressource

# Interface d'exploration des conditions d'accès à la ressource et des aléas climatiques de production





Version 6 du 05/12/2016  
 Zone des Coteaux du Béarn  
 Indicateurs calculés à partir des données climatiques simulées dans le modèle ALADIN (maille 3759),  
 et des données historiques issues du modèle SAFRAN (maille 9077).  
**Attention : le modèle ALADIN a sa cohérence propre. On ne peut donc pas y retrouver une année particulière du passé.**

---

**Ce module permet de définir des profils climatiques favorables ou défavorables à la prairie et/ou au maïs.**

Dans ce classeur : Cases modifiables

**Mode d'emploi**  
 Dans l'onglet **interface** :

Choisir les critères et la méthode de définition des seuils.  
 Les indicateurs sont regroupés en deux catégories pour la prairie (printemps et été) et trois pour le maïs. On peut en répartir les 4 indicateurs à choisir entre les deux espèces, ou ne s'intéresser qu'à l'une d'entre elles. Il est possible de ne pas utiliser les 4 critères, mais il faut pour cela reproduire le paramétrage du dernier critère utilisé sur les suivants. Des valeurs de RU sont données à titre indicatif avec les calculs de bilan hydrique. Il s'agit des sols utilisés pour les simulations STICS. Les indicateurs calculés à partir des données historiques sont présentés à titre indicatif, pour donner des repères connus. Les seuils peuvent être fixés par des méthodes statistiques (1er et 3e quartiles, ou moyenne ± écart-type) ou arbitrairement lorsqu'on a des repères physiologiques ou pour comparer à la réserve utile du sol ou à une référence passée. Lorsqu'un indicateur prend la valeur fixée pour le seuil, l'année est comptée dans la classe extrême.

L'onglet **resultats** donne alors des valeurs moyennes issues des simulations STICS, pour une période de référence (à définir) et pour les années sélectionnées.  
 Ces simulations ont été réalisées à partir :  
 - de données climatiques issues du modèle Aladin,  
 - de sols représentatifs de la diversité de la région issus de la base nationale INRA,  
 - et d'itinéraires techniques définis localement.

---

En cas de problème ou dysfonctionnement :  
[aurelie.madrid@idele.fr](mailto:aurelie.madrid@idele.fr)  
 05 61 75 44 30

---

**Climalait, un projet de recherche initié par le CNIEL et mené par**



**Avec le concours financier de**

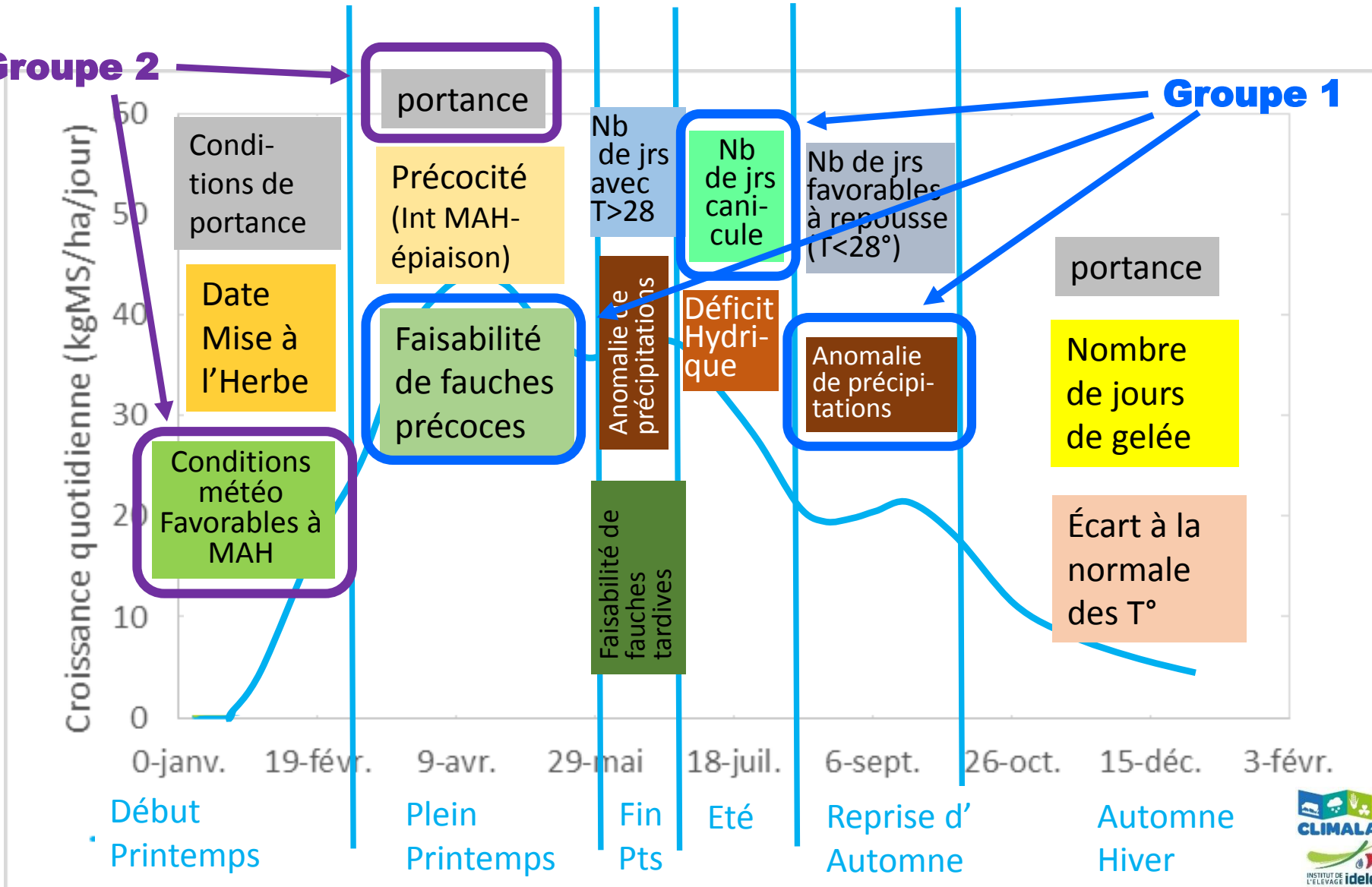


intro
interface
resultats
selection
Aladin
Safran
listes
mais
prairie
+

# Choix des types de déroulement climatique à enjeux , à étudier collectivement, *Les éléments du lien entre prairie / climat / rendement disponibilité de la ressource*

**Groupe 2**

**Groupe 1**



# Choix des types de déroulement climatique à enjeux: Un outil d'exploration collective du lien aléas / production fourragère

sol :

min 2040 max 2070 Choisir les deux bornes de la période de référence entre 1971 et 2099

Moyenne sur	6.4 TMS/Ha												
Prairie													
Pousse printemps													
4.5													
Maïs Rendement	3	25	45	43	40	23	8	5	11	10	12	10	9
Date semis	4.2 TMS/Ha		1.59 Tms		6	4	12	7	11	11	8		
0105													
0105													
1504													
1504													

Quantité d'eau apportée

Date semis		T	TT
0105	sec	0	0
0105	irrigué	99	100
1504	sec	0	0
1504	irrigué	93	103

Moyenne dans la sélection d'année Rappel critères retenus : Démarrage rapide/Peu de jours où une récolte précoce est faisable/Été plus sec que la normale/Nombre de jours caniculaires supérieur à la normale  
Rappel effectif : 3

Prairie

Pousse cumulée	
printemps	4.9
été	2.3
automne	

Rendements

	ensilage C1	foin C1	foin C2
	3.4	4.6	1.8

- en vert : les rendements ou pousces cumulées dans la sélection supérieurs à la moyenne générale, et des dates de floraison et récolte ou quantités d'eau apportées inférieures à la moyenne générale.  
- en rouge les rendements inférieurs, dates de stades plus tardives et besoins en eau supérieurs.

Rendement

Date semis		T	TT
0105	sec	15.2	15.4
0105	irrigué	16.9	17.4
1504	sec	17.5	17.8
1504	irrigué	19.0	19.7

Date de récolte

Date semis		T	TT
0105	sec	15-août	18-août
0105	irrigué	15-août	18-août
1504	sec	8-août	11-août
1504	irrigué	8-août	11-août

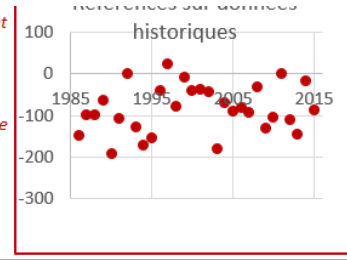
Date de floraison

Date semis		T	TT
0105	sec	11-juil.	13-juil.
0105	irrigué	11-juil.	13-juil.
1504	sec	4-juil.	6-juil.
1504	irrigué	4-juil.	6-juil.

Quantité d'eau apportée

Date semis		T	TT
0105	sec	0	0
0105	irrigué	80	90
1504	sec	0	0
1504	irrigué	60	70

do série historique sont données à titre indicatif. Ne pas chercher à retrouver une année particulière du passé dans les calculs issus des données simulées.

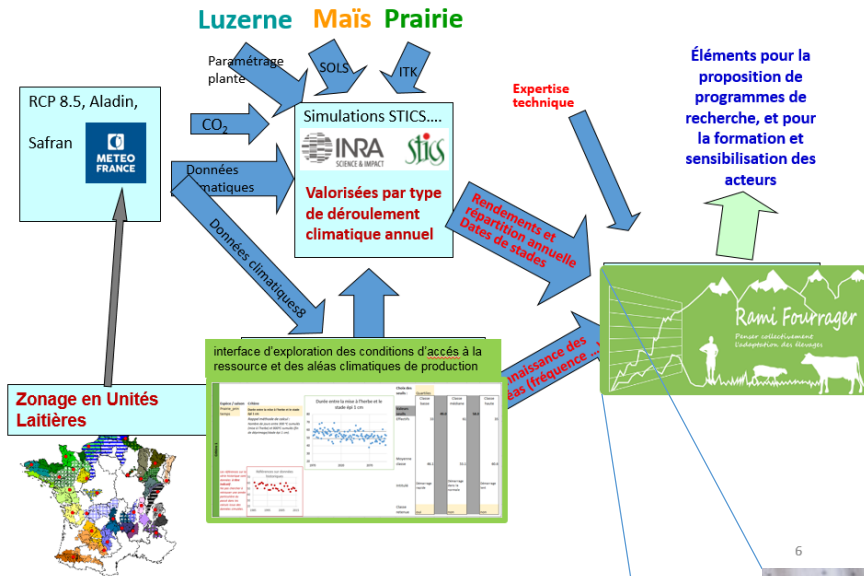


RU sol standard

Intitulé :	Été plus sec que la normale	Bilan hydrique en été dans la normale	Été moins sec que la normale
Classe retenue	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non



# Le Rami Fourrager®



6



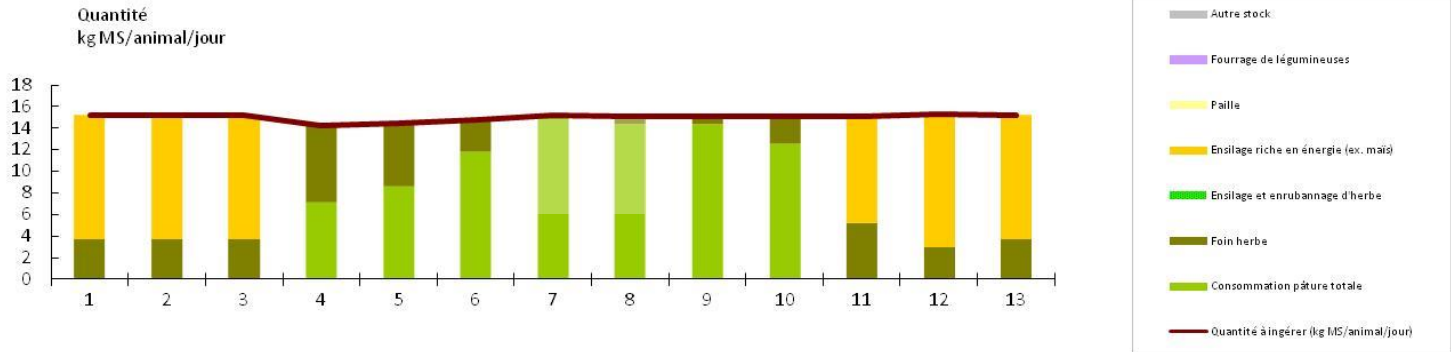


# Le Rami Fourrager®

Allocation de surfaces et choix de baguettes « fourrages »

Productions fourragères

Exemple de support du bilan



+ BILAN

Choix des cartes « animaux » par lot + nombre d'animaux

Choix des cartes rations par lot et par période

40

Vaches laitières

Vaches laitières

Niveau de production 7 000 kg

Vélages automne

Foin faible qualité

Foin bonne qualité

Pâturer

Foin moyenne qualité

Foin faible qualité

Foin bonne qualité

Maïs ensilage

Enrubannage d'herbe

Ensilage d'herbe

Foin bonne qualité

Foin moyenne qualité

Journées A

Le Rami Fourrager est issu de recherches financées par le CLIMAILAIT (Programme FSRD) en Midi-Pyrénées, CAGNAC Prévôt, ANR, Valadère et ANR DZLA. A ce titre, il est soutenu et financé par :

INRA, BFCO, ANR, CLM, FSRD, CLIMAILAIT, CAGNAC Prévôt, ANR, Valadère et ANR DZLA.

Rami Fourrager®  
Penser collectivement l'adaptation des élevages

www.rami-fourrager.fr

Besoins alimentaires des animaux



maïs DT semé le 25/04 sec sur sol de coteaux		9.8 TMS/Ha												
Phase	pré-gord	Prairie pâturage coteaux / N modéré												
		1	14	32	45	35	29	31	19	11	19	15	8	5
Phase	pré-gord	3.8 TMS/Ha												
		Prairie coteaux Ens Pat azote élevé												
						1.3	29	20	11	19	14	8	5	

**Année avec Printemps très précoce, mais normalement arrosé**  
**Suivi d'un été très sec (2 / 10 dans futur proche)**

Actuellement

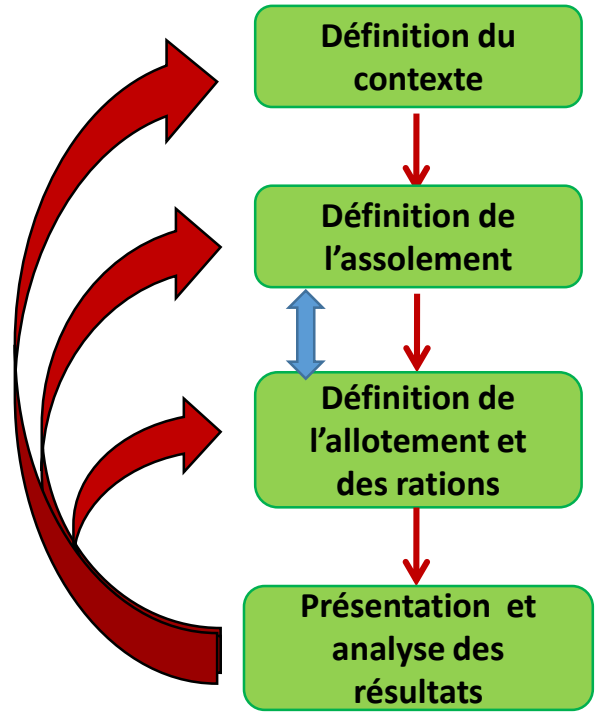
maïs T semé le 10/04 sec sur sol de coteaux		6.4 TMS/Ha												
Sélection	pré-gord	Prairie pâturage coteaux / N modéré												
		3	25	45	43	40	23	8	5	11	10	12	10	9
Sélection	pré-gord	4.2 TMS/Ha												
		Prairie coteaux Ens Pat azote élevé												
						1.59 Tms	6	4	12	7	11	11	8	

## Le Rami Fourrager®

### Déroulement d'une partie

**On recommence**

Adaptation marginale  
 ou  
 Introduction d'une innovation en rupture  
 ou  
 Mobilisation de réserves  
 ...



} 1 tour de jeu

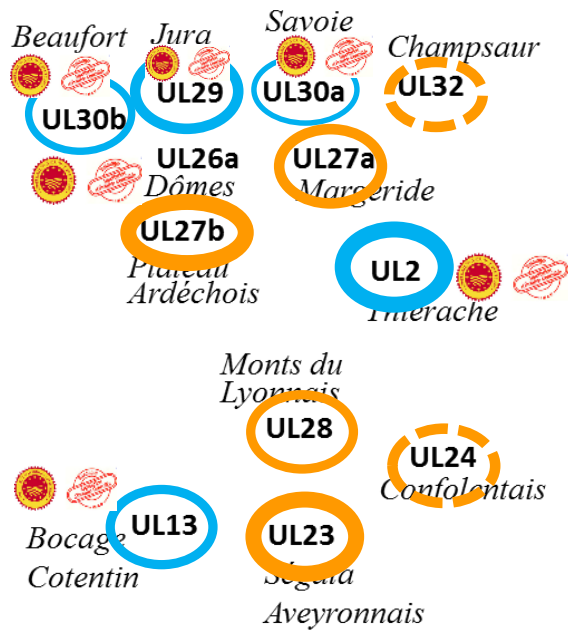
# Illustration pour une des zones d'Occitanie « Côteaux secs du Sud-Ouest »

Impacts moyens

Solutions évoquées par les éleveurs

Préoccupations

# Une grande diversité de systèmes,



herbager

Pouillonnais (UL9b)

Plateau de Langres (UL5)

Plateau Lorrain (UL4)

Chaource (UL34)

Boischaux (UL31)

Bresse (UL7)

Sundgau (Alsace) (UL35)

Polyculture-élevage

Perigord Noir (UL20)

Coteaux secs du Sud-Ouest (UL21)

Plateau Calaisien (UL33)

Pays de Caux (UL10)

Saintonge (UL25)

Coteaux du Réarn (UL19)

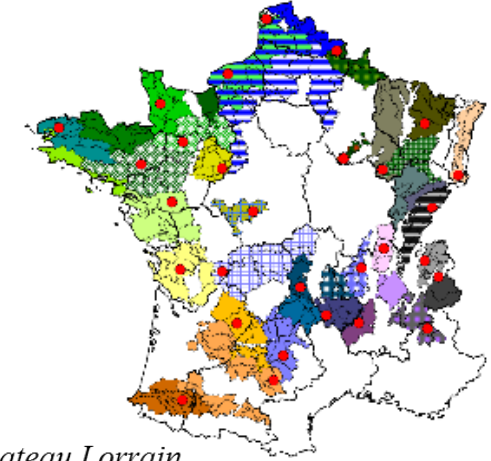
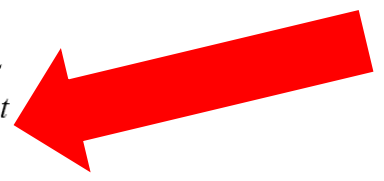
Forte spécialisation

Léon (UL15)

Mauges (UL18)

Sud Ille & Vilaine (UL17)

Nord Mayenne (UL12)



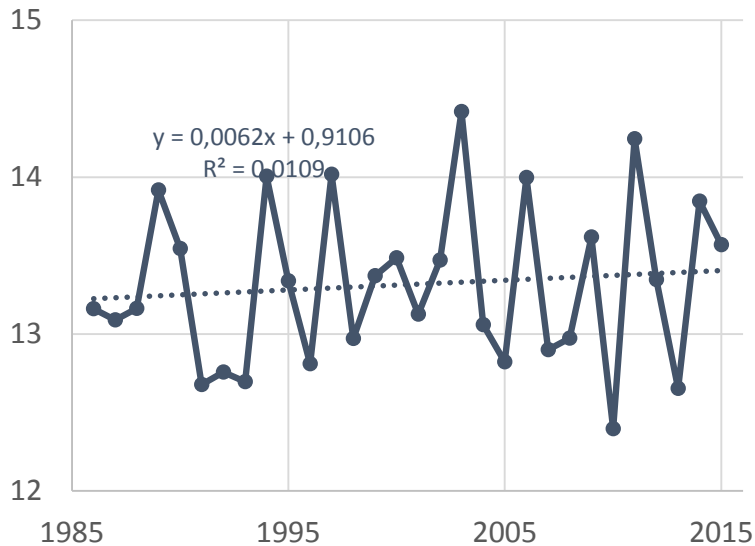
Maïs dominant



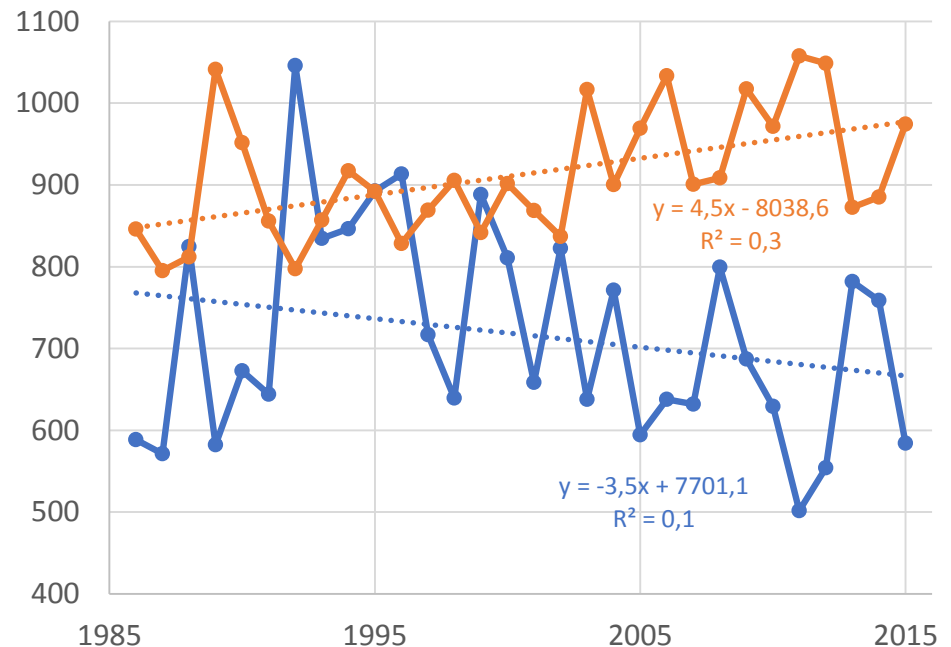
# Évolutions récentes à l'échelle annuelle

(données Météo-France SAFRAN 1986-2015)

- Températures moyennes annuelles



- Précipitations et ETP cumulées



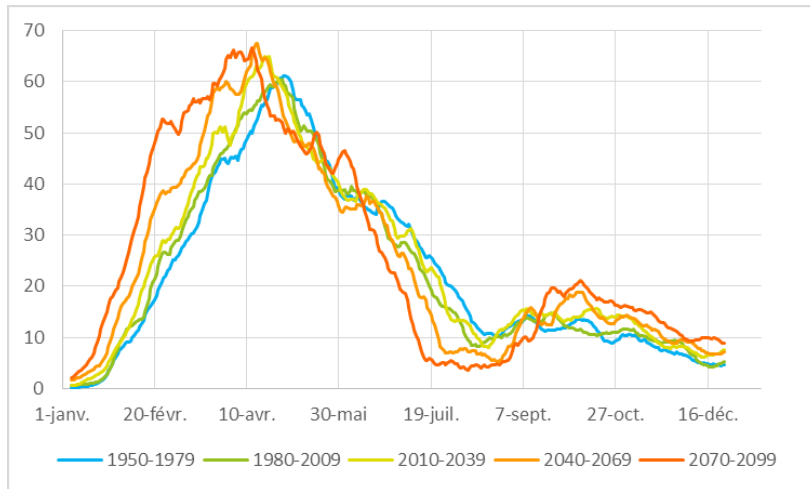
→ Des tendances et surtout une importante variabilité interannuelle

# Impacts sur les cultures fourragères

## Résultats de simulations STICS sur les prairies

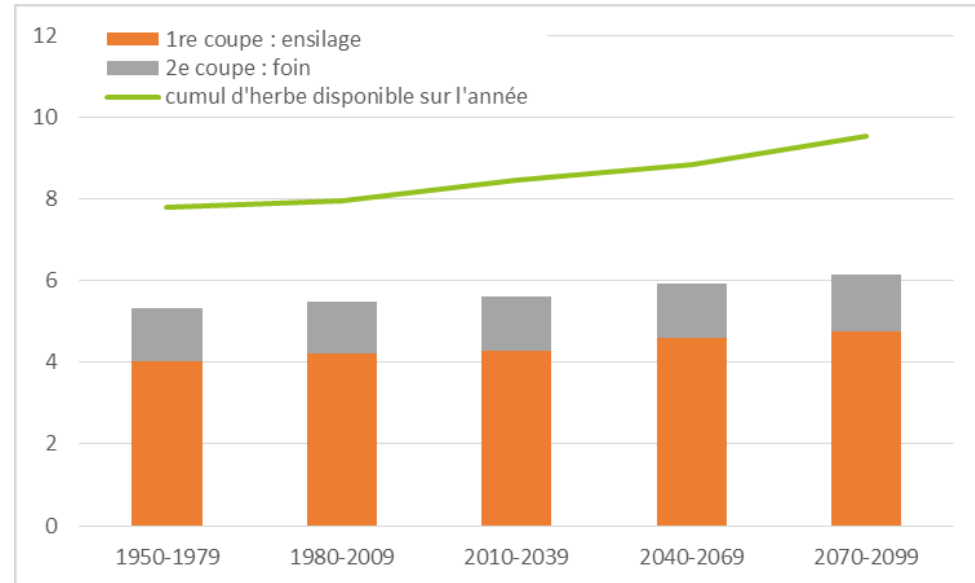
### Pousse de l'herbe

(exemple d'une prairie sur broussonet avec N=90U)



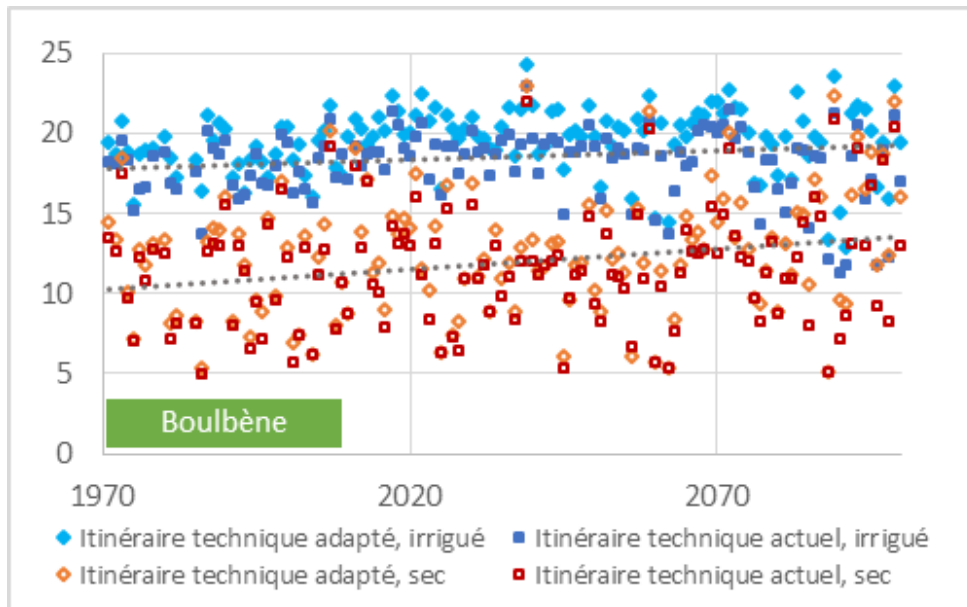
### Herbe disponible et possibilités de récoltes

(en moyenne pour 2 types de sol et 2 niveaux d'azote)



# Impacts sur les cultures fourragères

Résultats de simulations STICS sur le maïs : rendements

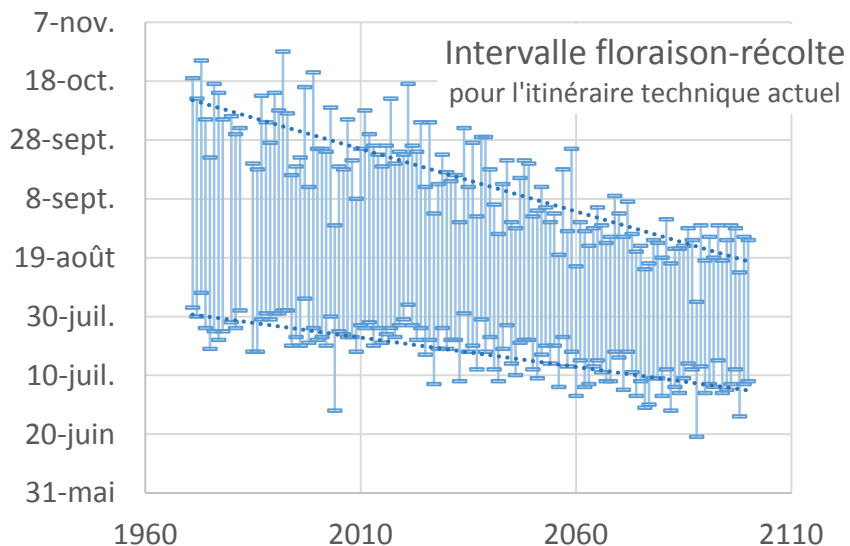


Itinéraire technique « actuel » : variété d'indice 400 à 480 semée le 20 avril,  
Itinéraire technique « adapté » : variété d'indice 450 à 560 semée le 5 avril.

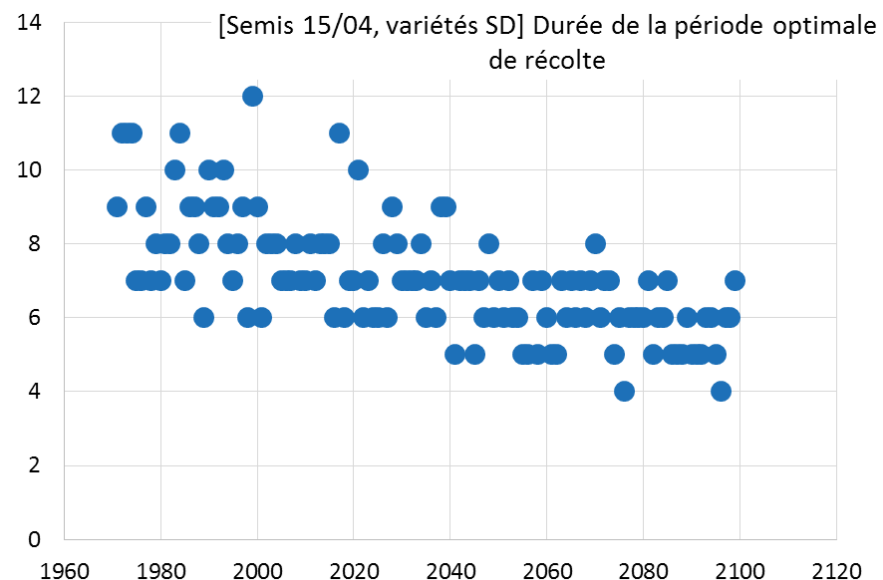
# Impacts sur les cultures fourragères

Résultats de simulations STICS sur le maïs : dates de stades

## Dates de floraison et de récolte



## Possibilités de récolte



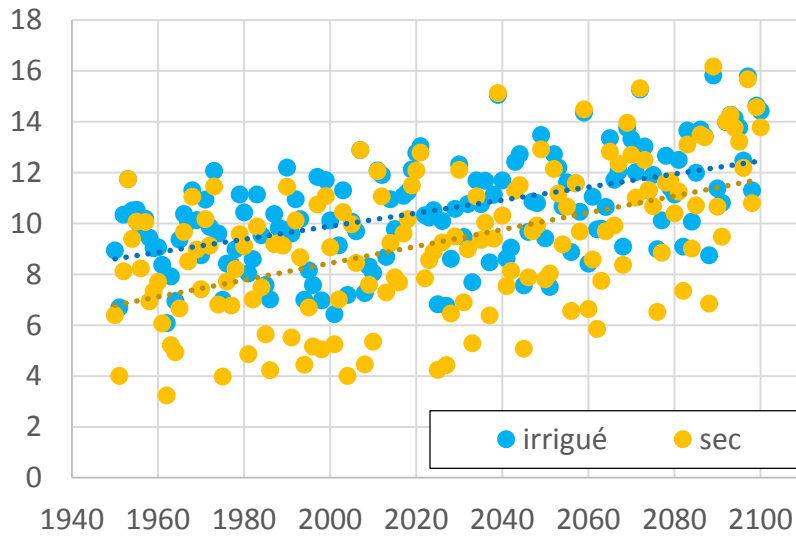


# Impacts sur les cultures fourragères

Résultats de simulations STICS sur la luzerne

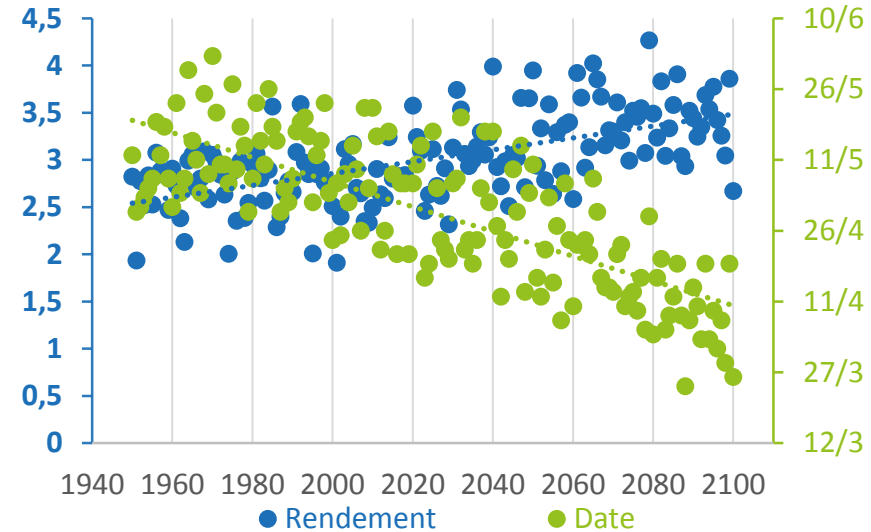
## Rendements cumulés

Moyenne sur boubène et terrefort



## Dates et rendements de la 1<sup>re</sup> coupe

Moyenne sur boubène et terrefort



# On équipe le Rami

## Fourrager par rapport au pratiques actuelles

M	Pratique	TMS/Ha
M1	TT semé le 20/04 boulbène	17.7 TMS/Ha
M2	TT semé le 20/04 boulbène	11.1 TMS/Ha
M3	UT semé le 05/04 boulbène	18.7 TMS/Ha
M4	TT semé le 20/04 boulbène	11.7 TMS/Ha
M5	TT semé le 20/04 boulbène	14.7 TMS/Ha
M6	TT semé le 20/04 boulbène	6.6 TMS/Ha
M7	UT semé le 05/04 boulbène	15.4 TMS/Ha
M8	UT semé le 05/04 boulbène	6.9 TMS/Ha

Pratique	TMS/Ha	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
PA boulbène 3 coupes luzerne	4.4 Tms/ha		4.2			1.8	25	12	8					
PA boulbène 4 coupes luzerne	3.7 Tms/ha		3.3		2.3		1.1	10	5					
PA boulbène 5 coupes luzerne	2.9 Tms/ha	2.7		2.3		1.6	0.9	11	6					
PA boulbène 5 coupes luzerne irriguée	2.9 Tms/ha	2.7	2.4		1.5	1.2	26	13	7					

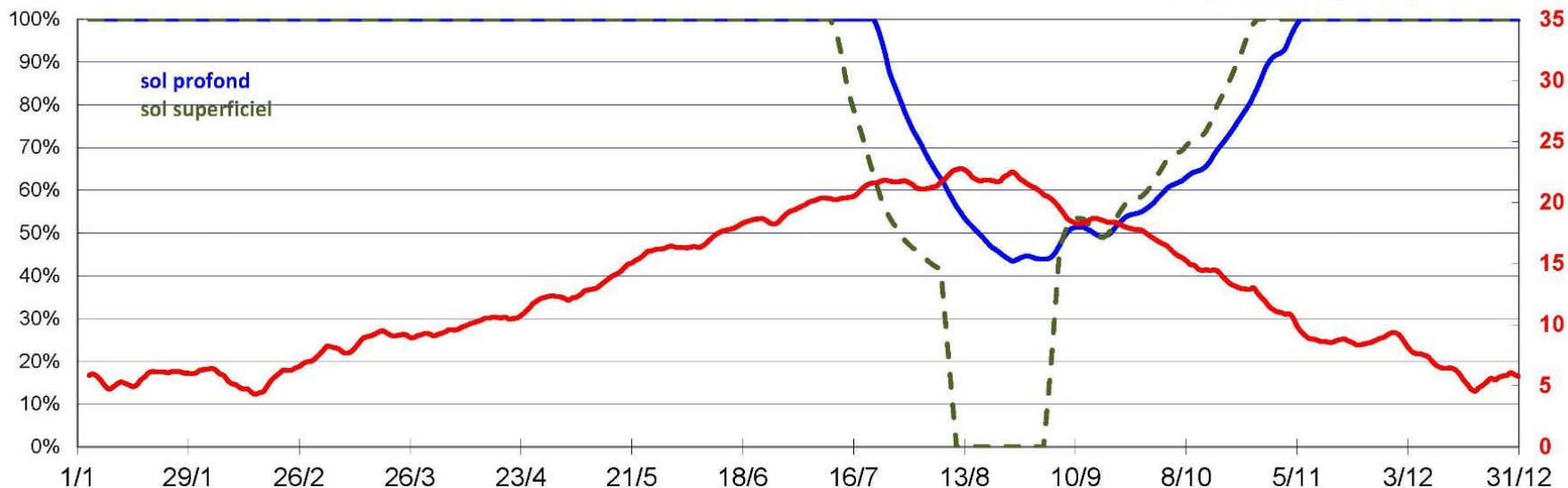
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
P1 boulbène pâturage / N_azole	1	14	35	46	35	33	31	18	12	13	10	9	5
P2 boulbène pâturage / N_azole	1	14	35	51	57	39	31	18	12	13	10	9	5
P3 boulbène Foin Paturage 0_azole			5.2 Tms/ha				32	19	11	12	11	9	6
P4 boulbène Foin 0_azole			5.2 Tms/ha										
P5 boulbène Foin Paturage N_azole			4.6 Tms/ha			1.2	15	12	9	12	8	7	5
P6 boulbène Foin N_azole			4.6 Tms/ha			1.2							
P7 boulbène Foin Paturage N_azole			4.0 Tms/ha			39	32	17	10	12	10	10	5

EAU Disponible

Tarn

Passé

température moyenne journalière (°C)



# Puis par rapport au futur moyen

Parcelle	Localisation	Superficie (ha)	Produit	Yield (TMS/Ha)	1	2	3	4	5	6	7	8
M1	TT s emé le 20/04	18.4	TMS/Ha	18.4								
M2	TT s emé le 20/04	11.7	TMS/Ha	11.7								
M3	OT s emé le 05/04	19.7	TMS/Ha	19.7								
M4	TT s emé le 05/04	12.5	TMS/Ha	12.5								
M5	TT s emé le 20/04	14.8	TMS/Ha	14.8								
M6	TT s emé le 20/04	6.8	TMS/Ha	6.8								
M7	OT s emé le 05/04	15.8	TMS/Ha	15.8								
M8	TT s emé le 05/04	7.3	TMS/Ha	7.3								

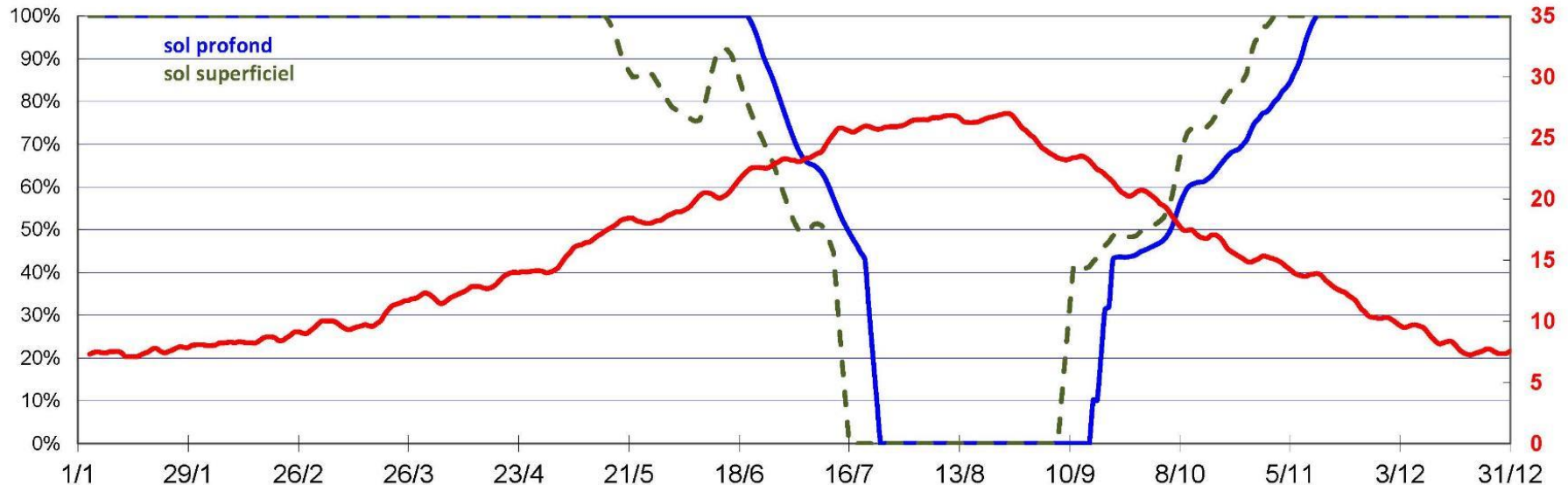
Parcelle	Localisation	Superficie (ha)	Produit	Yield (TMS/Ha)	1	2	3	4	5	6	7	8		
P1	boubléne pâturage / N_élevé	5	30	49	40	35	38	25	7	7	13	15	12	8
P2	boubléne pâturage / N_élevé	5	30	51	63	47	39	25	7	7	13	15	12	8
P3	boubléne Foin Pature / O_azote		6.0 Tms/ha			36	27	7	7	12	16	12	8	
P4	boubléne Foin O_azote		6.0 Tms/ha											
P5	boubléne Ens Foin Pat N_élevé		5.0 Tms/ha			1.3	14	8	6	12	15	11	7	
P6	boubléne Ens Foin N_élevé		5.0 Tms/ha			1.3								
P7	boubléne Ens Pat N_élevé		4.4	Tms/ha	45	38	25	7	6	12	15	12	8	
P8	boubléne Ens N_élevé		4.4 Tms/ha											
P9	boubléne Foin Pat N_élevé		6.6 Tms/ha			39	27	6	7	13	16	12	8	
P10	boubléne Foin N_élevé		6.6 Tms/ha											

EAU Disponible

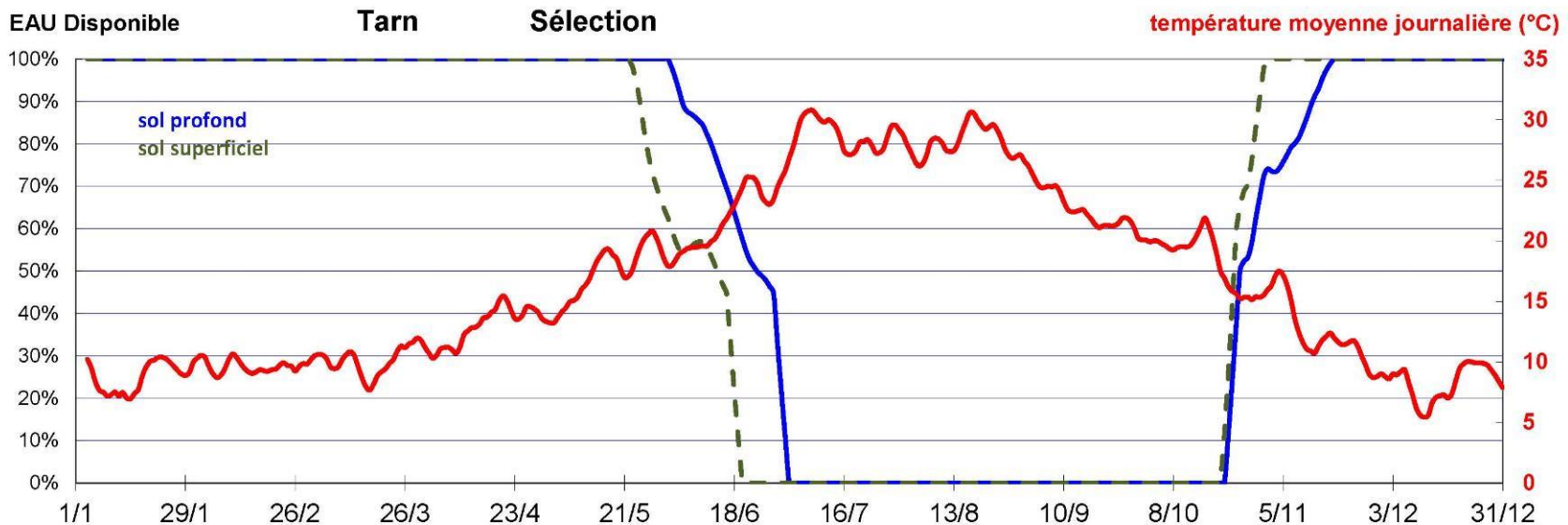
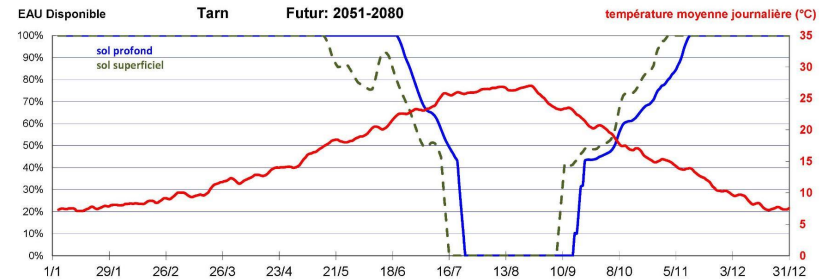
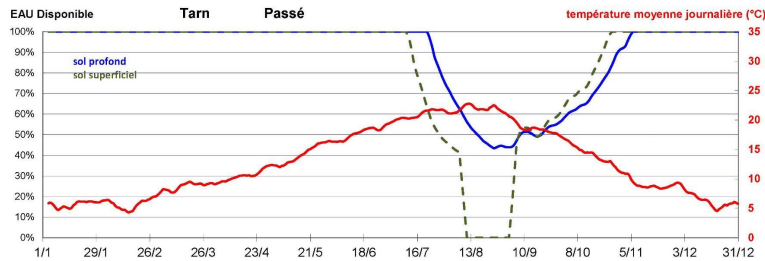
Tarn

Futur: 2051-2080

température moyenne journalière (°C)



# Et enfin par rapport aux années à risque majoré sur lesquelles les éleveurs ont décidé de travailler: Ici: des années (une sur 10 dans le futur après 2050) caractérisées par une sécheresse longue suivant un printemps précocé et humide....

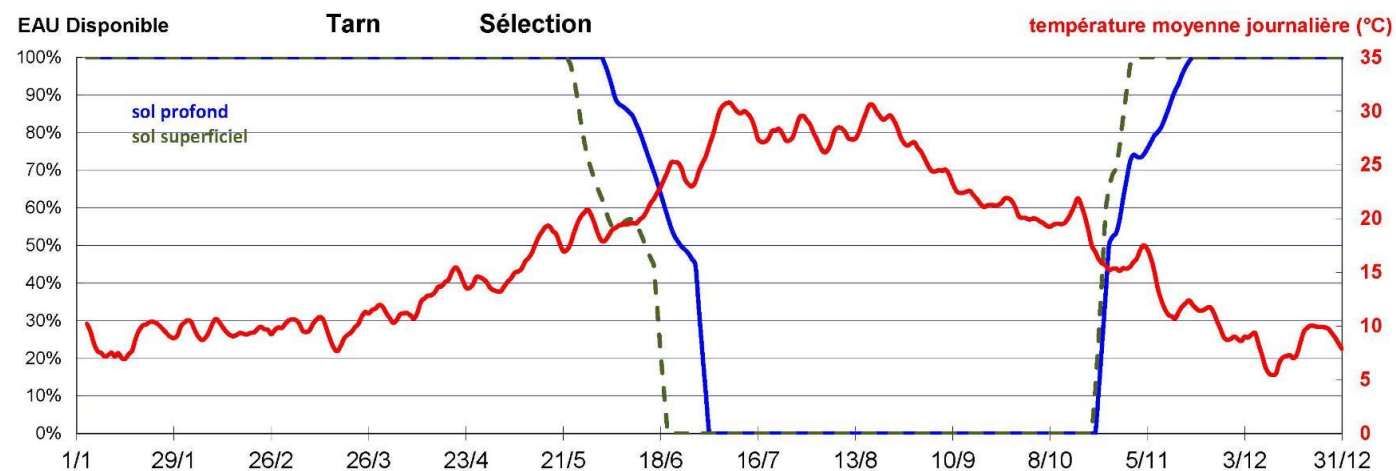


SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION	SELECTION
P1 boulbène paturage / 0_azote	5	39	42	39	40	36	4	1	1	3	11	11	8
P2 boulbène paturage / N_élevé	5	39	44	62	53	36	4	1	1	3	11	11	8
P3 boulbène Foin Pature 0_azote	6.0 Tms /ha					38	4	1	1	4	11	13	8
P4 boulbène Foin 0_azote	6.0 Tms /ha												
P5 boulbène Ens Foin Pat N_élevé	4.7 Tms /ha				1.4	2	1	0	2	6	11	10	
PA Boulbène 3 coupes luzerne	5.0 Tms /ha		6.3								0.9	9	
PA Boulbène 4 coupes luzerne	3.9 Tms /ha		5.1		2.2			5	4	10	13	10	
PA Boulbène 5 coupes luzerne	3.0 Tms /ha		4.0	3.3							0.9	4	
PA Boulbène 5 coupes luzerne irriguée	3.0 Tms /ha		4.0	3.3				0.7		0.9	25	12	

Un type de déroulement climatique dans lequel la prairie produit beaucoup mais uniquement au Printemps alors que l'accès à la ressource est difficile

Et où le maïs en culture pluviale est affecté

→ Bilan fourrager lourdement déficitaire : -51 T MS soit -14 %, -23 % en maïs, donc davantage sur les fourrages VL que sur les fourrages génisses....



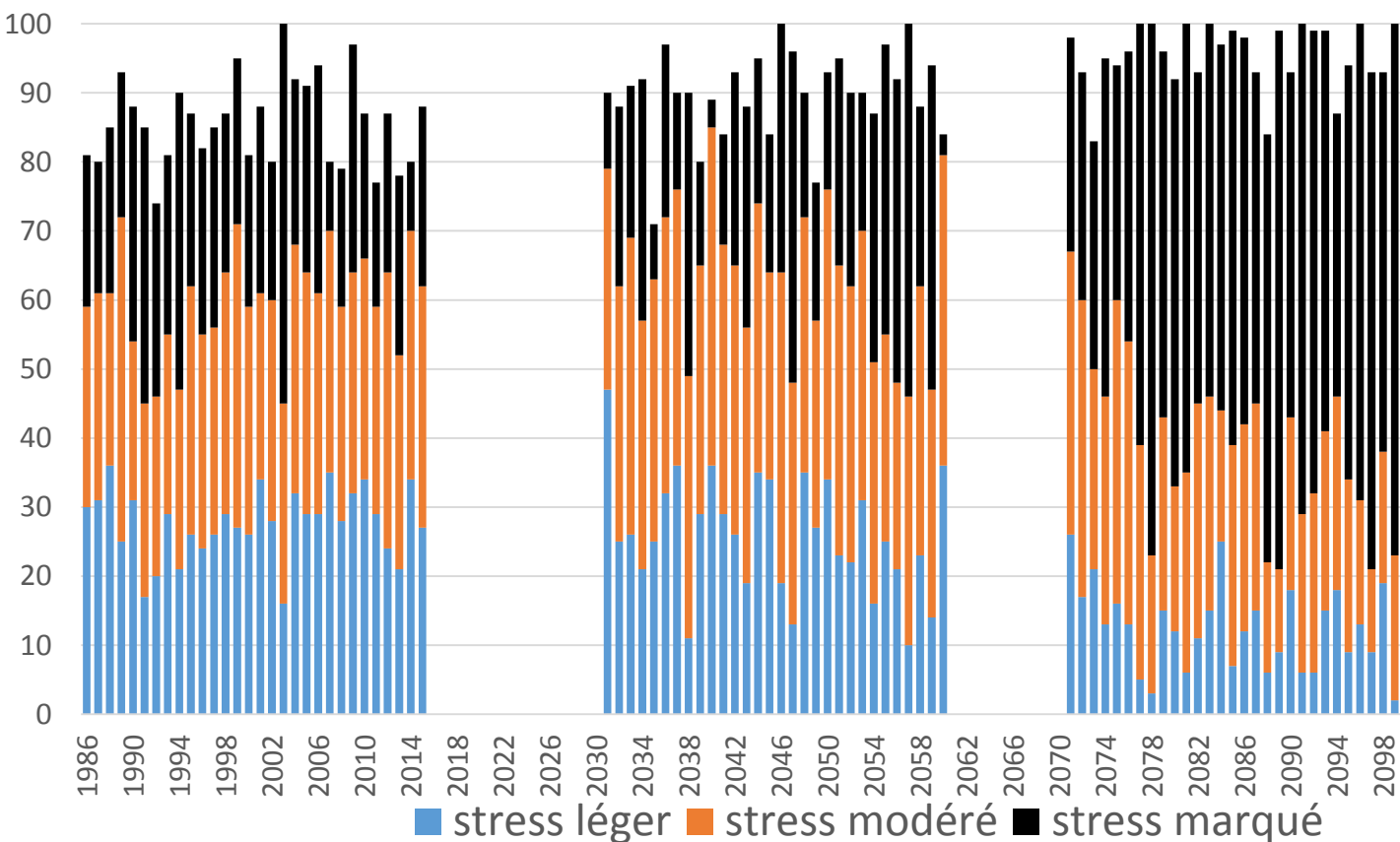
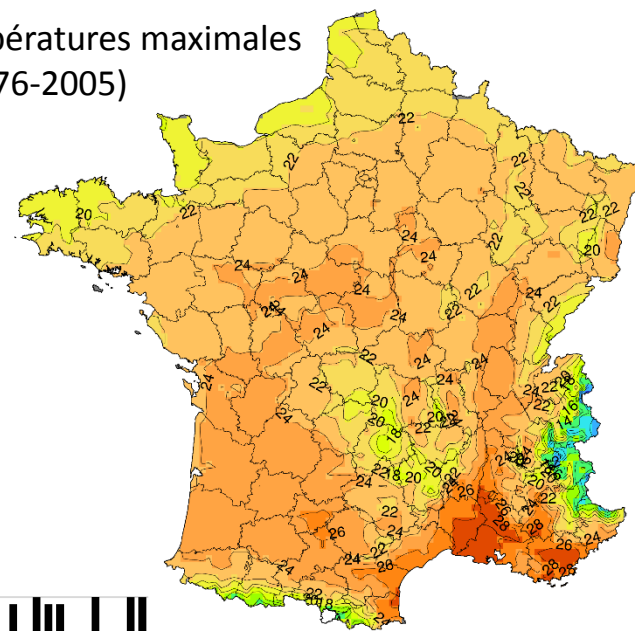
Une grande diversité de leviers pour sécuriser les systèmes fourragers face aux aléas climatiques et ainsi s'adapter au Changement Climatique



# Il n'y a pas que la production fourragère

## Le Stress thermique vécu par les animaux préoccupe beaucoup les éleveurs du Sud-Ouest

moyenne des températures maximales  
en Juillet (Drias 1976-2005)



Pour chaque année,  
nombre de jours selon  
l'intensité du stress tel que  
mesuré avec le THI, de  
1986 à 2014 (sur données  
observées) et sur le futur  
(modèle Aladin)  
*(THI (temperature Humidity  
Index) =  $1,8 * Ta - (1 - HR) * (Ta - 14,3) + 32$*   
*avec  $Ta$  = température  
ambiante, et  $HR$  = humidité  
relative).*

# Le THI: un bon indicateur « zoo-climatique »

Perte de 0.42 kg de lait/VL/ jour par point de THI entre 68 et 78 (stress léger = autour de 28° pour une hygro normale)

Compte tenu de la formule du THI, 2° de plus au-dessus de 28 c'est 2.6 points de THI en plus, donc 1.1 kg de lait en moins, par jour, (1650 l pour un troupeau de 50 vaches sur 30 jours soit déjà 560 €)

Au-dessus de 35°, on est plutôt à -4 l par jour !

Sans compter les baisses de taux (TB et TP), les pertes par morbidité, ou l'incidence sur la reproduction (allongement de l'IVV, avortements), ou sur les croissances des génisses ...

**Par rapport aux impacts zootechniques, certains impacts agronomiques ne sont peut-être que l'épaisseur du trait...**

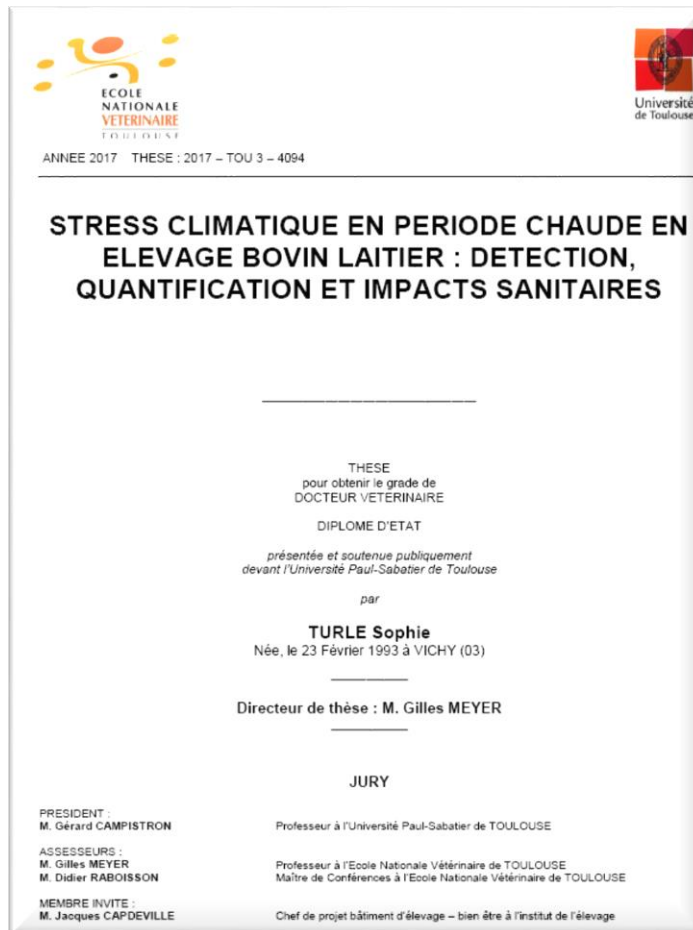
Il existe d'autres indicateurs comme le DHLI (Dairy Heat Load Index), souvent basés sur les températures mesurées avec des thermomètres à globe noir

En France, des progrès à faire aussi du côté de l'instrumentation et des systèmes d'alerte





# Impact direct du réchauffement climatique sur les animaux: Un bon exemple de thème nécessitant des approfondissements sur les aspects diagnostic, prévention (yc par la sélection), qualification des impacts, mesures curatives (bâtiments, aménagements, agroforesterie)...



**Thème peu étudié en France, en élevage Herbivore**

**Dans la Thèse de S Turle, 170 articles sont cités, 3 seulement d'auteurs de la R&D Français !**

**→ Une première étude va être lancée sur financement CNIEL (3 ans, 6 partenaires, 320 k€)**