CHANGEMENT CLIMATIQUE

Des systèmes agricoles plus résilients dans un contexte de climat changeant :
Les évaluer c'est les adopter ?

Paul Van Dijk, *Chambre d'agriculture du Grand Est*
Alice Santin, *Chambre d'agriculture de l'Aube*
Thierry Juszczak, *Chambre d'agriculture de la Meuse*
Laura Freudenreich, *Planète Légumes*
Estelle Leroux, *Chambre d'agriculture d'Alsace*

ACSE
air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Scénarios d'évaluation testés en grandes cultures

Paul Van Dijk, *Chambre d'agriculture du Grand Est*

ACSE
air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

Scénarios d'évaluation testés en grandes cultures

Finalité et objectifs

- Accompagner les agriculteurs dans l'adaptation au changement climatique
  - **Mieux connaître les problèmes déjà rencontrés** par les agriculteurs
  - **Identifier les pistes fiables d'adaptation** des systèmes de culture pour **alimenter le conseil agricole**
- Fonctionnement
  - Groupe de travail « Climat » avec des conseillers agricoles des CDA's du Grand Est et de Planète Légumes. Animation par la CRAGE

Cette présentation : focus sur la méthodologie mise en place

Résumé des phases de travail

Diagnostic : inventaire des situations/productions problématiques et recherche des causes

Pistes d'adaptation : ateliers par type de **production**

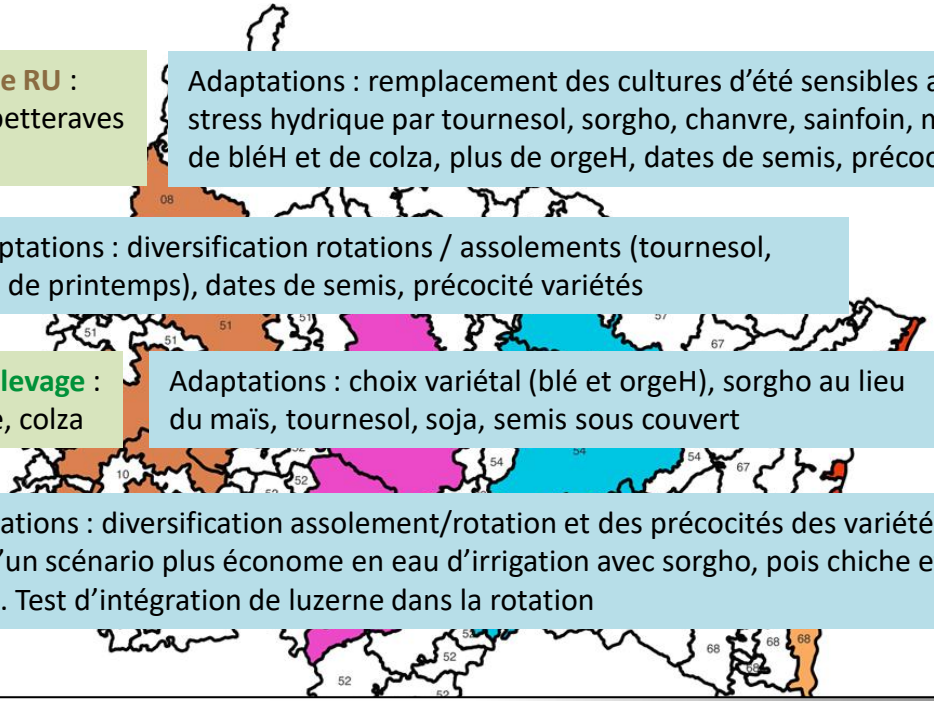
Sélection et définition détaillée des **systèmes de production à l'échelle de l'exploitation agricole** et de leurs adaptations possibles selon les **territoires**

Evaluation des performances des systèmes actuels et adaptés sous climat actuel et futur

1. Rendements via le modèle STICS
2. Performances économiques, sociales et environnementales via l'outil SYSTERRE

Rédaction de fiches pour le conseil **(l'exemple du Barrois est distribué à l'occasion du colloque)**

Quatre couples « régions agricoles – système de culture » sélectionnés



Champagne Crayeuse

Sol profond, **forte RU** : blé, orge, colza betteraves et luzerne

Adaptations : remplacement des cultures d'été sensibles au stress hydrique par tournesol, sorgho, chanvre, sainfoin, moins de bléH et de colza, plus de orgeH, dates de semis, précocité

Barrois

Sol superficiel caillouteux à **faible RU** : blé, orge, colza

Adaptations : diversification rotations / assolements (tournesol, pois de printemps), dates de semis, précocité variétés

Plateau lorrain sud

Sol lourd, polyculture **élevage** : maïs ensilage, blé, orge, colza

Adaptations : choix variétal (blé et orgeH), sorgho au lieu du maïs, tournesol, soja, semis sous couvert

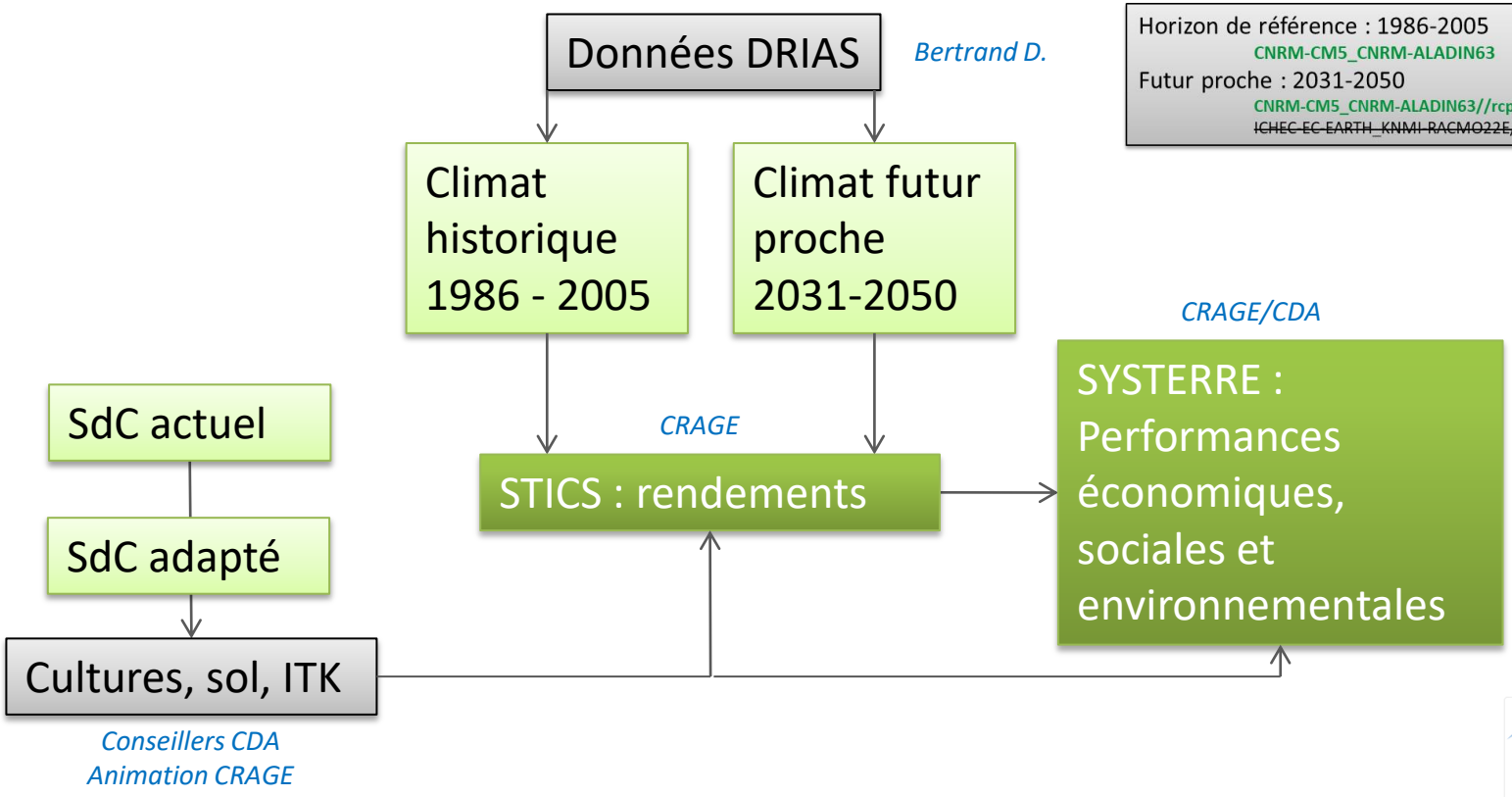
Ried Hardt

Sol superficiel caillouteux à faible RU, **irrigation** : maïs, blé, soja

Adaptations : diversification assolement/rotation et des précocités des variétés. Test d'un scénario plus économe en eau d'irrigation avec sorgho, pois chiche et orgeH. Test d'intégration de luzerne dans la rotation

Définition et description détaillée des systèmes actuels et des adaptations avec les conseillers de chaque territoire

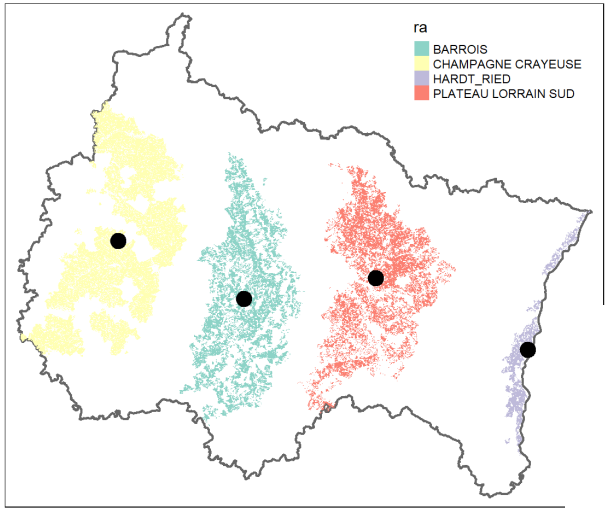
Méthodes d'évaluation des performances des systèmes de culture

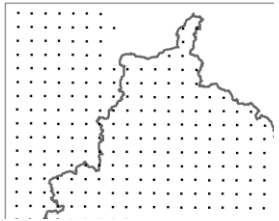


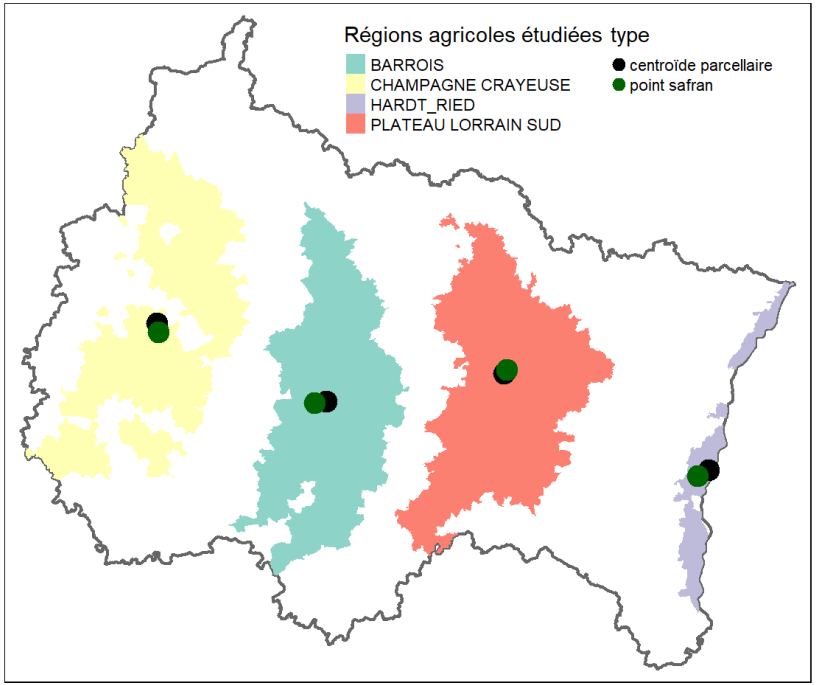
Horizon de référence : 1986-2005
CNRM-CM5_CNRM-ALADIN63
Futur proche : 2031-2050
CNRM-CM5_CNRM-ALADIN63//rcp*4.5
~~ICHEC-EC-EARTH_KNMI-RACMO22E//rcp*8.5~~

ACSE air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

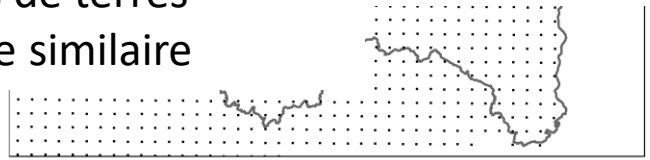
Choix des points Climat dans les 4 territoires







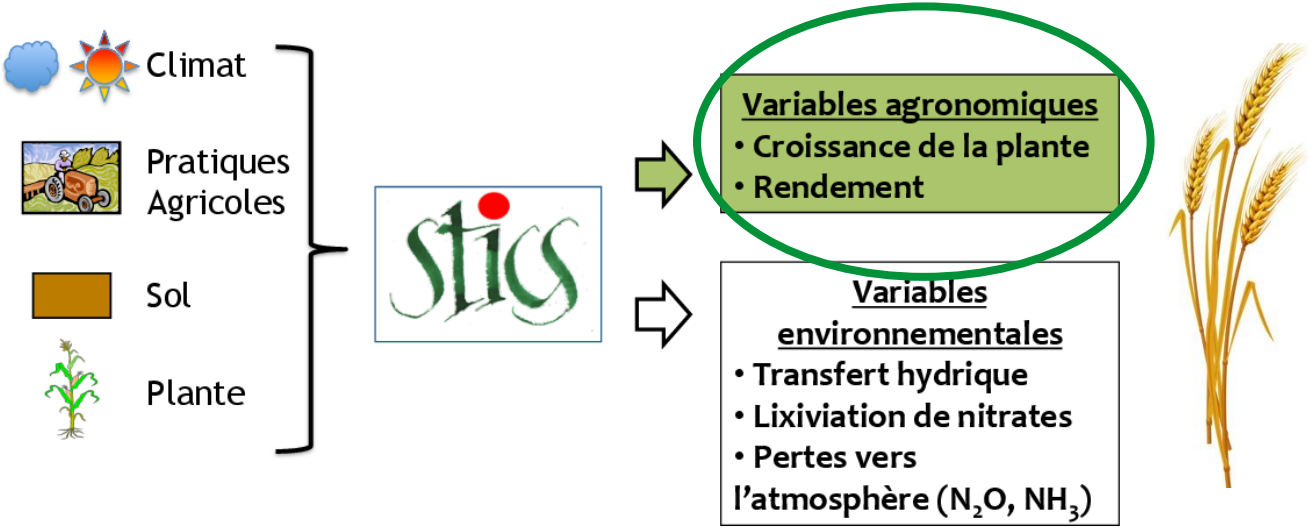
Le choix des points de projection a été réalisé en sélectionnant les points les plus proches des centroïdes de parcellaires de terres labourables ayant une altitude similaire



Source : Bertrand Dufresnoy

Stics est un modèle sol-plante à pas de temps journalier qui :

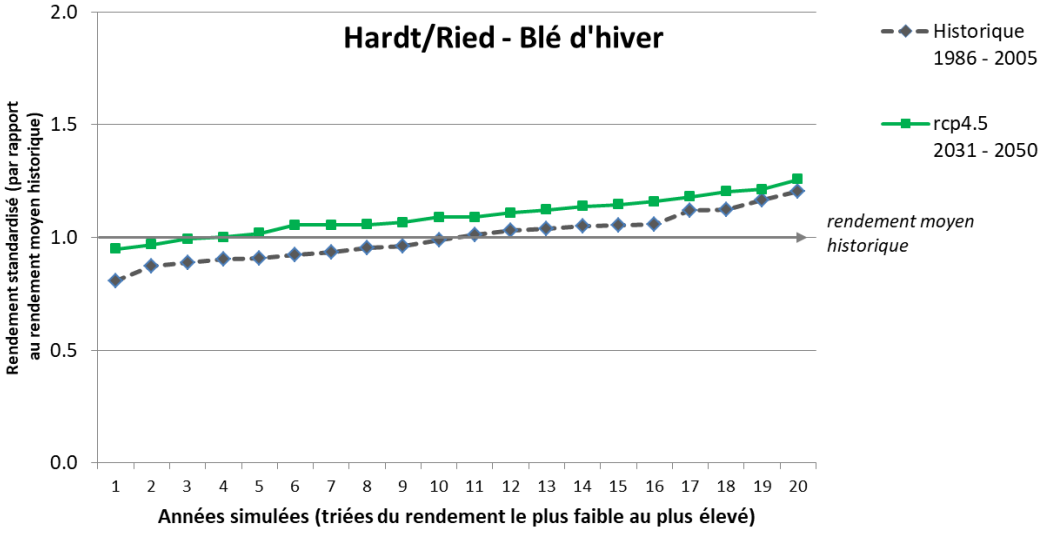
- **prend en compte P, T, rayonnement, teneur en CO2 dans l'atmosphère…**
- **est sensible aux ITK précis !**



Pour chaque territoire, chaque culture a été simulée pour chaque année du climat historique et futur → **rendements moyens et caractérisation de la variabilité** !

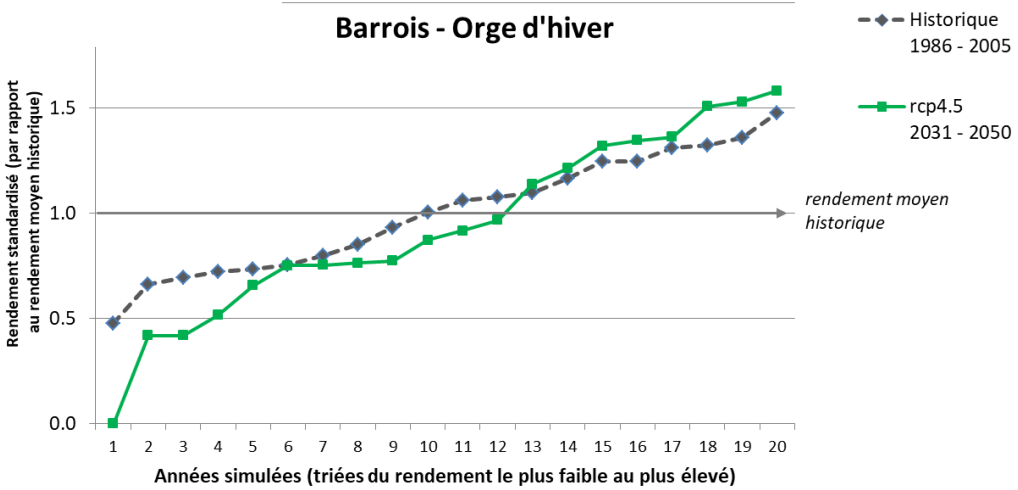
Exemple Barrois : 6 cultures x 20 années x 2 séries Climat = 240 simulations

Exemples résultats STICS



Alsace, exemple du blé irrigué
→ rendements peu variables
Meilleurs rendements sous climat futur : croissance stimulée par le surplus de rayonnement et les teneurs en CO2 plus élevées dans l'atmosphère

Barrois, exemple de l'orge d'hiver non-irrigué
→ rendements beaucoup plus variables, surtout sous climat futur.
Sous climat futur : parfois des (très) mauvaises années, parfois des bonnes années en fonction des précipitations.



Outil d'évaluation des performances de systèmes de culture

Exploitation : matériel, main d'œuvre…
Parcellaire et cultures : type de sol, surfaces…
Interventions : itinéraires techniques, rendements, prix…

SYSTERRE : Anne Schaub (CRAGE)dans le cadre du Programme Eau (financement AERM)

Calcul de 20 indicateurs principaux (économiques, techniques et environnementaux) :

- Produit brut
- Coût de production
- Marges
- Charges intrants
- Charges méca.
- *Charges de MO*
- *IVAN*
- *Eff. Éco des intrants*

- Production d'énergie
- Temps de traction
- Conso. Fuel
- Usages N,P,K
- IFT
- *Qté irrigation*
- *Rendement*

- EGES
- Cons. énergie
- Équilibre NPK

Conclusions

- L'utilisation du modèle STICS a permis de simuler le comportement des cultures selon le climat → un élément essentiel à l'évaluation des performances des SdC (actuels et scénarios)
- Limites de STICS
  - maladies/ravageurs non pris en compte
  - nombre de variétés disponibles limité pour certaines cultures
- SYSTERRE a permis l'évaluation multicritères des systèmes de culture pour le climat actuel et futur en fonction du prix des intrants, du prix de vente des récoltes et des aides financières

La présentation suivante montre le cas d'étude du Barrois avec les méthodes expliquées ici !

Pour l'agriculture de demain

Remerciements

- Inventaire et recherche des solutions en mobilisant le réseau CA de la région GE : collaborations fructueuses
- Fort investissement de la part des **conseillers du GT Climat** pour fournir les données nécessaires à l'évaluation des performances des SdC sous climat actuel et futur : un grand merci à eux !
- Merci à **Bertrand Dufresnoy** pour la fourniture des données de la plateforme DRIAS et la documentation précise des méthodes employées
- Merci à **Hugues Clivot** (INRAe Reims) pour ses conseils sur l'utilisation de STICS
- Un **TRES GRAND MERCI à Anne Schaub** (CRAGE), qui a énormément contribué à la démarche « systèmes de culture » et qui est intervenue sur SYSTERRE
- Enfin un grand merci à **Laetitia PREVOST** pour la coordination fluide tout au long du projet

ACSE
air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

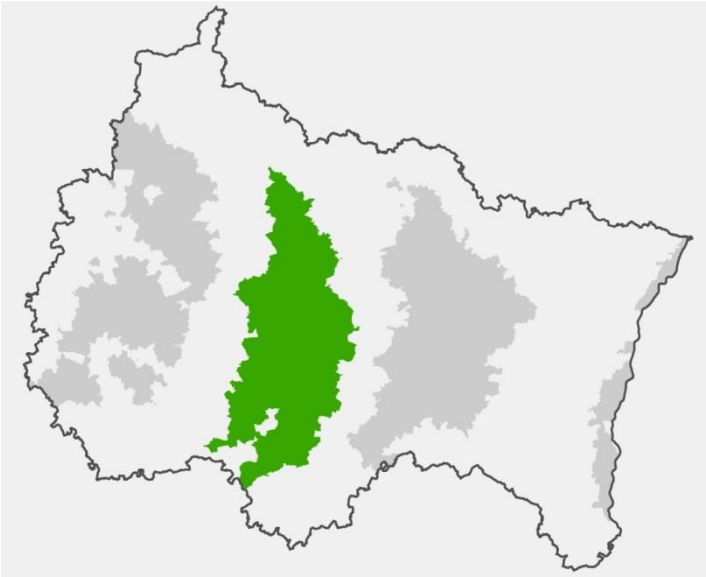
CHANGEMENT CLIMATIQUE

Scénarios d'évaluation testés en grandes cultures : Exemple de résultats sur le territoire Barrois

Alice Santin, *Chambre d'agriculture de l'Aube*
Thierry Juszczak, *Chambre d'agriculture de la Meuse*

ACSE
air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

Adaptation des cultures en Barrois

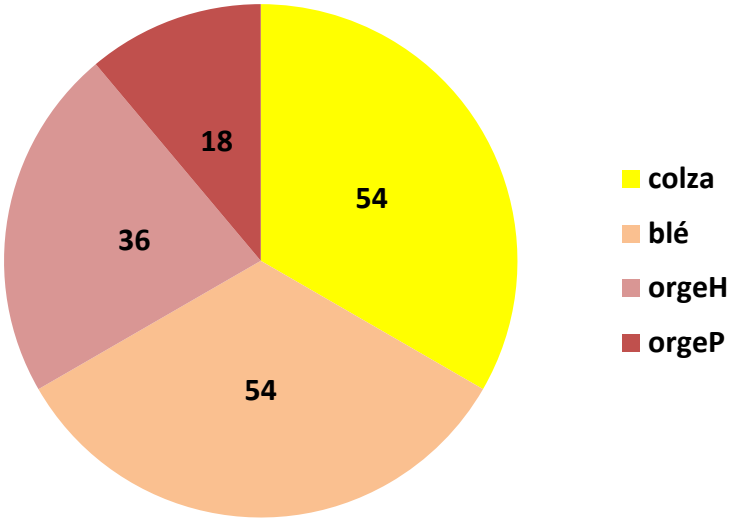


Argilo-calcaire superficiel
Faible réserve hydrique
Charge en cailloux importante
Meuse, Haute-Marne, Aube

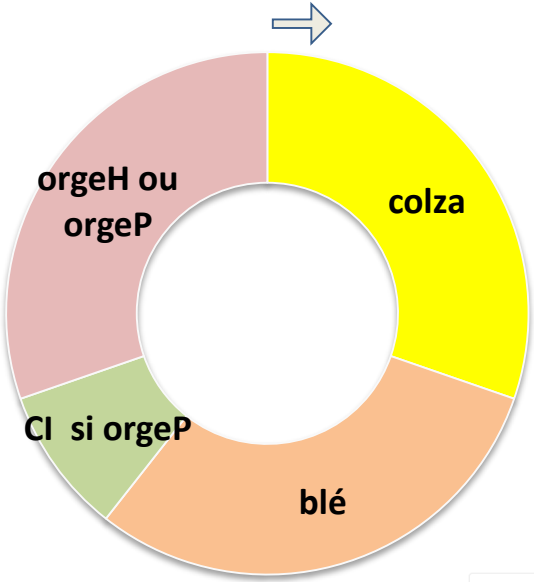
Système historique en grandes cultures

Assolement initial

Exploitation de 162 ha



Rotation initiale



Des températures en hausse

Moins de gel hivernal…:

- semis de printemps avancés
- semis d'automne orge de printemps

Diminution du cycle des cultures

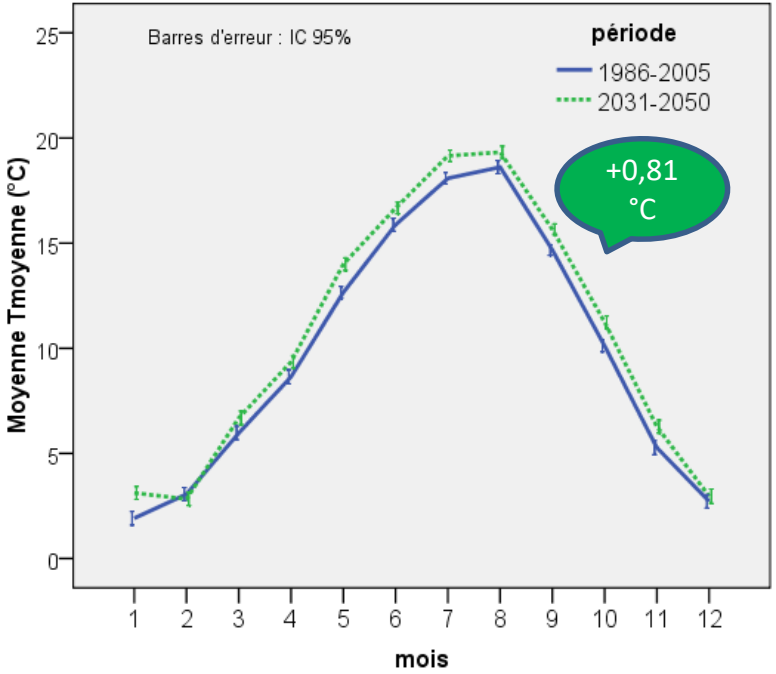
Stimulation photosynthèse en dehors d'autres facteurs limitants.

… des risques de gels tardifs accrus

Risque d'échaudage plus important.

Moins de températures fraiches pour la vernalisation.

Modification des bio agresseurs.

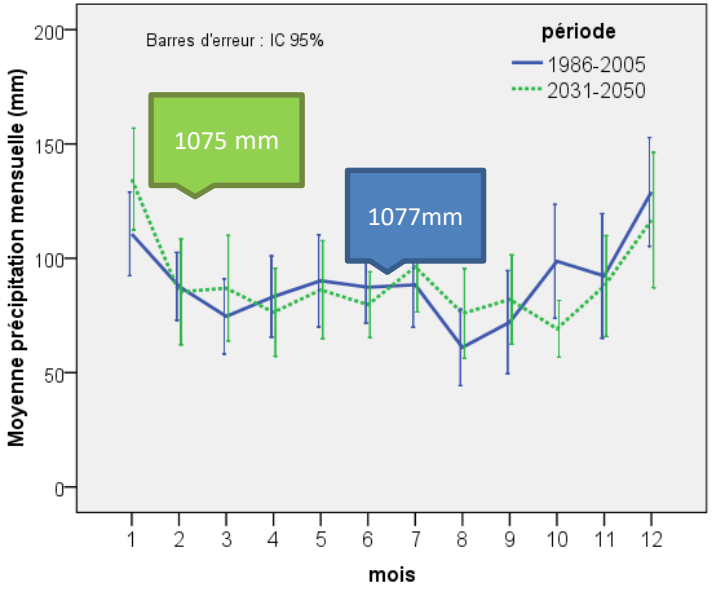


Pour l'agriculture de demain

Une répartition différente des précipitations

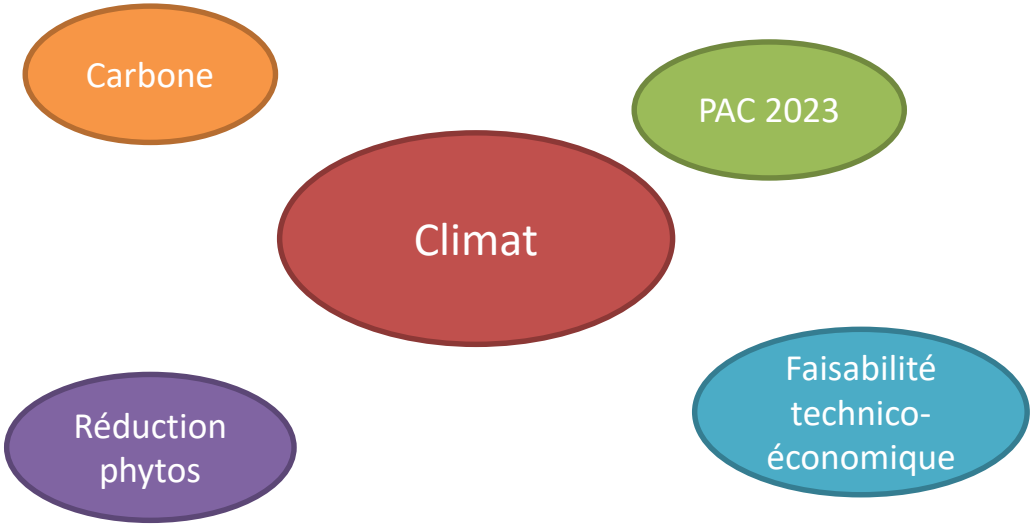
- Cumul de pluie annuel similaire
- Précipitations plus importantes sur des périodes courtes (notamment l'été)

Déficit hydrique accentué et semis d'été plus difficile (CIPAN, Colza)
Conditions plus sèches au printemps



Les axes d'adaptation étudiés

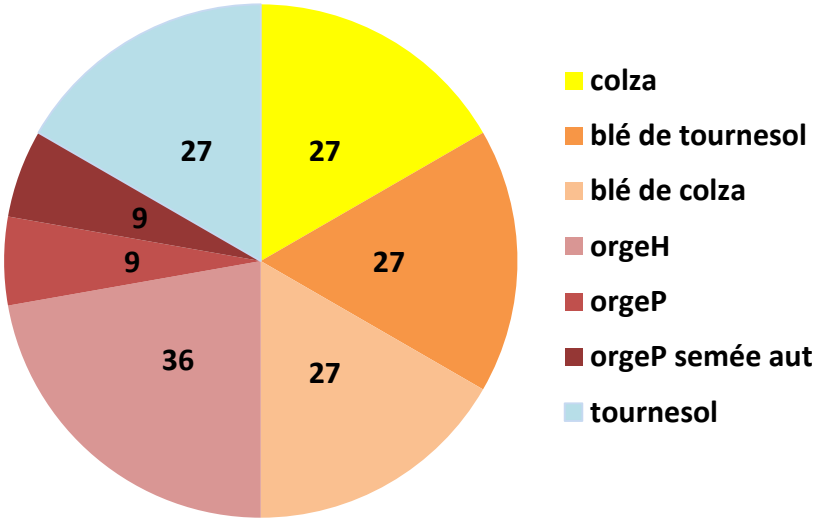
- Prise en compte de problématiques plus large que le climat:



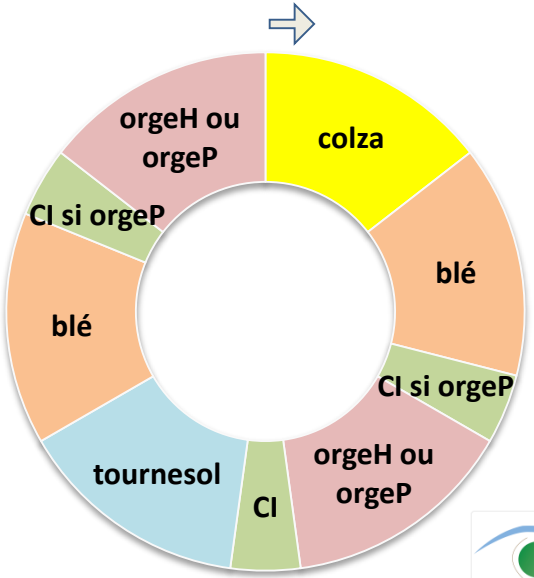
Pour l'agriculture de demain

1ère PROPOSITION : 1 culture d'été + date de semis de l'OP

Assolement A1 *(en ha)*

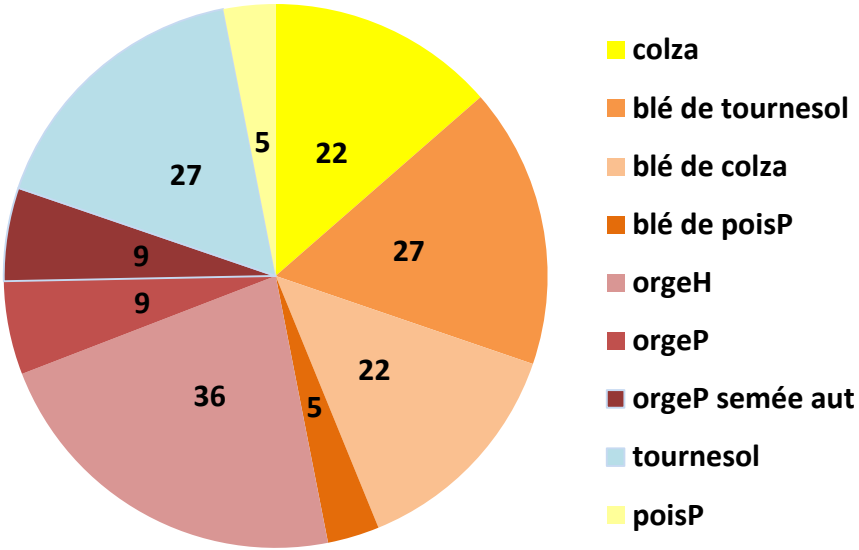


Rotation A1

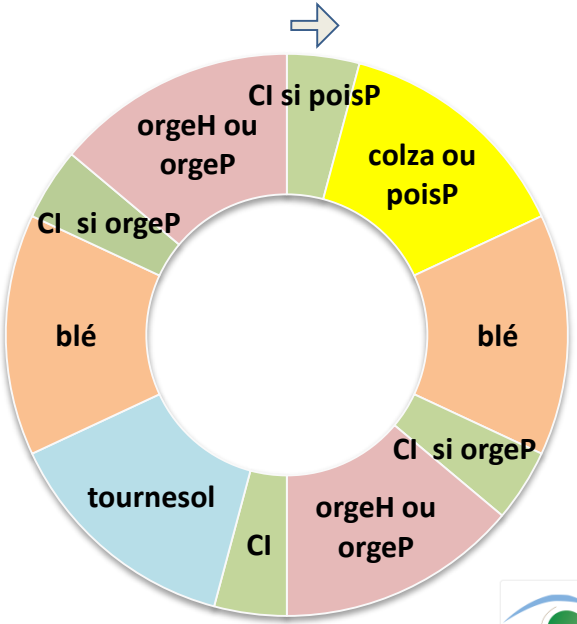


2ème PROPOSITION : 1 culture d'été + 1 légumineuse + date de semis de l'OP

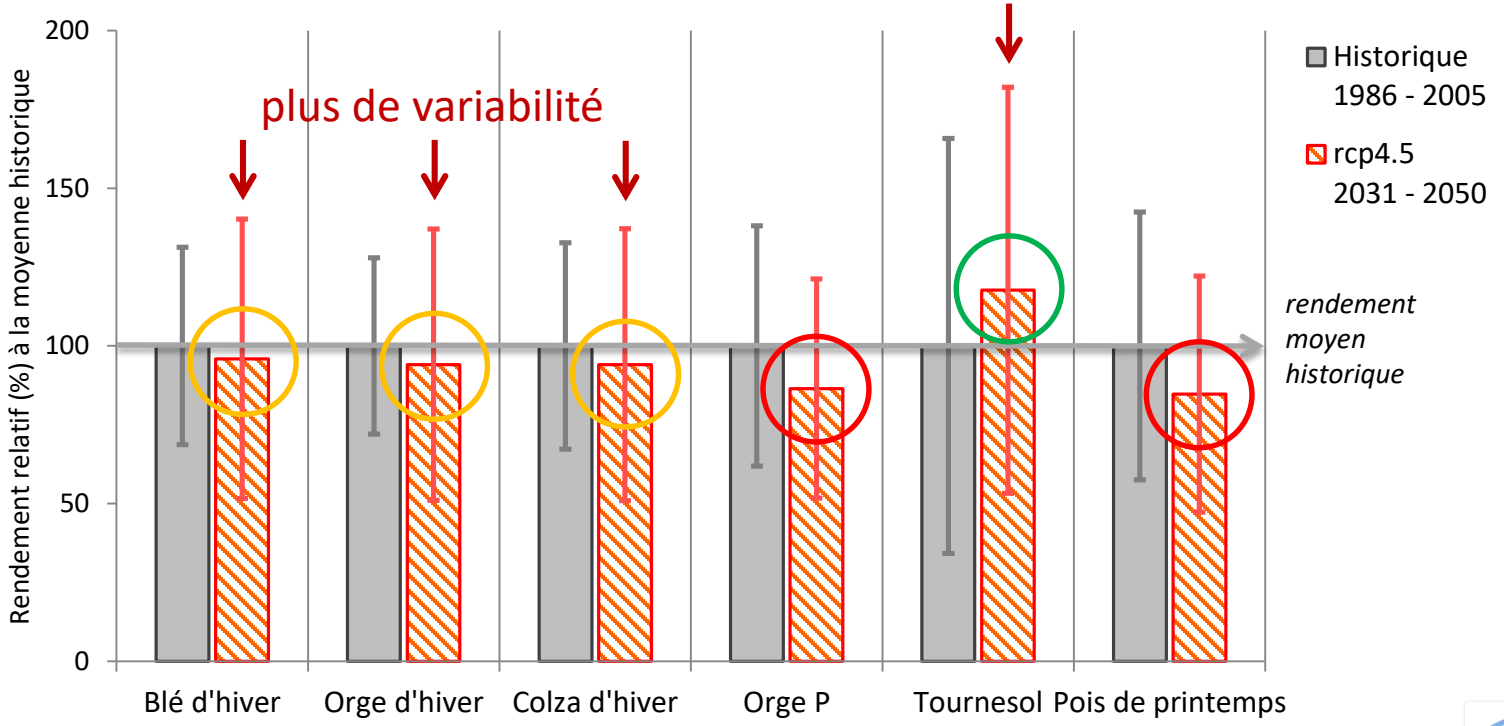
Assolement A2



Rotation A2

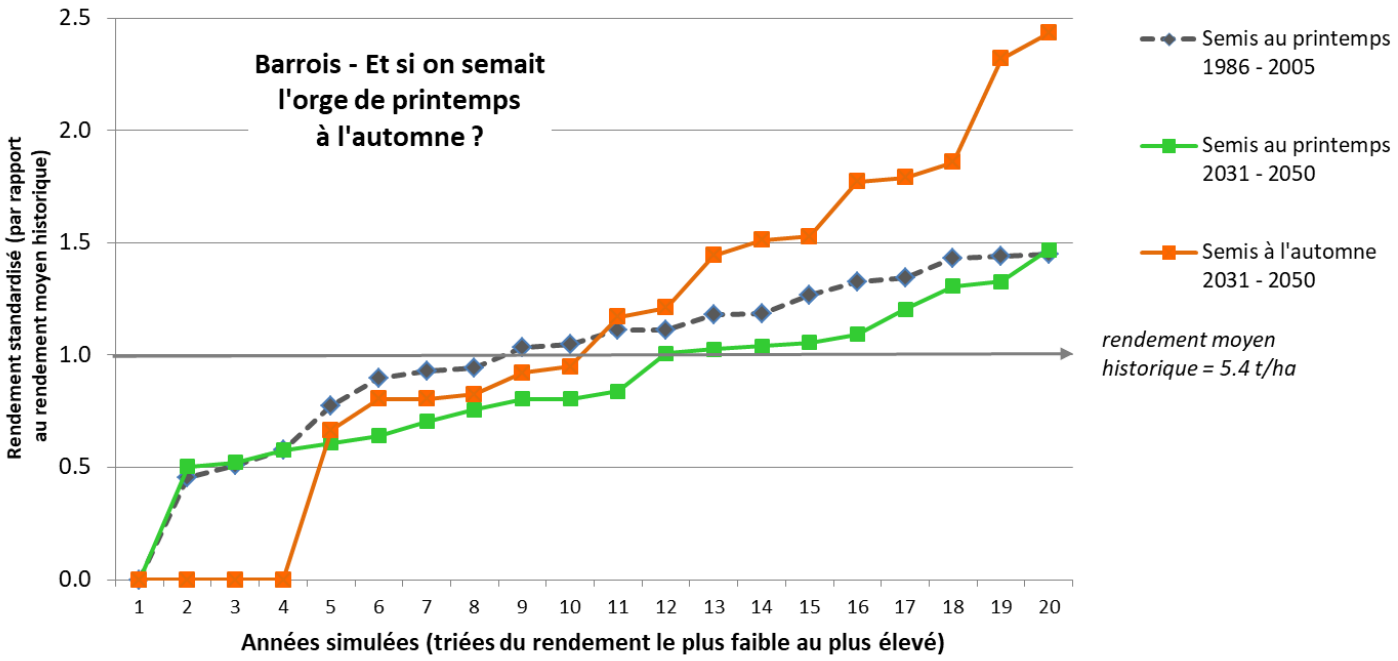


Evolution des rendements des cultures

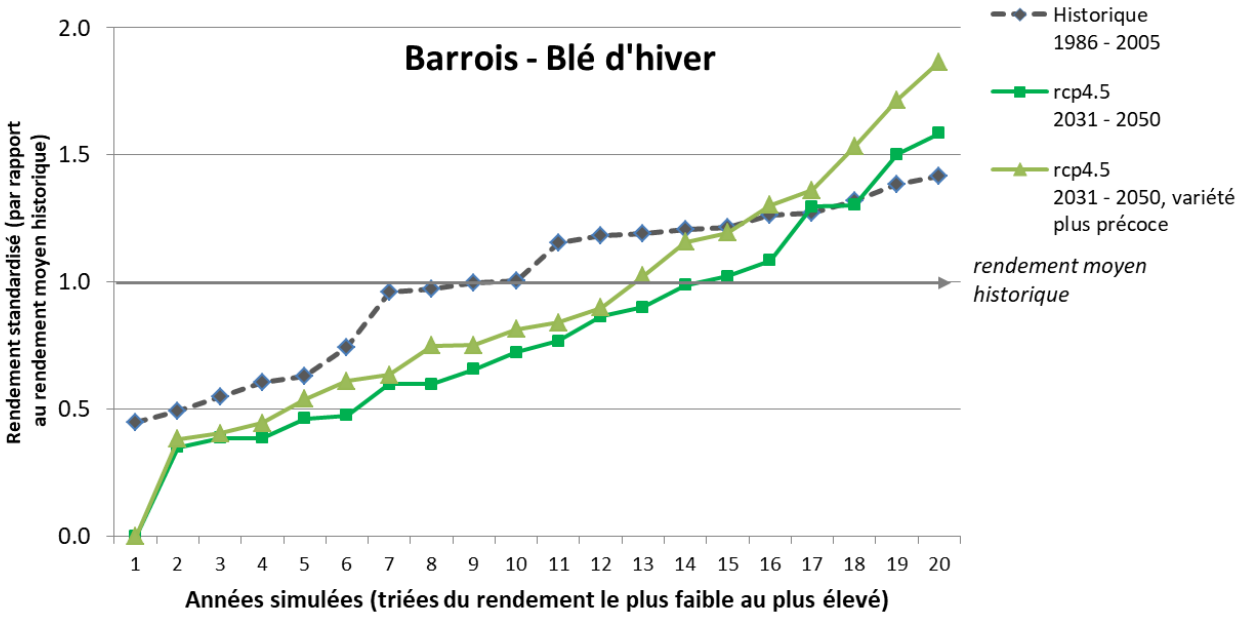


	Blé d'hiver	Orge d'hiver	Colza d'hiver	Orge P	Tournesol	Pois de printemps
Rdmt historique (*t/ha*)	6,7	6,3	2,9	5,4	2,5	2,5

Semis de l'orge à l'automne?



Adaptation des variétés: cas du blé

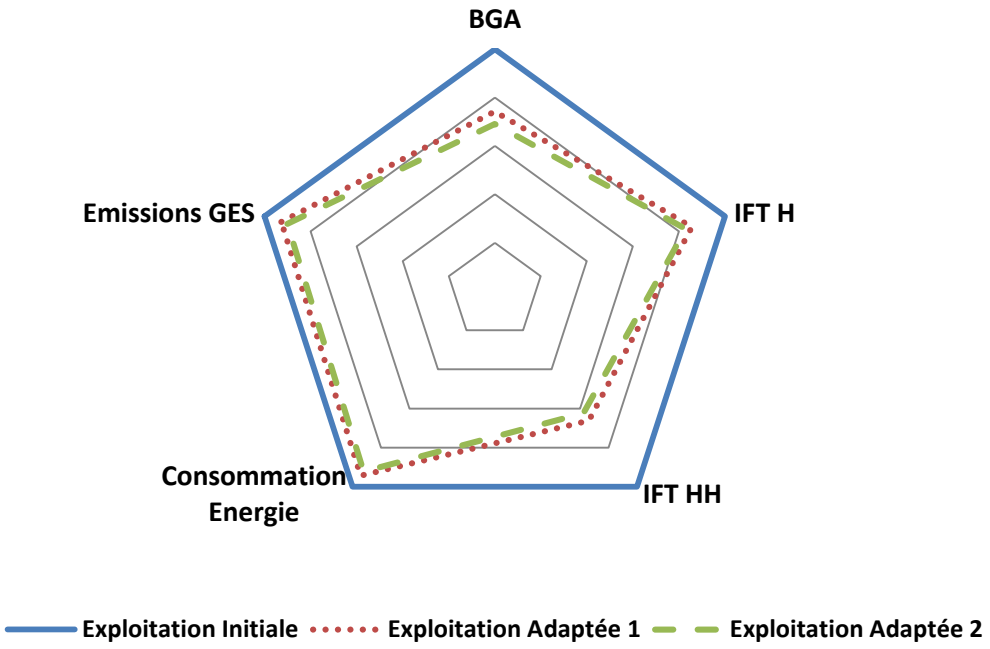


Résultats économiques

	Système initial	Introduction Tournesol (A1)		Rotation diversifiée et orge automne (A2)
Marge directe + aides (DPB, Ecorégime) dans le contexte récolte 2019 en €/ha				
Climat historique	332	364	+10 à + 12%	373
	- 34 %			
Climat futur	219	293	+34 à + 37%	301
Marge directe + aides (DPB, Ecorégime) dans le contexte récolte 2022 en €/ha				
Climat futur	602	709	+ 18%	711

ACSE
air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

Bilan environnemental comparé



A retenir

Adaptations proposées ne remettent pas en cause fondamentalement les systèmes d'exploitation, des systèmes plus impactant restent à évaluer.

Elles correspondent à des pratiques existantes et pouvant être facilement étendues.

Les indicateurs environnementaux sont améliorés.

Les résultats économiques sont maintenus en moyenne mais des variations importantes sont à prévoir d'une année à l'autre.

DIVERSIFIER L'ASSOLEMENT C'EST PARTAGER LES RISQUES

ACSE
air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Adaptation au changement climatique en cultures légumières, focus sur l'irrigation goutte-à-goutte

Laura Freudenreich, *Planète Légumes*

ACSE
air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

Adaptation au changement climatique en cultures légumières

-Au soleil

- **Blanchiment des serres**

-A la sécheresse

- **Irrigation goutte-à-goutte**

A la chaleur

- **Introduction de cultures des pays chauds**

Résilience des systèmes

- **Engrais verts**

Ombrage sous serre

Le blanchiment

= Technique d'ombrage qui permet de réduire le rayonnement lumineux sous serre (-5 à 10°C)

- ✓ **Conditions de croissance** plus favorables
- ✓ **Ergonomie** des travailleurs

Essais : comparer l'efficacité de différentes méthodes d'ombrage (produits, voile) et évaluer les conditions d'applications

ACSE air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

Ombrage sous serre

Conditions de réussite

Agitation soutenue

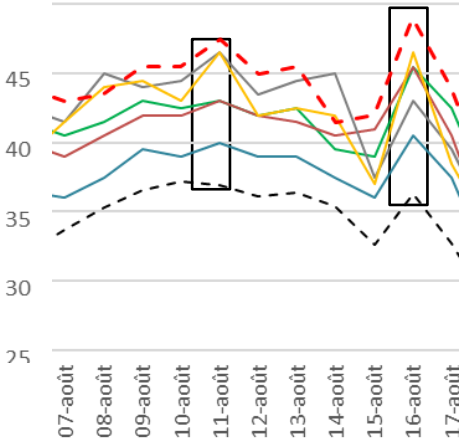
Mélange des produits avant mise en cuve

Absence de vent

Minimum 8h sans pluie après application

Application à l'atomiseur thermique sur le côté le plus exposé du tunnel

Résultats



-5 à 8,5 °C dans la serre ombragée par rapport au témoin lors des pics de chaleur

ACSE air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

Produire de la patate douce en Grand Est

Changement climatique peut être une opportunité pour de nouvelles cultures
Patate douce : originaire des pays tropicaux
France : 3e importateur européen
Culture peu exigeante en intrants

Opportunités

- Marché porteur et dynamique
- Climat du Grand Est adapté
- Facile à intégrer dans les rotations
- Peu sensible aux maladies
- Culture vigoureuse et peu exigeante en entretien

Limites

- Volumes de production très variables (15 à 30t/ha, taux de déchets ++)
- Charges de production importantes (15 000 € à 22 000 € pour 1 ha)
- Peu de mécanisation (plantation et récolte manuelles en syst. maraicher)

Essais : adapter les ITK au contexte local, tester les variétés

ACSE
air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

Produire de la patate douce en Grand Est

Illustrations : PLANETE Légumes

ORLEANS
(Voltz)

Rendement ★★★
Calibre ★★★
Conservation ★★★
Présentation ★★★

ERATO VINELAND EARLY ORANGE
(Volmary)

Rendement ★★½
Calibre ★★★★
Conservation ★★★
Présentation ★★★

BELLEVUE
(Voltz)

Rendement ★★
Calibre ★★
Conservation ★★★
Présentation ★★

ERATO WHITE
(Volmary)

Rendement ★★½
Calibre ★★★
Conservation ★★
Présentation ★★★

SAKURA
(Voltz)

Rendement ★½
Calibre ★★
Conservation ★★★
Présentation ★★★

ERATO PLENO
(Volmary)

Rendement ★★★
Calibre ★★½
Conservation ★
Présentation ★★½

ACSE air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

Engrais verts

Sols maraichers = production intensive + exportation des résidus de culture

Sol peu fertile = moins résilient face aux aléas climatiques, RU réduite

Engrais verts

✓Introduire des graminées dans les rotations	✓Créer de la matière organique dans le sol	✓Améliorer la fertilité des sols	✓Maintenir l'activité biologique	✓Eviter certaines complications sanitaires

➔ **Identifier les modalités d'implantation + mélanges les plus prometteurs**

Synthèse des essais irrigation en goutte-à-goutte sur choux à choucroute (2020-2022)

- Robin SESMAT, PLANETE Légumes, site d'Obernai

- Conseiller choux et navets salés
- Ingénieur Réseau DEPHY Alsace en cultures légumières
- Email : r.sesmat@planete-legumes.fr
- Téléphone : 06 68 63 00 01

Synthèse des essais irrigation en goutte-à-goutte sur choux à choucroute (2020-2022)

Objectif

Evaluer si un système d'irrigation au goutte-à-goutte est réalisable et efficace par rapport à un témoin non irrigué et à une pratique agriculteur (aspersion).

2021 : Duttlenheim
Variété : Jubilée
Plantation : 28/05/2021
Récolte : 15/10 et 02/12/2021

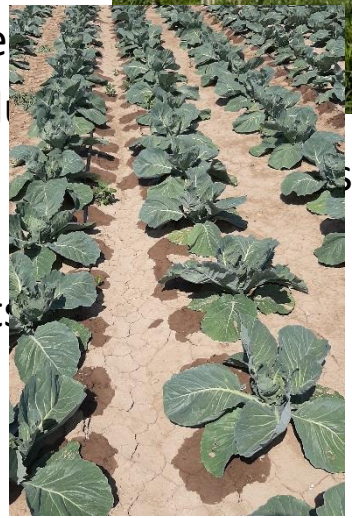
2022 : Meistratzheim
Variété : Liberator
Plantation : 12/05/2022
Récolte : 18/10/2022

2020 : Meistratzheim
Variété : Novoton
Plantation : 04/05/2020
Récolte : 10/09 et 01/10/2020

Synthèse des essais irrigation en goutte-à-goutte sur choux à choucroute (2020-2022)

Les avantages théorique du goutte-à-goutte

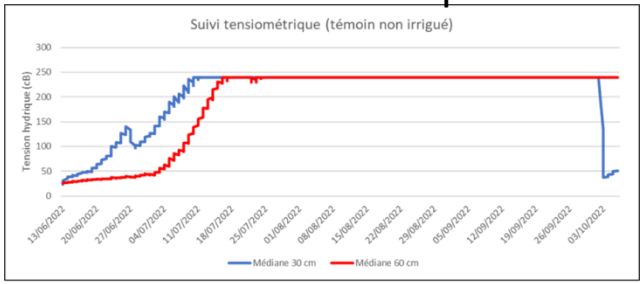
- **Pas de mouillage des feuilles** : limitation des maladies fongiqu
- **Plus faibles débits d'eau nécessaires** : plus accessible selon disponibles ;
- Pas de contraintes des conditions météorologiques et d'e
- **Optimisation de l'irrigation à la plante**, volumes d'eau pl
- **Faibles pertes par évaporation** par rapport à un système spersion
- **Ferti-irrigation** (non testée) ;
- **Fréquence d'irrigation** peut être augmentée (apports et plus proches des besoins avec outil de pilotage).

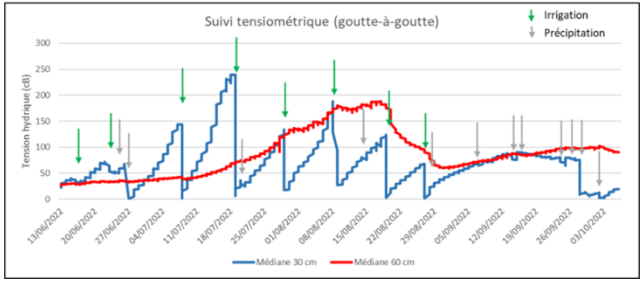


Synthèse des essais irrigation en goutte-à-goutte sur choux à choucroute (2020-2022)

Les méthodes de suivi et de pilotage de l'irrigation

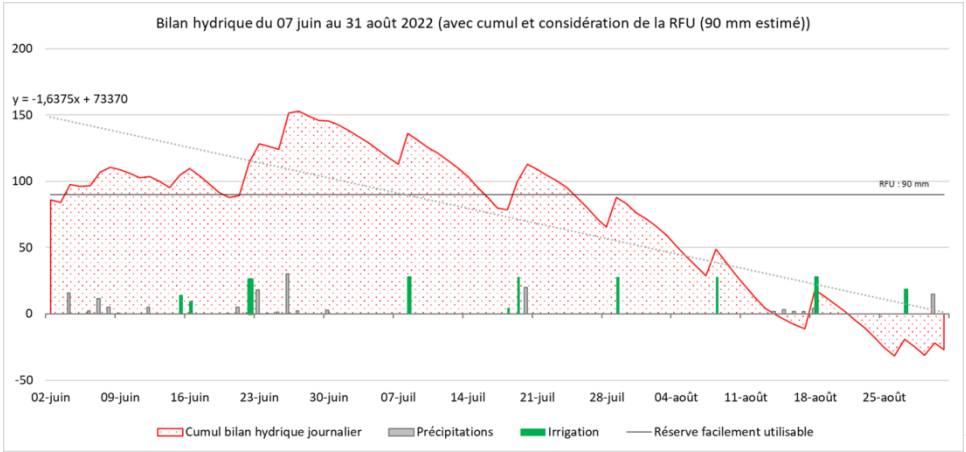
Relevés tensiométriques





Bilan hydrique

= Entrées (précipitations + réserve utile) – besoins des plantes (ETP)



Synthèse des essais irrigation en goutte-à-goutte sur choux à choucroute (2020-2022)

Conclusion de 3 années de projet

- Abstraction des conditions météo et facilité de déclenchement. Peu d'énergie consommée.
- Optimisation des apports selon les besoins : meilleure couverture, rendement supérieur.
- Efficience d'utilisation de l'eau meilleure en goutte-à-goutte (dépend de l'année, apports non réalisés à volume égal)

- Pas de différences observées sur les maladies malgré le non mouillage des feuilles.
- Coût économique plus élevé pour le goutte à goutte (de 4,5 à 8,5 €/mm, contre 2,9 à 3,5 €/mm avec un enrouleur). Adoption à grande échelle difficile.
- Défi technique sur la mise en place du goutte-à-goutte.

CHANGEMENT CLIMATIQUE

KLIMACO : Construire la résilience climatique des élevages

Estelle Leroux, *Chambre d'agriculture d'Alsace*

RHIN SUPÉRIEUR
OBERRHEIN
KLIMACO

Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Kofinanziert von der Europäischen Union
Rhin Supérieur | Oberrhein

01/01/2020 – 30/06/2023

ACSE
air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain

La coopération transfrontalière au service des éleveurs

Accompagner les éleveurs dans l'adaptation de leurs systèmes face au changement climatique

Formuler des recommandations et accompagner leur mise en œuvre sur le terrain

Le stress thermique : késako ?

Se mesure à l'aide du **THI**

(Temperature-Humidity Index)

THI	Niveau de stress	Symptômes
< 68	pas de stress thermique	
69-71	stress thermique faible	- recherche d'endroits ombragés - fréquence respiratoire plus rapide - dilatation des vaisseaux sanguins - premiers effets sur la production laitière
72-79	stress thermique modéré	- augmentation de la production de salive - augmentation de la fréquence respiratoire - augmentation de la fréquence cardiaque - diminution de la prise alimentaire - augmentation de la consommation d'eau - diminution de la production de lait
80-89	stress thermique fort	- malaise dû à l'augmentation des symptômes
> 90	Danger	- des cas de décès peuvent survenir

TH-Index nach Zimbelmann und Collier 2009	Luftfeuchtigkeit [rel %]																
Temperatur [°C]	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
16	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	61	61	61
17	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	62	62	63
18	62	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64
19	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	66
20	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68
21	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70
22	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
23	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
24	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
25	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79
27	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
28	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
29	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
30	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
31	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
32	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90
33	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
34	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97
37	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	99
38	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100

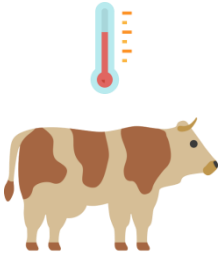
kein Hitzestress | milder Hitzestress | mäßiger Hitzestress | starker Hitzestress | Gefahr

Figure 1 : Indice THI chez la vache laitière en lactation. D'après Zimbelmann & Collier (2009)

Extrait flyer Stress thermique projet KLIMACO

Focus sur le management du stress thermique en élevage laitier

La **Méthode**



3 leviers d'action étudiés :

- ✓ Agroforesterie
- ✓ Adaptation des bâtiments
- ✓ Alimentation

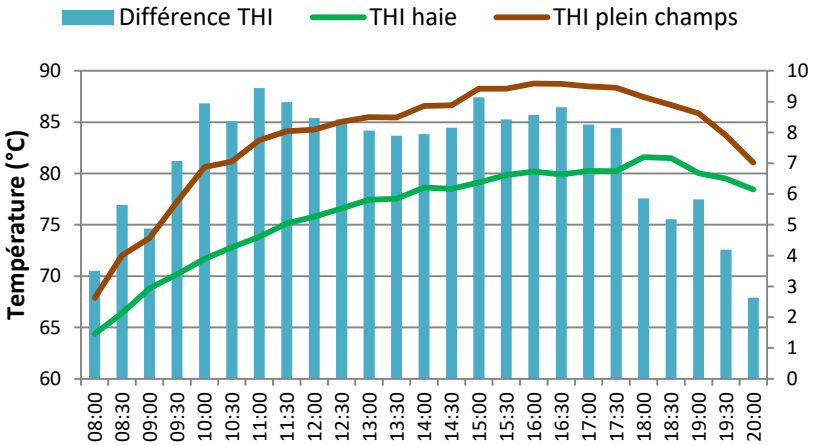
1- Mesurer le THI et observer son impact
2- Recueillir les bonnes pratiques
3- Formuler et diffuser des recommandations

Mesurer le THI et observer son impact

Dans les **pâtures**

Mesures de T° et d'humidité dans des pâtures avec de l'agroforesterie : dans les zones d'ombrage et dans les zones de plein soleil

Moyenne des 4 sites du dispositif le 14 août 2021



	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Nb jours de mesure	28	28	28	29
Nb jours THI haie * > 72 (stress T° modéré ou fort)	3 (11%)	2 (7%)	5 (18%)	4 (14%)
Nb jours THI plein champs* > 72 (stress T° modéré ou fort)	12 (43%)	9 (32%)	14 (50%)	14 (48%)

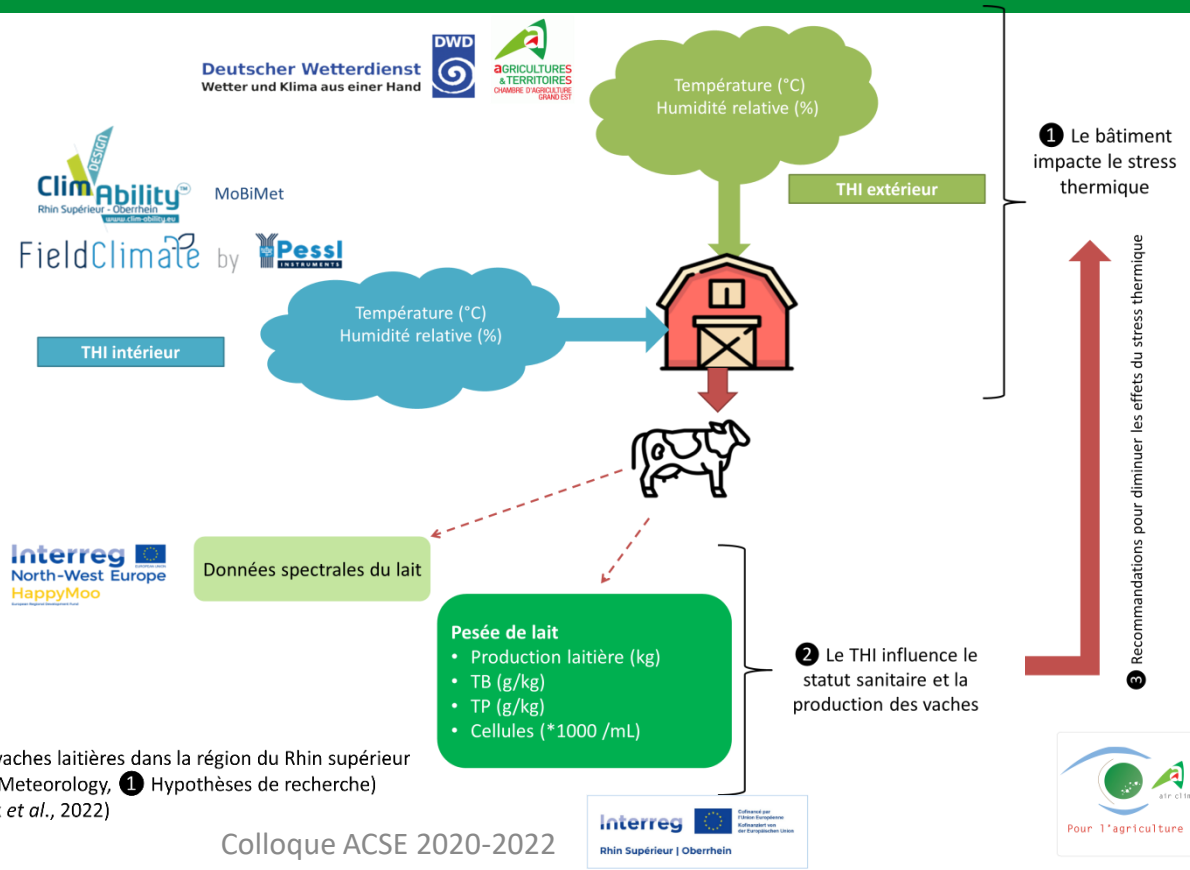
* THI moyen sur la journée (8h-18h)

Mesurer le THI et observer son impact

Dans les **bâtiments**

MoBiMet (Mobile BioMeteorology)

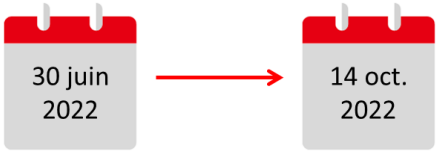
Capteur Pessl



Protocole et objectifs pour atténuer le stress thermique des vaches laitières dans la région du Rhin supérieur
(THI: Temperature Humidité Index, MoBiMet: Mobile BioMeteorology, ❶ Hypothèses de recherche)
(Schéma adapté de Leroux *et al.*, 2022)

Mesurer le THI et observer son impact

Dans les **bâtiments**



4 élevages
1 robot & 3 salle de traite

Traite 1 à 2 fois/semaine
Traite robot : lait 24h
Traite classique : lait du soir

00 échantillons de lait

Recueil des bonnes pratiques

Réseau de conseillers en élevage : identifient les pratiques innovantes

➔ Témoignages d'éleveurs sous forme vidéo

Formuler et diffuser des recommandations

Plusieurs stratégies dans la gestion de **<u>l'alimentation</u>**

Par exemple :

Eviter les fibres difficiles à digérer (digestion = production de chaleur)

Augmenter l'apport en minéraux et en sel (80-100g) pour compenser les pertes dues à la transpiration

Formuler et diffuser des recommandations

Plusieurs stratégies dans le (ré)aménagement du **<u>bâtiment</u>**

Ventilation naturelle : créer des ouvertures

Ventilation mécanique : ventilateurs ou brasseurs

➔ Créer un courant d'air pour diminuer la T° perçue par l'animal /!\ <1m/s

Formuler et diffuser des recommandations

Beaucoup de contenus sont en cours de finalisation et seront publiés d'ici la fin du projet (juin 2023)

Le site web du projet :

https://agroecologie-rhin.eu/

SAVE THE DATE

Séminaire technique

15 juin 2023

KEHL

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Place aux questions !

ACSE
air climat sol énergie
Pour l'agriculture de demain