Présentation à l'occasion de la journée du livre blanc
26 Février 2014

Gestion des Intrants Azotés & Agriculture de Précision
-
Le pari relevé par GxABT et le CRA-W de Développer un Outil d'Aide à Décision pour les Agriculteurs Wallons.

Ir. B. Dumont
Prof. MF. Destain

Ulg, Gbx Agro-Bio Tech
Unité d'Agriculture
de précision

Ir. R. Meza
Prof. B.Bodson

Ulg, Gbx Agro-Bio Tech
Unité de Phytotechnie
des Régions Tempérées

Prof. JP. Destain

Direction CRA-W
Département Agriculture
et Milieux Naturels

Plan de la présentation

Quel contexte pour une Agriculture de Précision?

Quels outils pour l'Agriculture de Précision ?

Les défis du projets

Et l'azote dans tout ca ?

Des résultats concrets

Conclusions

Plan de la présentation

Quel contexte pour une Agriculture de Précision?

Quels outils pour l'Agriculture de Précision ?

Les défis du projets

Et l'azote dans tout ca ?

Des résultats concrets

Conclusions

Agriculture de Précision

Une définition complète !?

L'***agriculture*** de ***précision*** est définie comme un ***système de gestion des cultures*** basé sur ***l'expérience, la connaissance et la technologie***, qui soit ***spécifique à chaque champ*** et qui utilise plusieurs sources d'informations (données sur le sol, la culture, la disponibilité de nutriments, ...).

Le déploiement de l'agriculture de précision vise l'***obtention d'un profit optimal***, d'un ***système de culture durable*** tout en ***minimisant les impacts de l'agriculture sur l'environnement***.

Objectifs du projets

gembloux agro bio tech

Objectifs :

→ ***Optimisation de l'apport en engrais azotés en se concentrant sur les apports à la dernière feuille***

Objectifs du projets

gembloux agro bio tech

Objectifs :

→ Optimisation de l'apport en engrais azotés de dernière feuille

Solution :

→ ***Suivre au plus près, caractériser et anticiper la croissance de la culture***

Objectifs du projets

gembloux agro bio tech

Objectifs :

→ Optimisation de l'apport en engrais azotés de dernière feuille

Solution :

→ Suivre et caractériser *au plus près* la croissance de la culture

Ce qui implique :

- Étude du climat et de ses impacts sur la croissance
- Emploi d'un modèle de croissance des culture

Plan de la présentation

Quel contexte pour une Agriculture de Précision?

Quels outils pour l'Agriculture de Précision ?

Les défis du projets

Et l'azote dans tout ca ?

Des résultats concrets

Conclusions

Le premier outil : la réalité de terrain !

Les essais agronomiques au site du **Bordia**

- Culture de Blé (*Triticum aestivum* L. – Cultivar Julius)
- 2 types de sol : Limon sableux - Limon classique
- Conduits des essais : 2008 – 2014



Le protocole : Essais agronomiques

Les essais agronomiques au site du **Bordia**

- Culture de Blé (*Triticum aestivum* L. – Cultivar Julius)
- 2 types de sol : Limon sableux - Limon classique
- Conduit des essais : 2008 – 2014

- Fertilisation Azotée – Qtt totale : 0-120-180-240uN
- Fertilisation Azotée – Fractionnement : 2 ou 3 apports

Traitement #	Stade au moment de l'apport				Total
	Tallage	TR	Redressement	Dernière feuille	
1	0	0	0	0	0
2	30	0	30	60	120
3	0	60	0	60	120
4	60	0	60	60	180
5	0	90	0	90	180
6	60	0	60	120	240
7	0	120	0	120	240

Le protocole : Essais agronomiques

gembloux agro bio tech

Les essais agronomiques au site du **Bordia**

- Culture de Blé (*Triticum aestivum* L. – Cultivar Julius)
- 2 types de sol : Limon sableux - Limon classique
- Conduite des essais : 2008 – 2014
- Fertilisation Azotée – Qtt totale : 0-120-180-240uN
- Fertilisation Azotée – Fractionnement : 2 ou 3 apports

Afin d'étudier au cours de la saison :

- Le développement & la phénologie de la culture
- La biomasse totale : paille + grains
- Le rendement grains
- Le prélèvement de l'azote du sol
- La teneur en protéine
- …

Le protocole : Base de données climatiques

gembloux agro bio tech

La Base de Données d'Ernage :

- Mesures disponibles sur ***30 ANS*** : 1989-Aujourd'hui
- Localisation : 2km à vol d'oiseau
- Mesures disponibles :
  - T max
  - T min
  - HR ou pression vapeur
  - Radiation
  - Pluie
  - Vent



Le protocole : Monitoring environnemental

gembloux agro bio tech

Implémentation des capteurs sur champ :





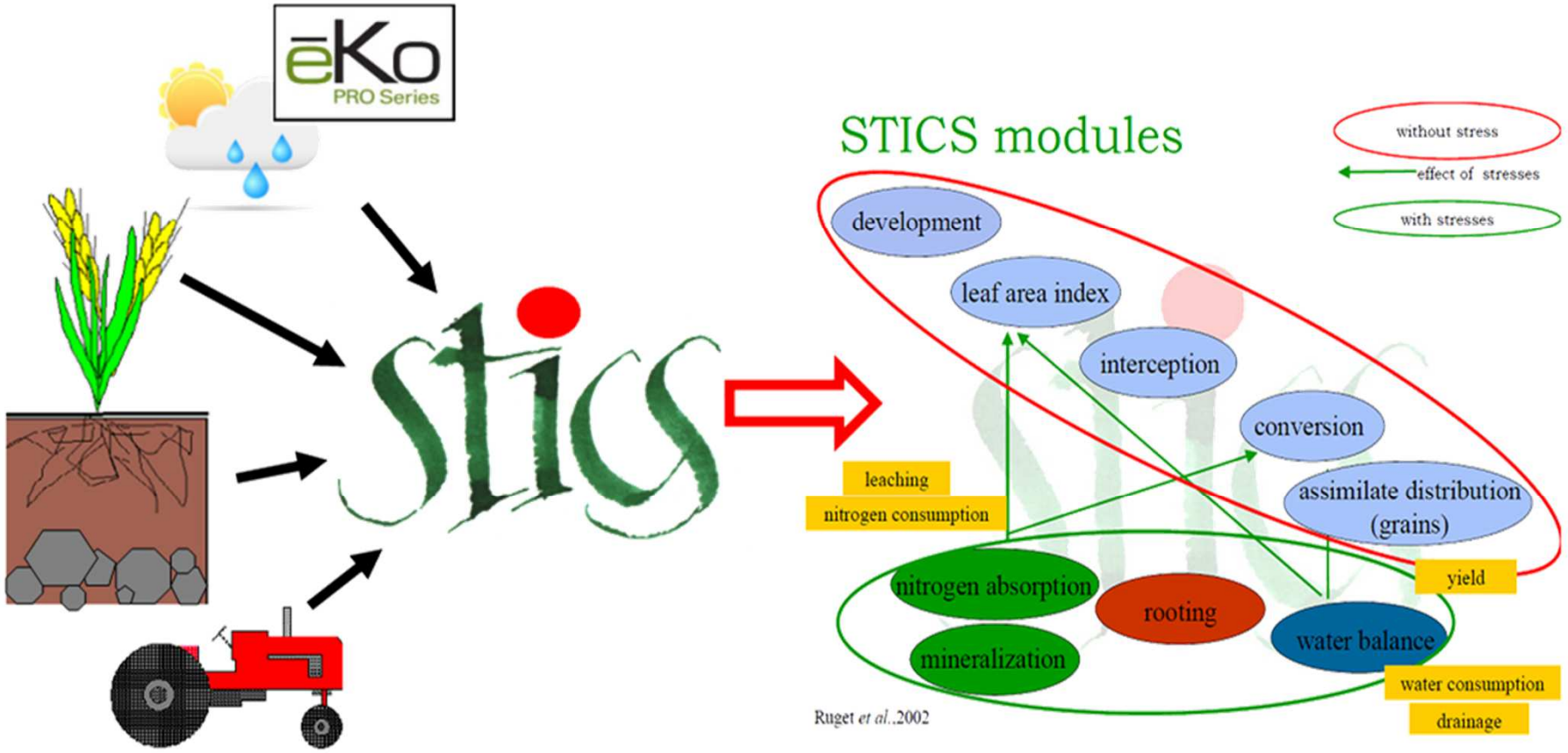




Le protocole : Modélisation agronomique

gembloux agro bio tech

Le modèle STICS : Simulation mulTIdisciplinaire des Culture Standard



➔***Simuler au jour le jour les effets du climat sur la croissance !***

Plan de la présentation

gembloux agro bio tech

Quel contexte pour une Agriculture de Précision?

Quels outils pour l'Agriculture de Précision ?

Les défis du projets

Et l'azote dans tout ca ?

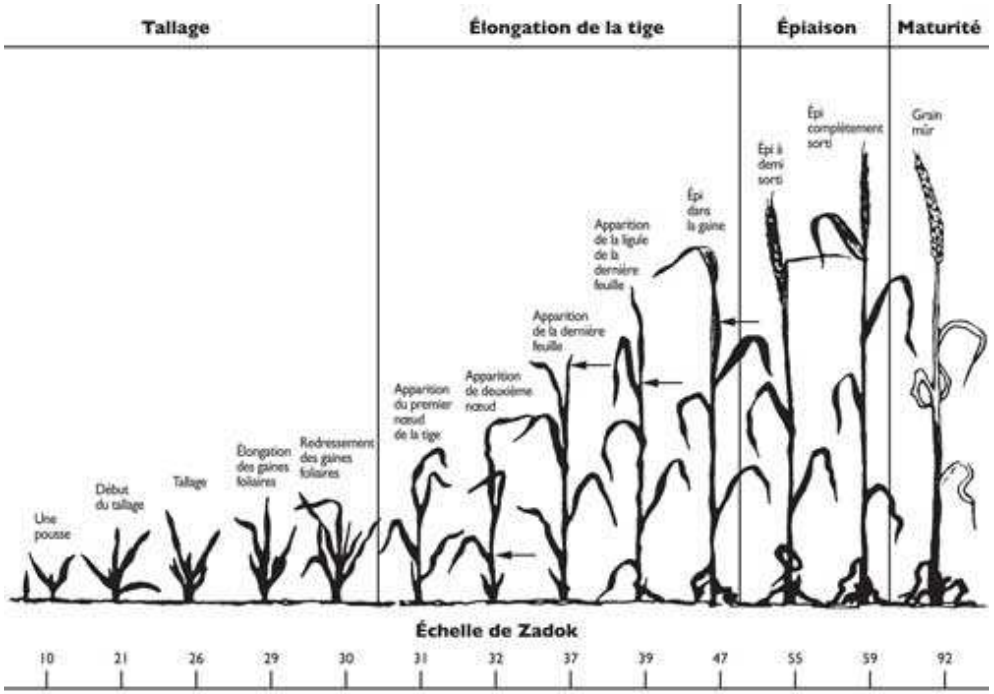
Des résultats concrets

Conclusions

Les défis du projet

La gestion de l'azote :

Les effets ne seront connus qu'en fin de saison !



La principale difficulté est :

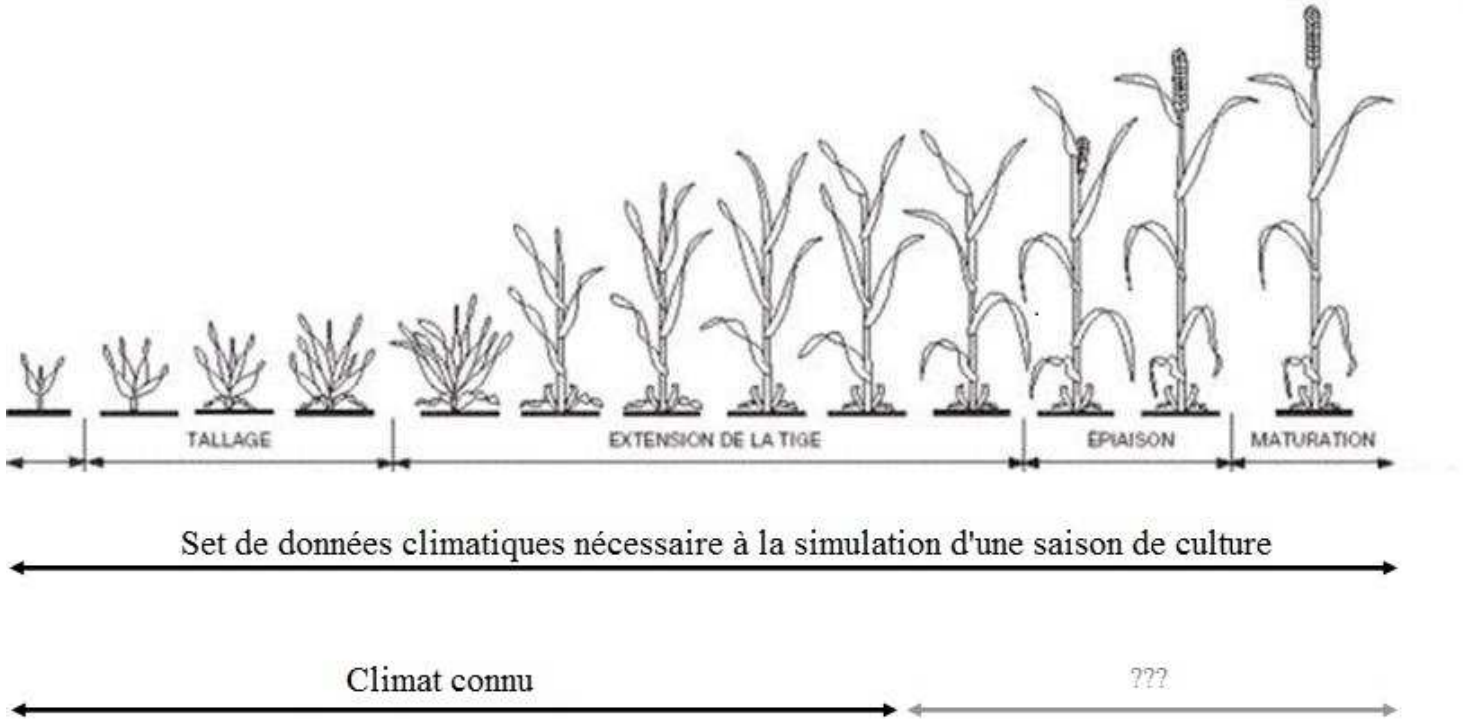
➔ La non-connaissance des conditions climatiques futures

Les défis du projet

gembloux agro bio tech

Quid des conditions climatiques futures ?

Un constat simple : ***"Le futur est une inconnue !"***

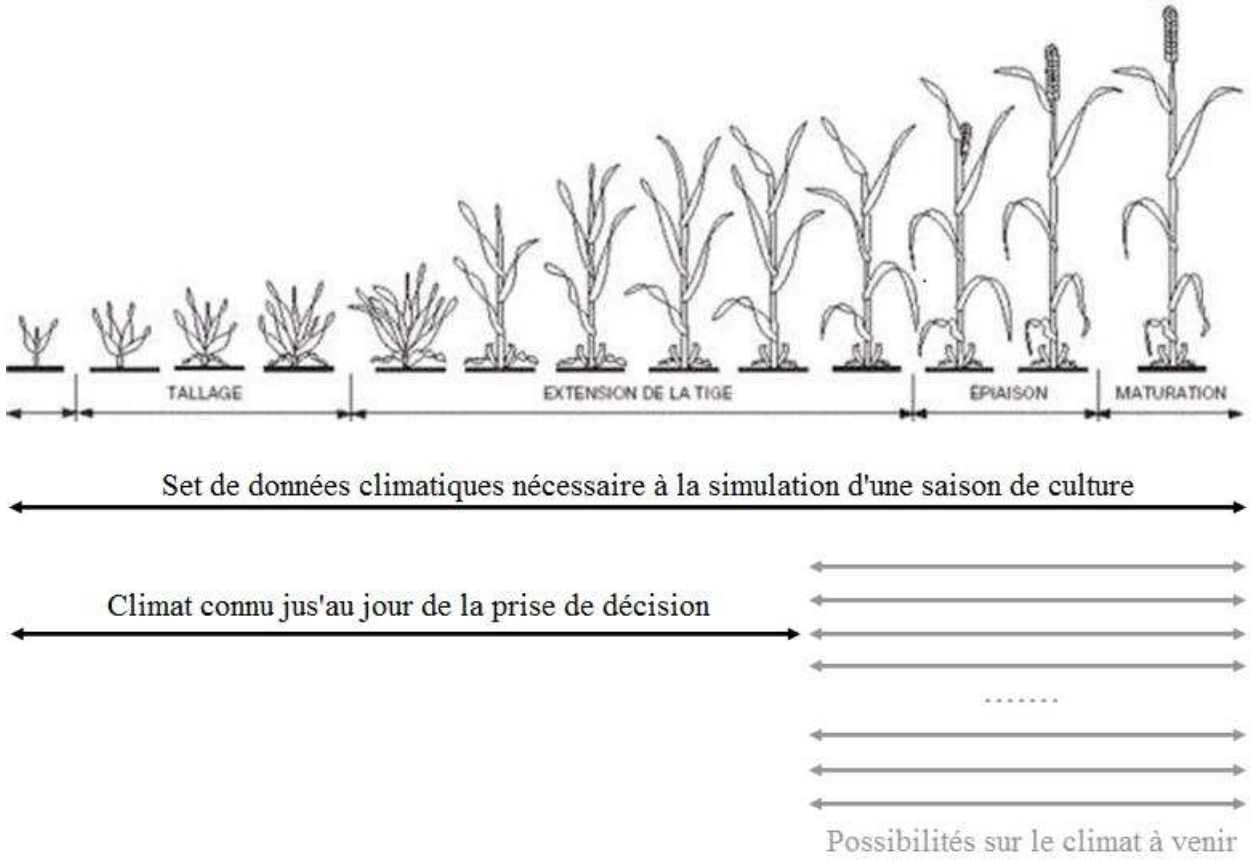


Les défis du projet

gembloux agro bio tech

Quid des conditions climatiques futures ?

Un solution simple : ***"Le futur peut-être remplacé !"***



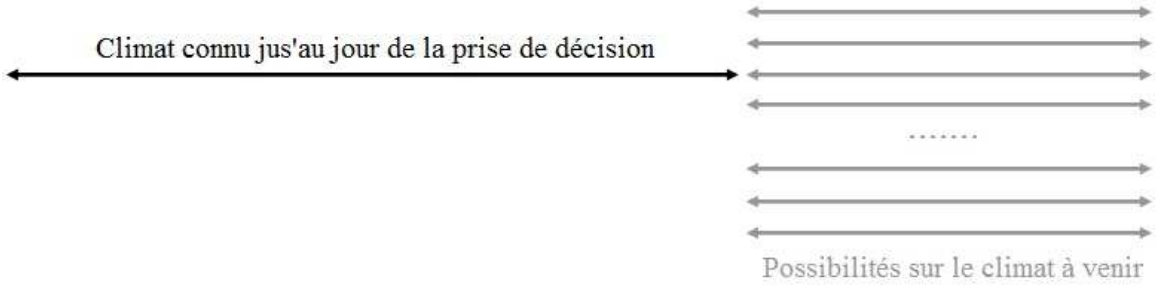
Un Climat réel mesuré → Effets du stress réel

Plusieurs Climats futurs → Effets de différents stress possibles

Les défis du projet

gembloux agro bio tech

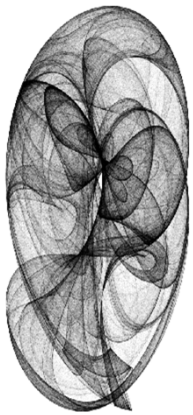
Quid des conditions climatiques futures ?



➔ ***Emploi d'un "générateur d'aléas climatiques"***



➔



➔

stics

Plan de la présentation

Quel contexte pour une Agriculture de Précision?

Quels outils pour l'Agriculture de Précision ?

Les défis du projets

Et l'azote dans tout ca ?

Des résultats concrets

Conclusions

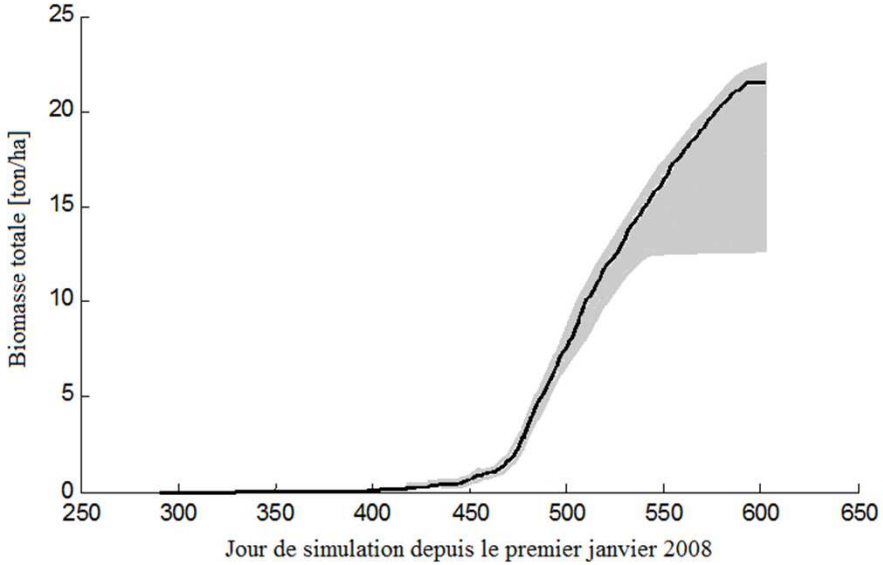
Et l'azote dans tout ca ?

gembloux agro bio tech

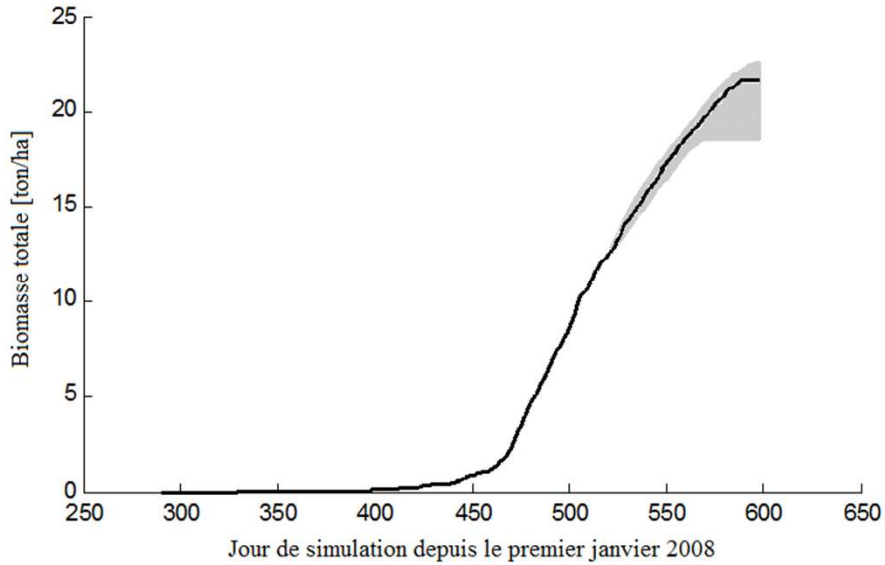
Jusqu'où peut-on pousser le modèle ?

➔ Il ne faut pas pousser le modèle trop loin !

Simulation pour 2008-2009
Scénarii possible en sortie d'hiver



Simulation pour 2008-2009
Scénarii possible à la mi-mai



→ Possibilité de compensation

→ Forte incertitude sur l'avenir

Et l'azote dans tout ca ?

gembloux agro bio tech

Jusqu'où peut-on pousser le modèle ?

Au vu des capacités de la culture à compenser :

- Une densité de levée faible sera compensé par beaucoup de talles mis en place
- Le nombre de talles influencera le nombre de grains
- On peut obtenir le même rendement avec
  - → Beaucoup de petits grains, peu remplis
  - → Peu de grains, correctement remplis

Il est recommandé

- De ***NE JAMAIS FAIRE L'IMPASSE*** des apports de
  - Tallage et Redressement Si 3 apports
  - Apport Intermédiaire TR Si 2 apports

- De moduler uniquement la fraction de ***DERNIERE FEUILLE*** !

Et l'azote dans tout ca ?

gembloux agro bio tech

Jusqu'où peut-on pousser le modèle ?

Au vu des capacités de la culture à compenser :

- Il est recommandé de ne jamais faire l'impasse des apports T-R ou TR
- Modulation de la fraction DF

➔ Adaptation du protocole expérimental

	Protocole de fertilisation azotée évalué [kgN.ha^{-1}]				
T#	***Tallage***	***TR***	***Redressem.***	***D. Feuille***	***Total***
T1	0	0	0	0	0
T2	30	-	30	60	120
T3	-	60	-	60	120
T4	60	-	60	60	180
T5	-	90	-	90	180
T6	60	-	60	120	240
T7	-	120	-	120	240
T8	60	-	60	0	120
T9	60	-	60	30	150
T10	60	-	60	90	210
T11	-	90	-	30	120
T12	-	90	-	60	150
T13	-	90	-	120	210
T14	60	-	60	Algorithme	
T15	60	-	60	Algorithme	
T16		FUMURE LIVRE BLANC			

Et l'azote dans tout ca ?

gembloux agro bio tech

Jusqu'où peut-on pousser le modèle ?

Au vu des capacités de la culture à compenser :

- Il est recommandé de ne jamais faire l'impasse des apports T-R ou TR
- Modulation de la fraction DF

➔ Un protocole numérique réaliste !

	Protocole de fertilisation azotée évalué [kgN.ha^{-1}]			
T#	***Tallage***	***Redressem.***	***D. Feuille***	***Total***
M60-1	60	60	0	120
M60-2	60	60	10	130
M60-3	60	60	20	140
M60-4	60	60	30	150
...	...	...	...	...
M60-11	60	60	100	220

Optimisation d'un critère Agro-Economico-Environnemental

➔ Revenue marginal net

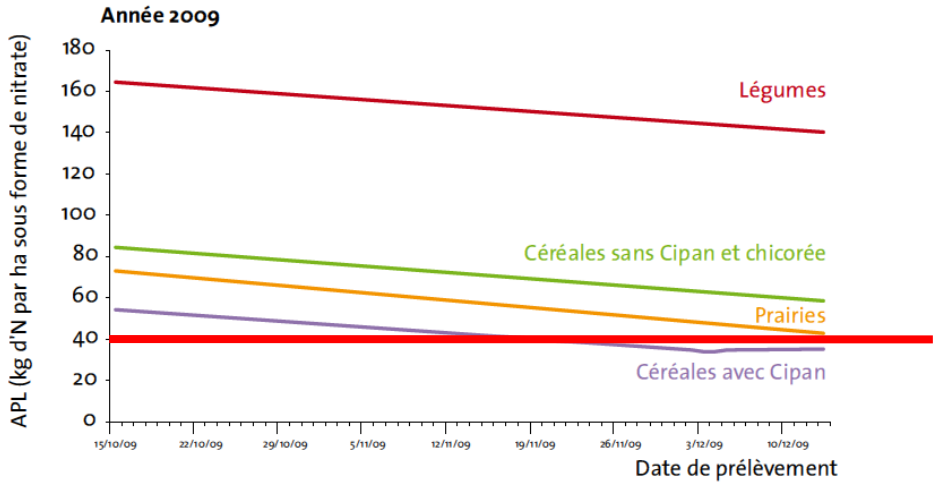
$$MNR = \left(Y_N . G_P\right) - \left(N . N_P\right)$$

Y_n = rendement
G_p = prix vente Y
N_p = prix achat N

➔ Revenu net "Eco-Friendly"

$$ENR = MNR - Taxes$$

➔ Taxes selon reliquat N (SN) dans le sol (Nitrawal)



40 kgN.ha-1

Optimisation d'un critère Agro-Economico-Environnemental

➔ Revenue marginal net

$$MNR = \left(Y_N . G_P\right) - \left(N . N_P\right)$$

➔ Revenu net "Eco-Friendly"

$$ENR = MNR - Taxes$$

➔ Taxes selon reliquat N (SN) dans le sol (Nitrawal)

$$Taxes = 0 \quad \text{if SN} < 40\ \text{kgN.ha}^{-1}$$

$$Taxes = 120 \quad \text{if SN} \geq 40\ \text{kgN.ha}^{-1}$$

Plan de la présentation

Quel contexte pour une Agriculture de Précision?

Quels outils pour l'Agriculture de Précision ?

Les défis du projets

Et l'azote dans tout ca ?

Des résultats concrets

Conclusions

Des résultats concrets

gembloux agro bio tech

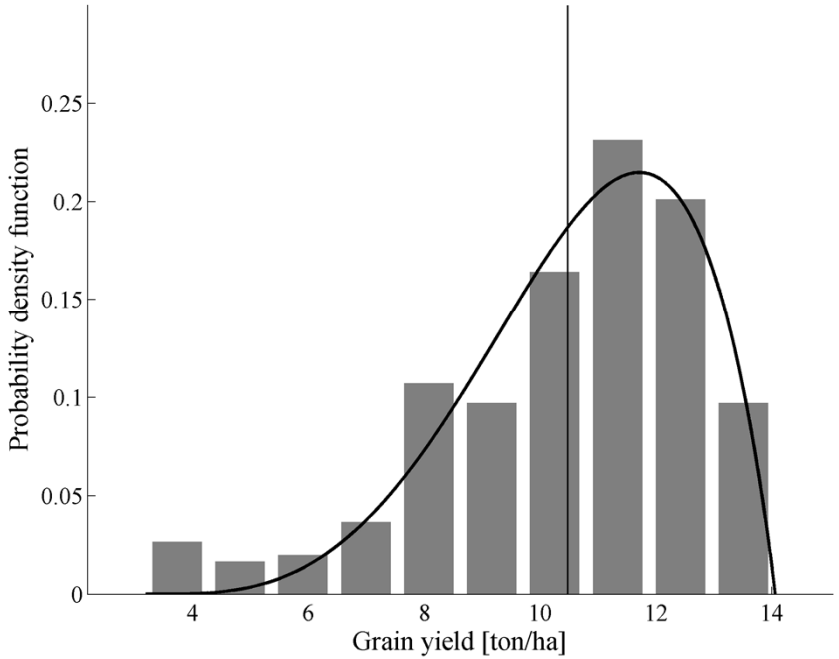
Simulation des différentes pratiques culturales :

Un exemple de simulations à la fumure de référence ***60-60-60 kgN.ha^{-1}***

Histogramme des rendements

-

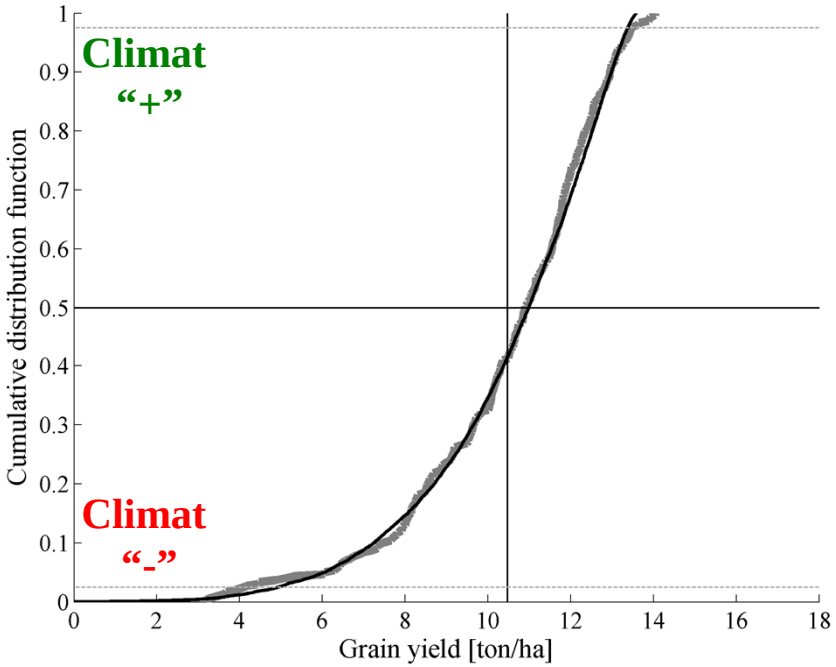
Densité de probabilité



Rendements cumulés

-

Densité de probabilité cumulée



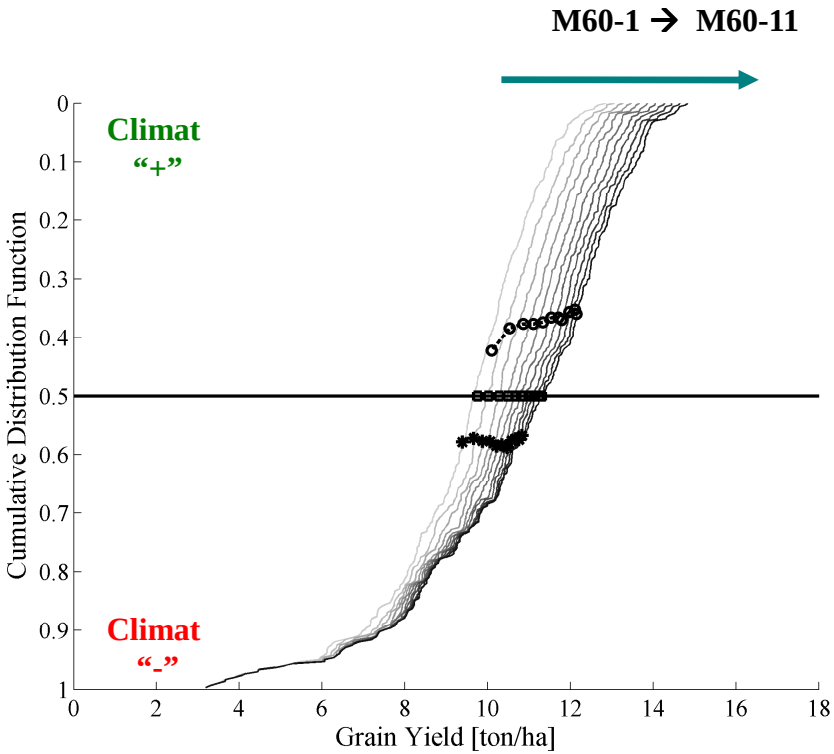
Des résultats concrets

gembloux agro bio tech

Simulation des différentes pratiques culturales :

Succession des différents niveaux de fertilisation

	Protocole de fertilisation azotée évalué [kgN.ha^{-1}]			
T#	***Tallage***	***Redressem.***	***D. Feuille***	***Total***
M60-1	60	60	0	120
M60-2	60	60	10	130
M60-3	60	60	20	140
M60-4	60	60	30	150
...	...	...	...	...
M60-11	60	60	100	220



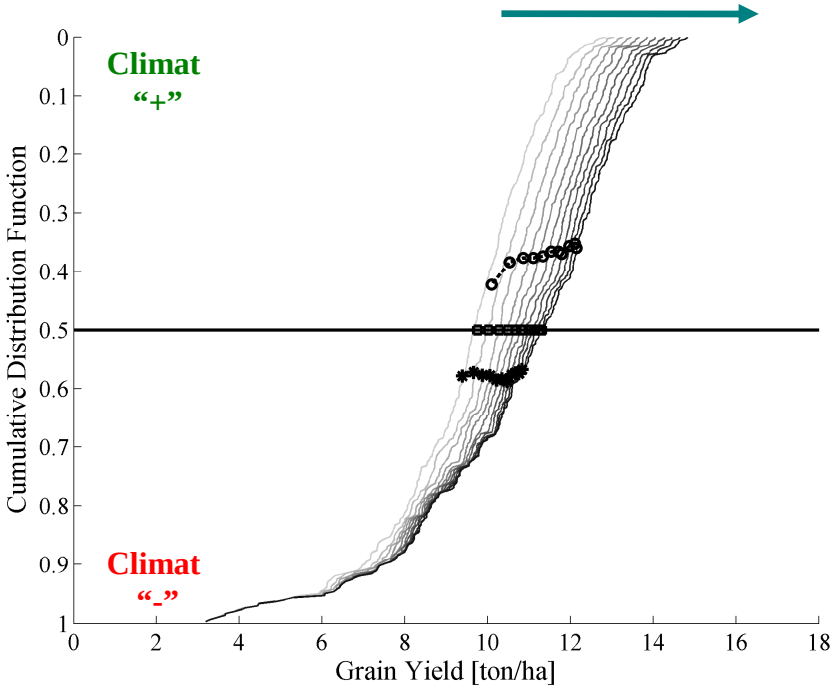
Des résultats concrets

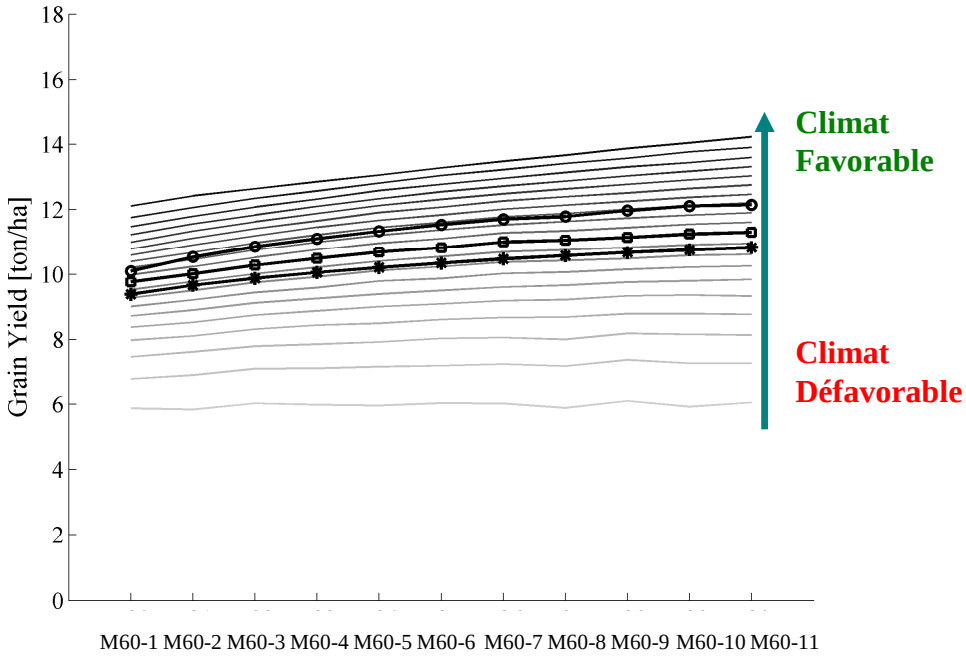
Simulation des différentes pratiques culturales :

Succession des différents niveaux de fertilisation

	Protocole de fertilisation azotée évalué [kgN.ha^{-1}]			
T#	***Tallage***	***Redressem.***	***D. Feuille***	***Total***
M60-1	60	60	0	120
M60-2	60	60	10	130
M60-3	60	60	20	140
M60-4	60	60	30	150
...	...	...	...	...
M60-11	60	60	100	220

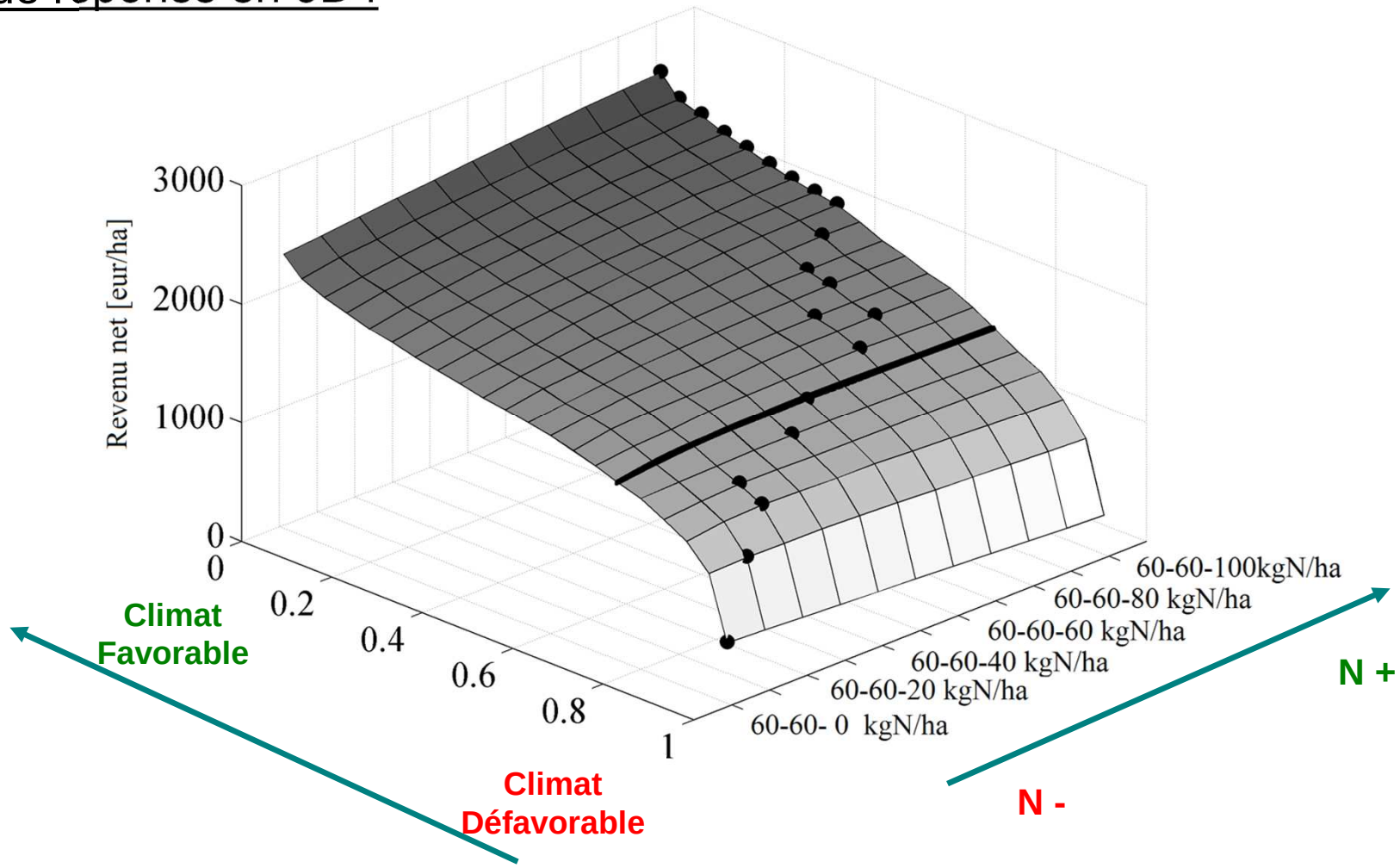
M60-1 → M60-11





Des résultats concrets

Surface de réponse en 3D :



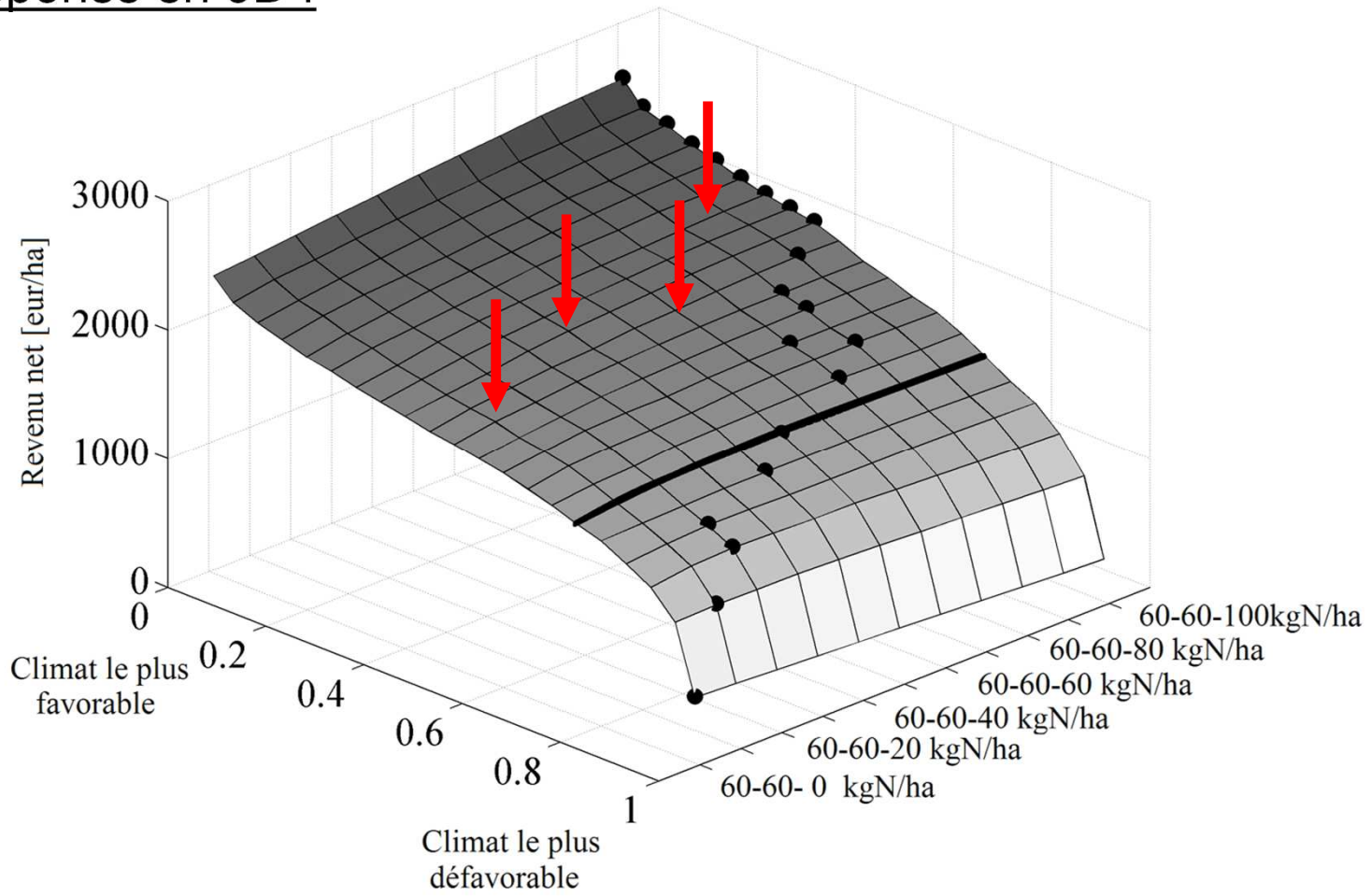
➔ Sous différents scénarii N

➔ Sous les conditions climatiques d'une région donnée

Des résultats concrets

gembloux agro bio tech

Surface de réponse en 3D :



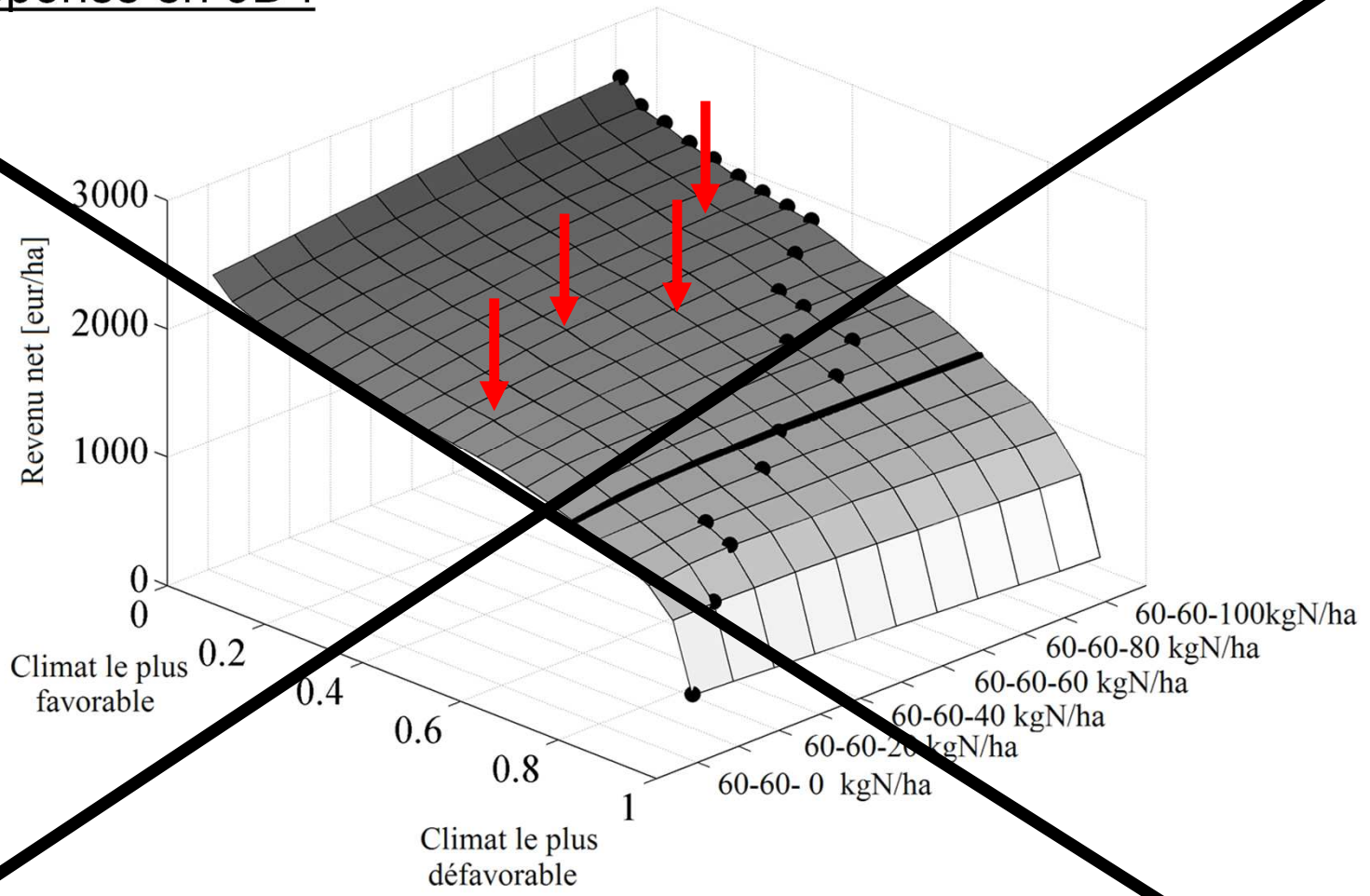
➔ Dans quelle condition climatique est-on cette année ?

➔ Quelle sera la meilleure pratique pour cette année ?

Des résultats concrets

gembloux agro bio tech

Surface de réponse en 3D :



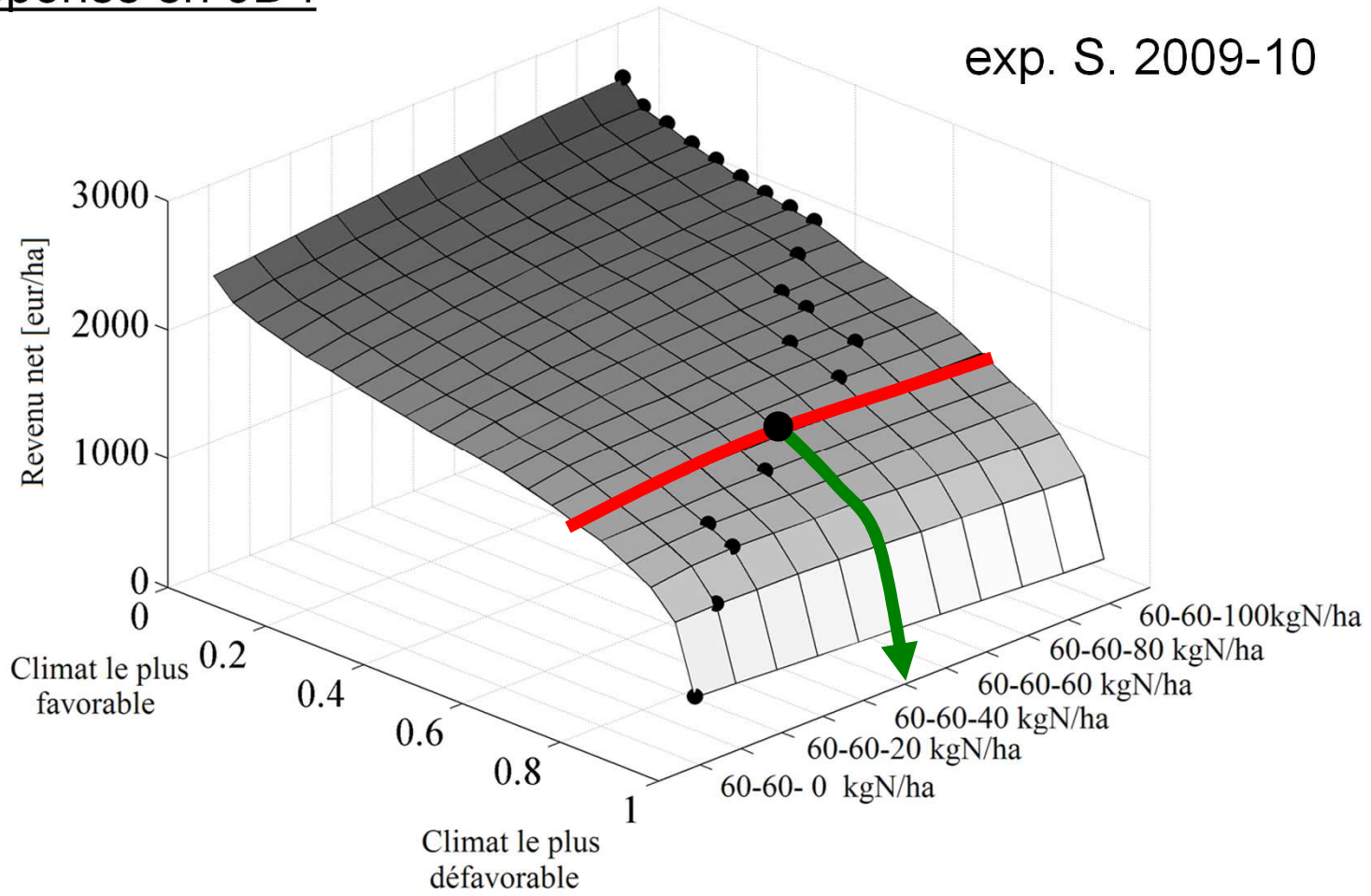
➔ Dans quelle condition climatique est-on cette année ?

➔ Quelle sera la meilleure pratique pour cette année ?

Des résultats concrets

gembloux agro bio tech

Surface de réponse en 3D :



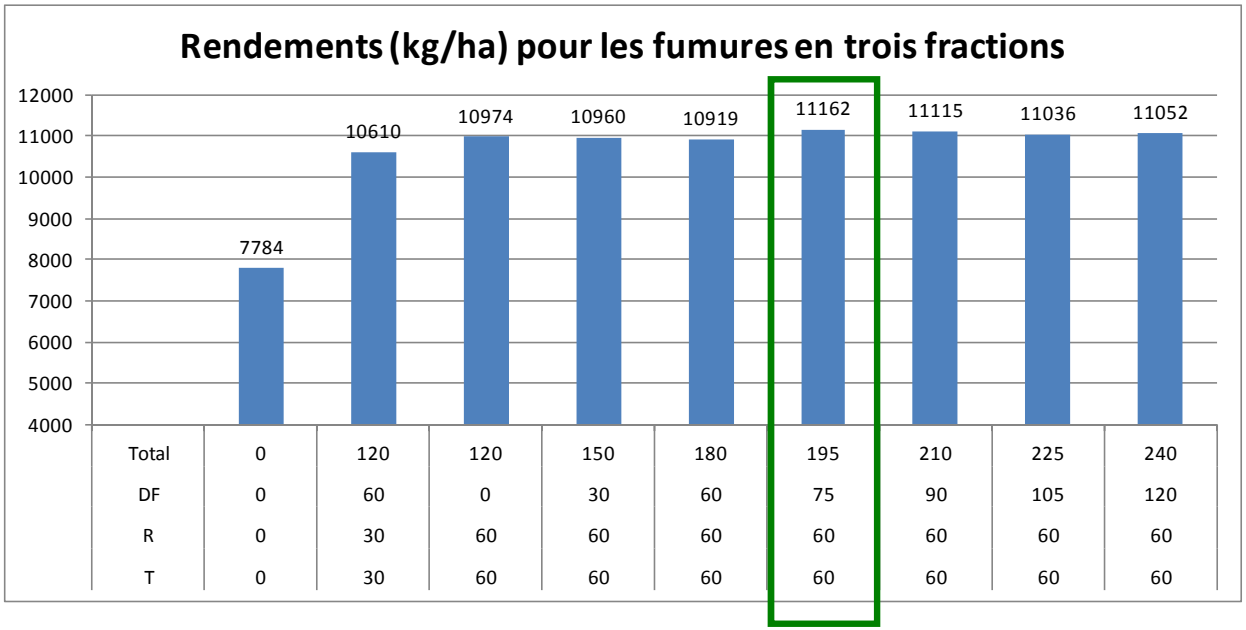
➔ La bonne question : la majorité du temps, quelle sera la meilleure pratique ??

➔ La majorité du temps ? = 3 années sur 4 = 75% du temps

Des résultats concrets

Les essais menés en temps réel en 2012-13 :

➔ Meilleurs ***RENDEMENTS*** obtenus sous 60-60-75 kgN.ha^{-1}



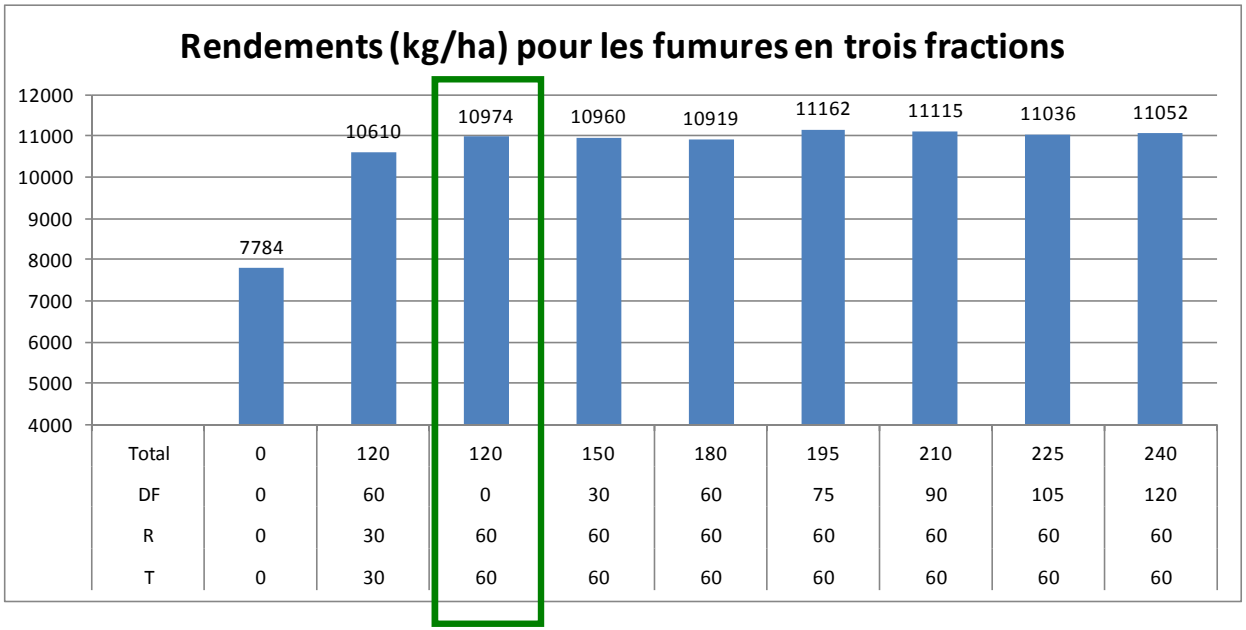
Des résultats concrets

gembloux agro bio tech

Les essais menés en temps réel en 2012-13 :

➔ Meilleurs ***RENDEMENTS*** obtenus sous 60-60-75 kgN.ha^{-1}

➔ Meilleurs ***REVENUS*** obtenus sous 60-60-0 kgN.ha^{-1}



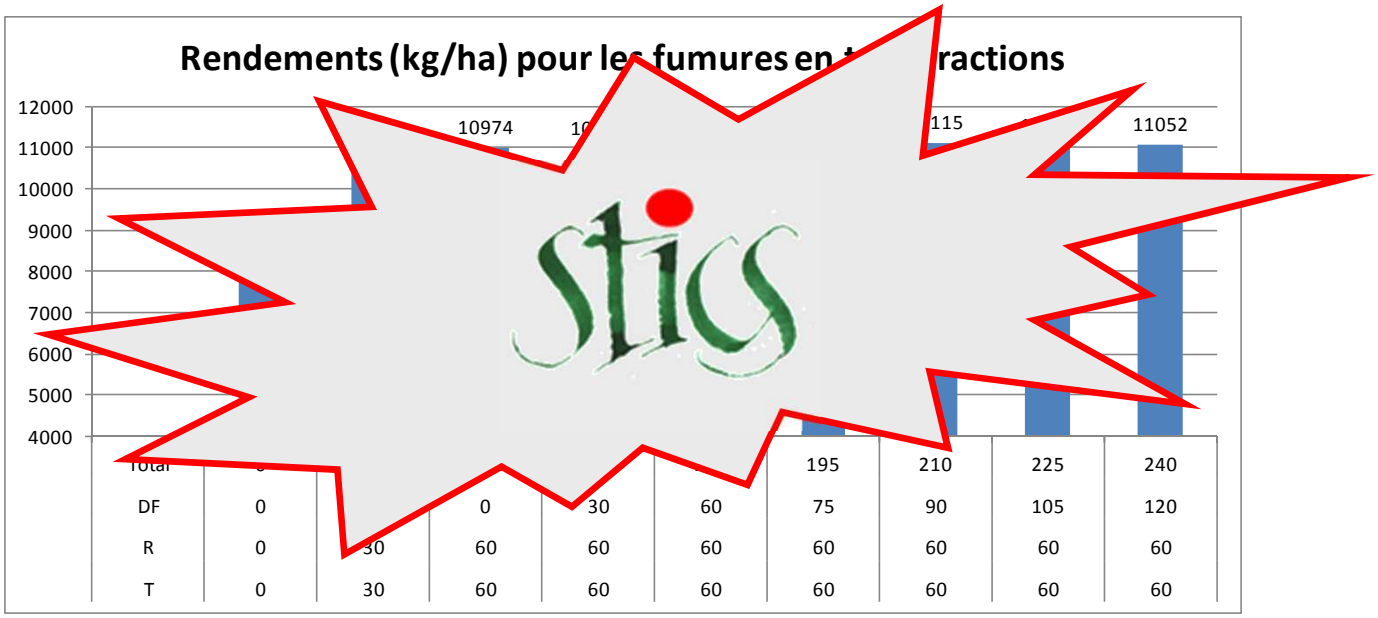
Des résultats concrets

Les essais menés en temps réel en 2012-13 :

➔ Meilleurs ***RENDEMENTS*** obtenus sous 60-60-75 kgN.ha^{-1}

➔ Meilleurs ***REVENUS*** obtenus sous 60-60-0 kgN.ha^{-1}

➔ Prédit correctement par le modèle en MAI !!!



Plan de la présentation

Quel contexte pour une Agriculture de Précision?

Quels outils pour l'Agriculture de Précision ?

Les défis du projets

Et l'azote dans tout ca ?

Des résultats concrets

Conclusions

Conclusions

Par rapport aux recommandations :

- Ne Jamais faire l'impasse des apports T-R ou TR
- Suivre les recommandations du LB pour ces apports

➔ Amélioration possible de la gestion N au stade de la DF
Pour maximiser le revenu
Reposant sur une approche réaliste
(climat – modèle – prix de vente)

Conclusions

gembloux agro bio tech

Par rapport aux recommandations :

- Ne Jamais faire l'impasse des apports T-R ou TR
- Suivre les recommandations du LB pour ces apports

➔ Amélioration possible de la gestion N au stade de la DF
Pour maximiser le revenu
Reposant sur une approche réaliste
(climat – modèle – prix de vente)

Par rapport à l'avenir :

- Etudier plus de situations culturales
  - Type de sol (Tournaisis, Condroz, …)
  - Date semis (précoce, tardif, …)
  - Précédent (betterave, pois, …)

- Mettre au point un outil gratuit, accessible à tout moment
  - Cartes du rendement potentiel
  - Cartes de préconisation des apports d'N

Présentation à l'occasion de la journée du livre blanc
26 Février 2014



Recherche subventionnée par la DGO-3 dans le cadre du projet :
« Suivi en temps réel de l'environnement d'une parcelle agricole par un réseau de micro-capteurs
en vue d'optimiser l'apport en engrais azotés »

Merci de votre attention

Université de Liège

gembloux agro bio tech

cra-w