



Diagnostic agronomique des évolutions de rendements du tournesol en France

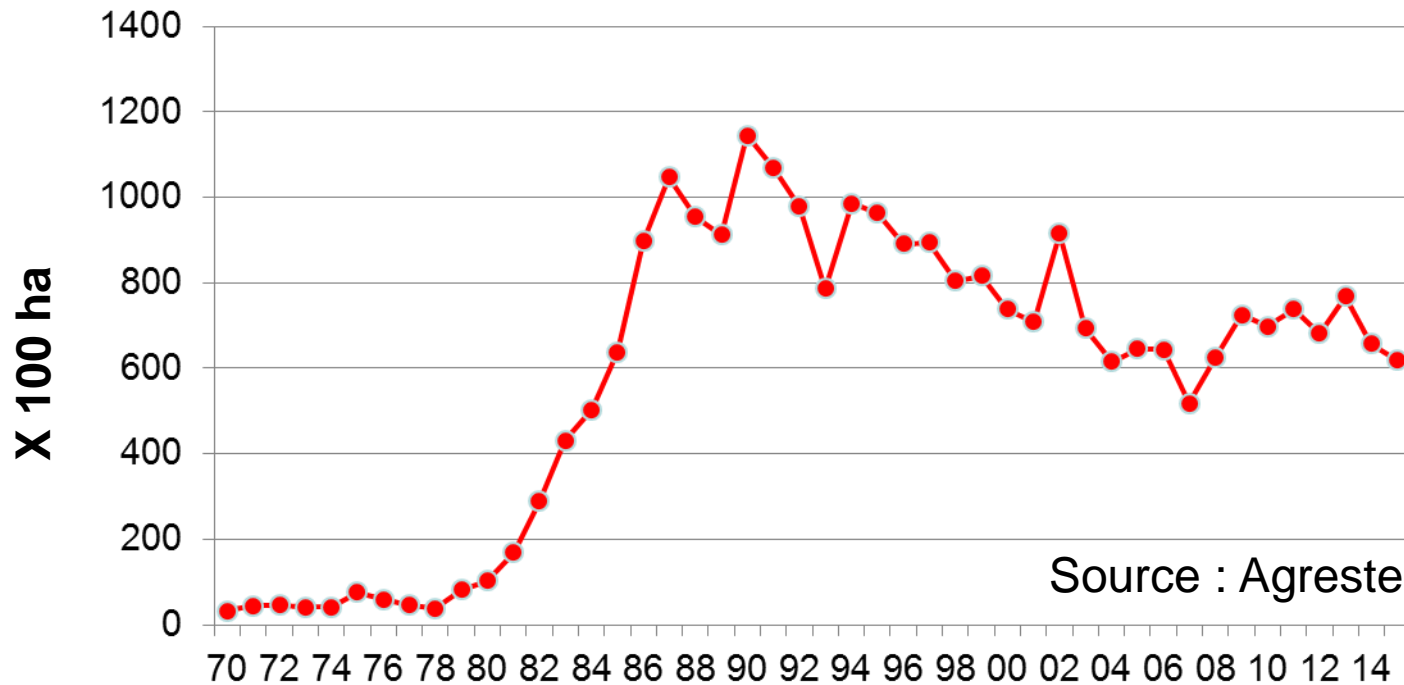
Julien SARRON¹, François BRUN², Pierre CASADEBAIG¹,

Pascaline ROLLET¹, Emmanuelle MESTRIES³, Philippe DEBAEKE¹

¹INRA AGIR ²ACTA ³Terres Inovia



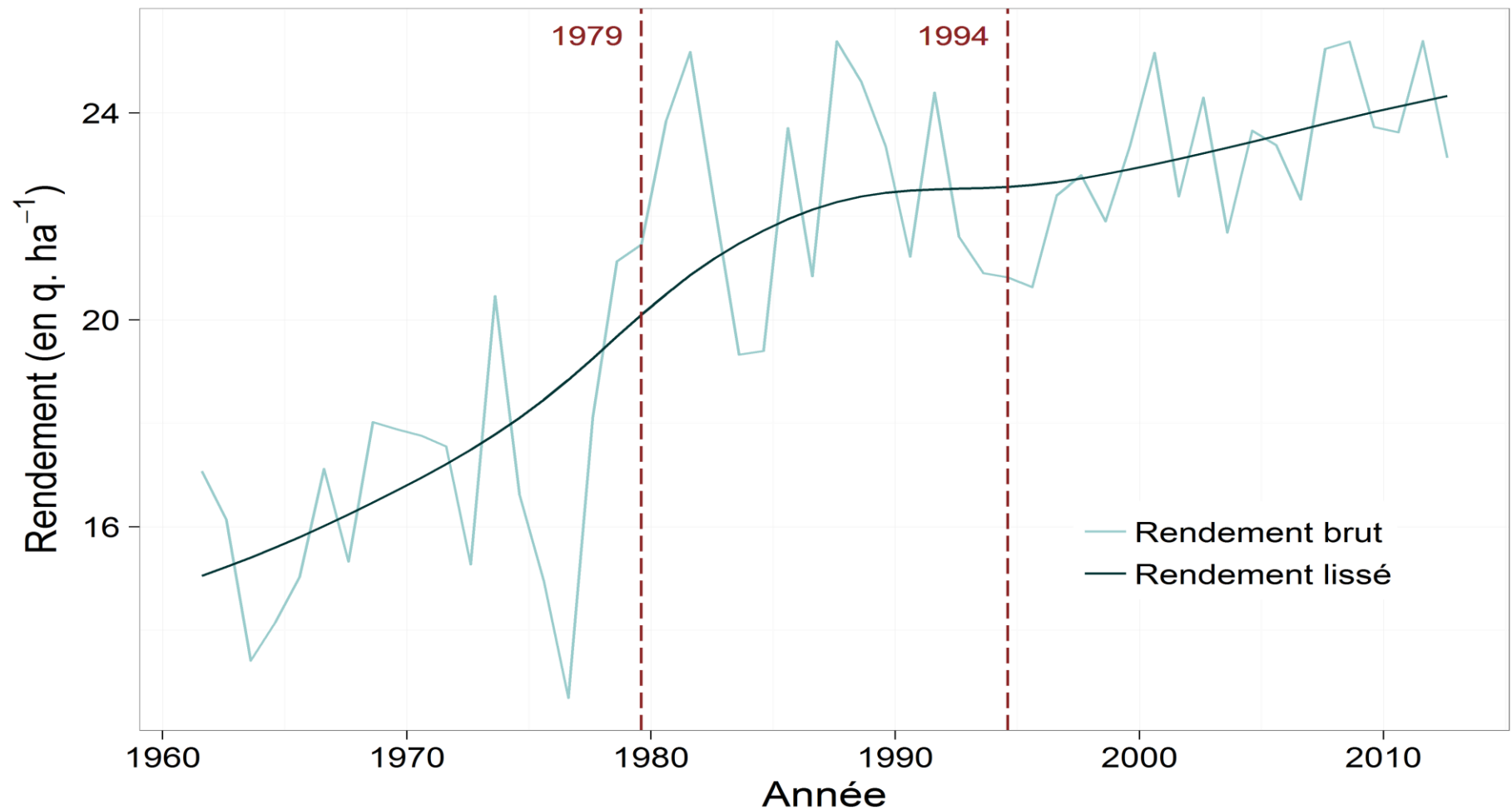
Les surfaces ont fortement décru depuis la PAC 1992



→ **Objectif de la filière** : augmenter la compétitivité du tournesol ;
augmenter et régulariser les rendements sans dégrader le profil
environnemental « avantageux » de la culture



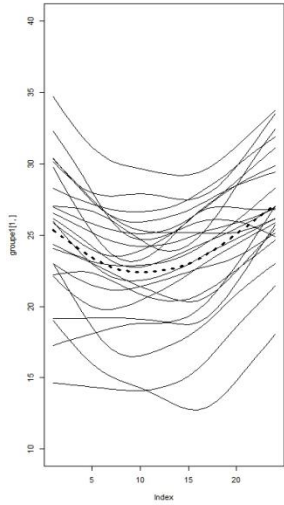
Evolution des rendements agricoles en France (1961-2012)



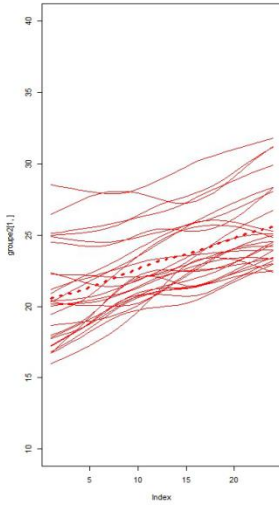
Source : FAO, Rollet (2014)

Evolution des rendements par département (1989-2012)

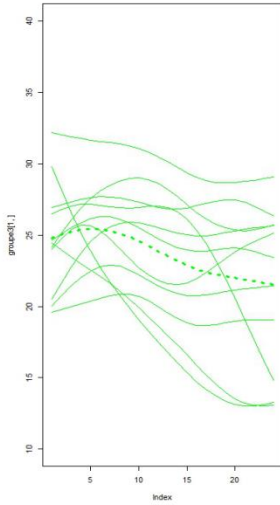
1



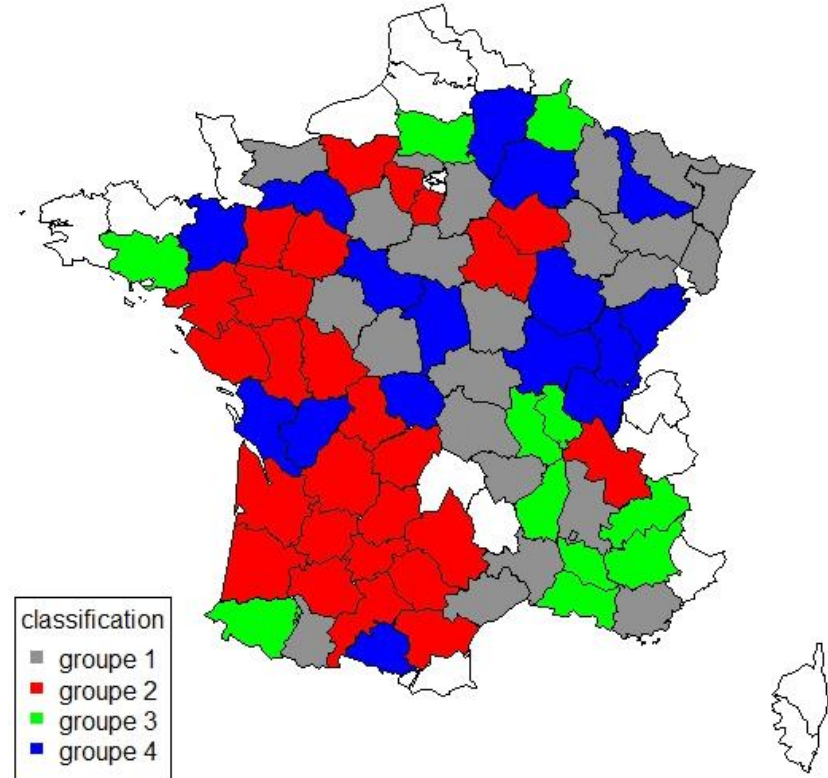
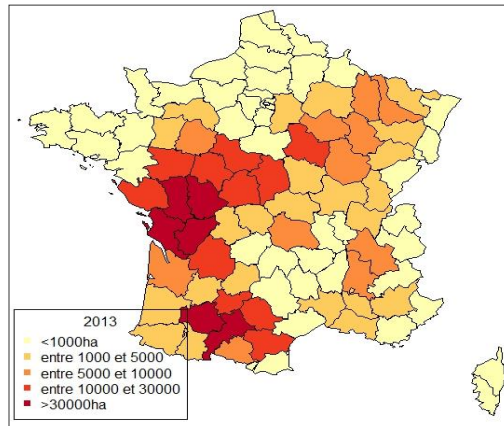
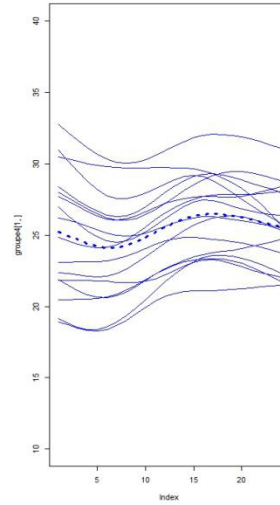
2



3



4



Source: SSP, Rollet (2014)

Causes possibles de la faible progression des rendements

- Progrès génétique insuffisant ou mal valorisé ?
- Changement climatique ?
- Conduites culturelles non optimales ?
- Retour trop fréquent du tournesol dans la succession culturale... ? (dans certaines régions)
- Impasses techniques plus fréquentes (maladies, oiseaux...)
- Localisation de la production :
 - dans les sols à plus faible potentiel
 - dans les régions les plus sensibles aux aléas climatiques

Comment évaluer la contribution de chacun de ces facteurs à l'évolution des rendements depuis la PAC 1992 ?

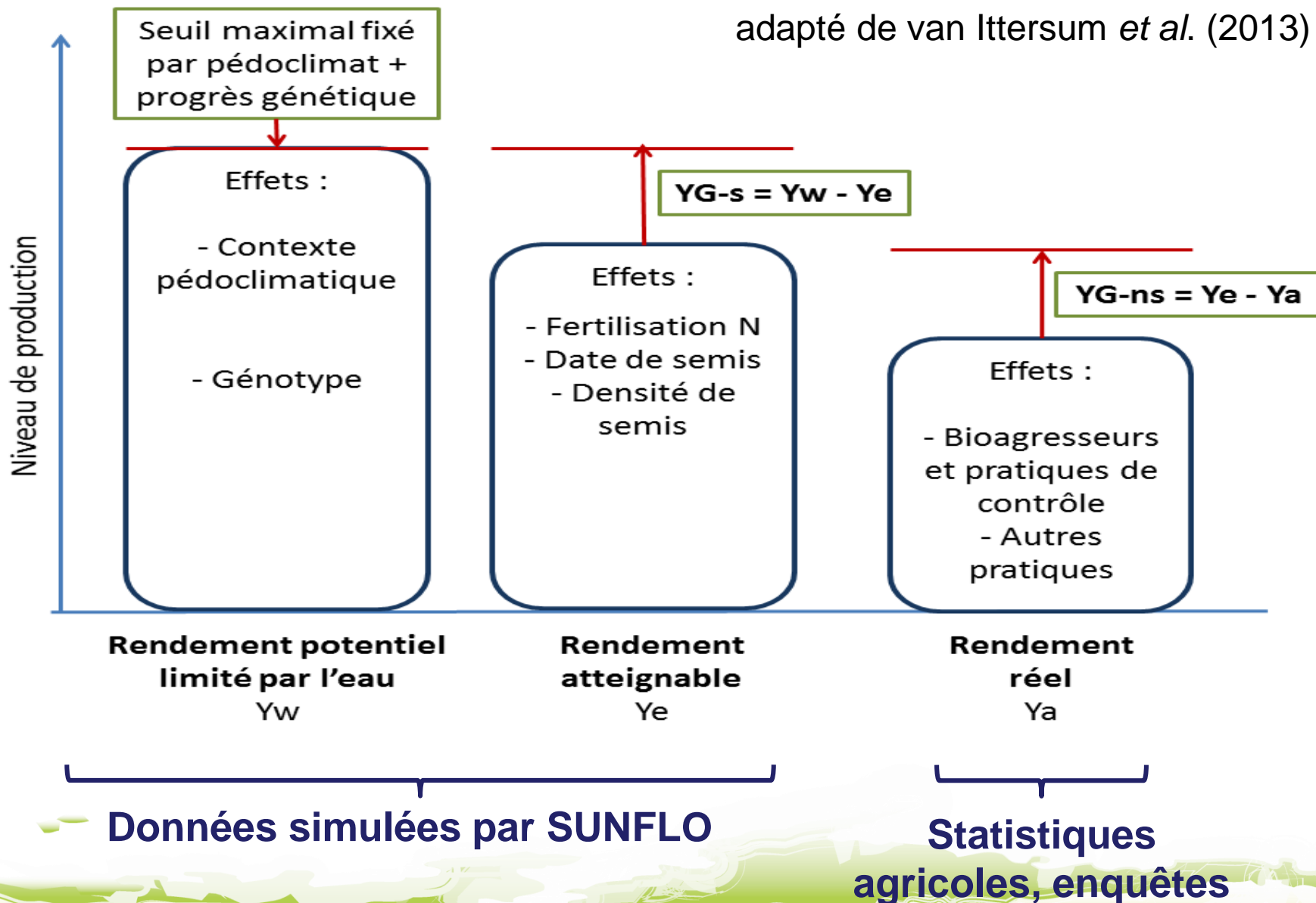
Les données et outils disponibles

- **Rendements** : **SSP**, enquêtes Terres Inovia
- **Pratiques culturales** : SSP (entretiens ~ 5 ans), **Terres Inovia** (enquêtes postales ~2-3 ans : 1997-2013) → 12085 parcelles, 9 régions
- **Progrès génétique**: **Essais post-inscription** (Terres Inovia), inscription (CTPS)

- **Simulations de rendement** :
 - Modèles de culture (**SUNFLO**, STICS...)
 - Base de données sols (**GIS Sol 1/10⁶**)
 - Base de données climatiques (stations INRA-ICTA-Météo-France, grilles Safran 8x8 km, **Agri4Cast 25x25 km**)

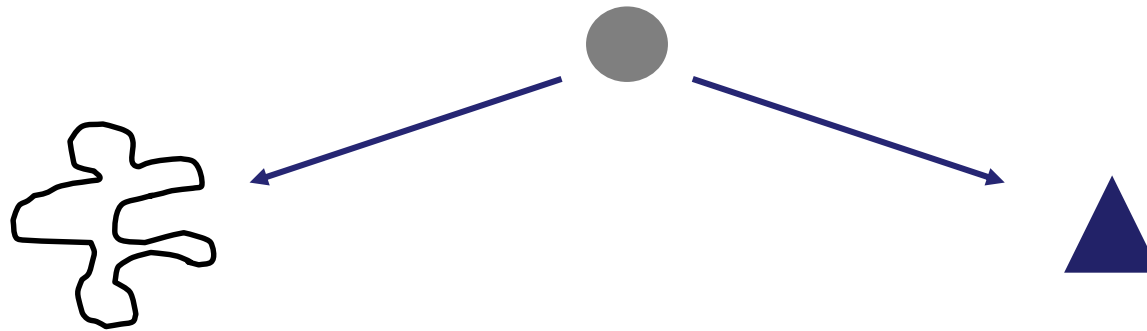
La notion de « yield gap » pour le tournesol

adapté de van Ittersum *et al.* (2013)



Données pédoclimatiques à l'échelle du point d'enquête

Point d'enquête Terres Inovia :
localisation spatiale des producteurs



Unité Cartographique de Sol (UCS) contenant le point d'enquête

Station climatique la plus proche
(grille Agri4cast 25 x 25 km)

« **Point pédoclimatique** » = union de l'UCS et de la station climatique de chaque point d'enquête

« Points pédoclimatiques »



TOTAL : 749 « points pédoclimatiques » dans 9 régions

Simulation du rendement Yw limité par l'eau

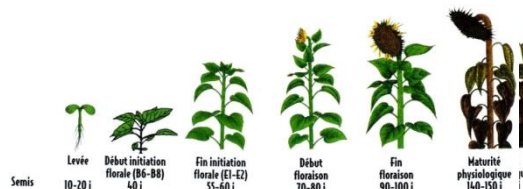
ENTREES

SOL + CLIMAT
1975-2013
749 points pédoclim.

CONDUITE CULTURALE
1 conduite optimale :
5,7 pl/m², semis 5 avril,
50 kg/ha N, 0 irrigation

GENOTYPE
1 variété précoce

Modèle de culture SUNFLO



SORTIES

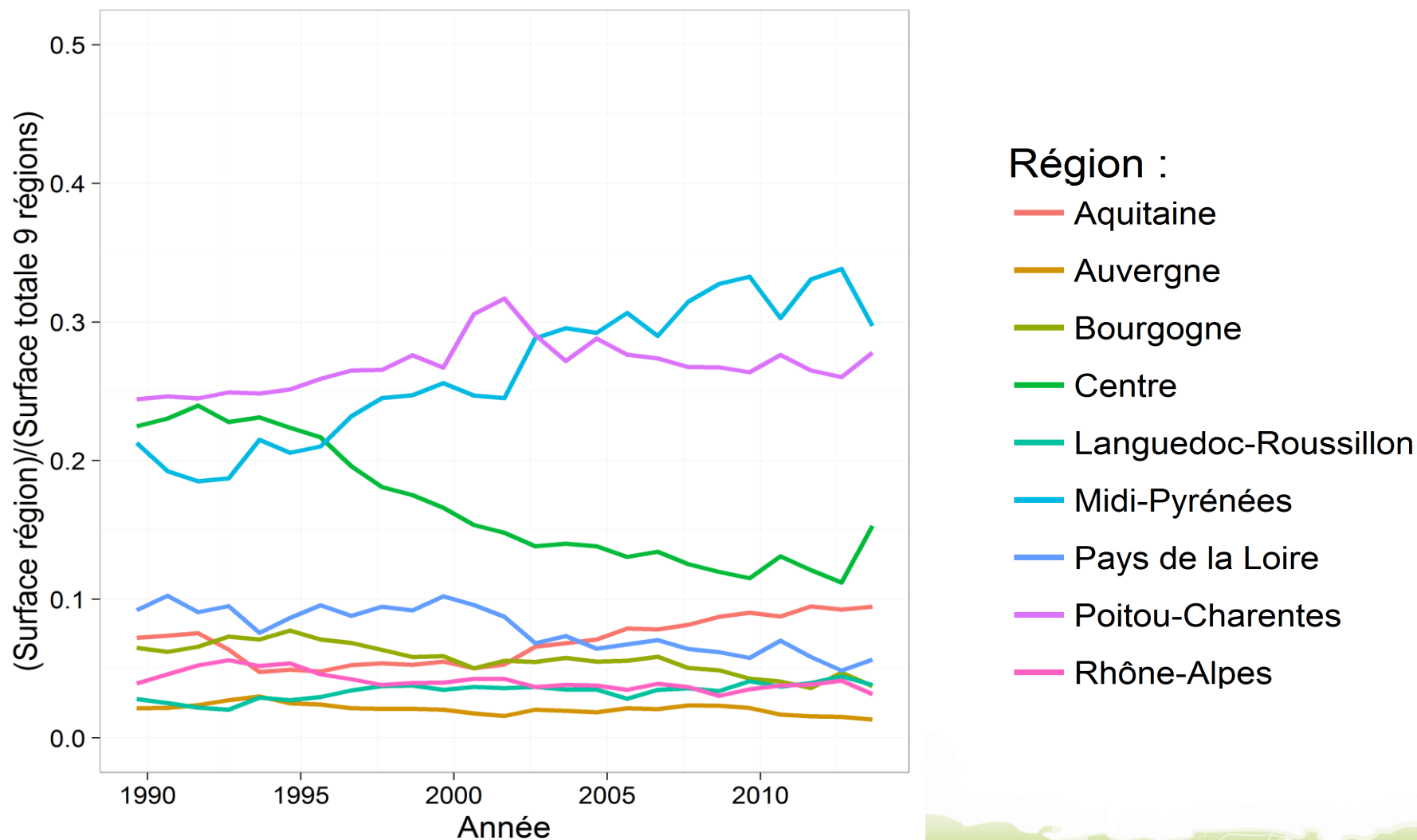
INDICATEURS de STRESS
hydrique, thermique et
azoté

INDICATEURS physiologiques
et phénologiques
(LAI, RUE, etc.)

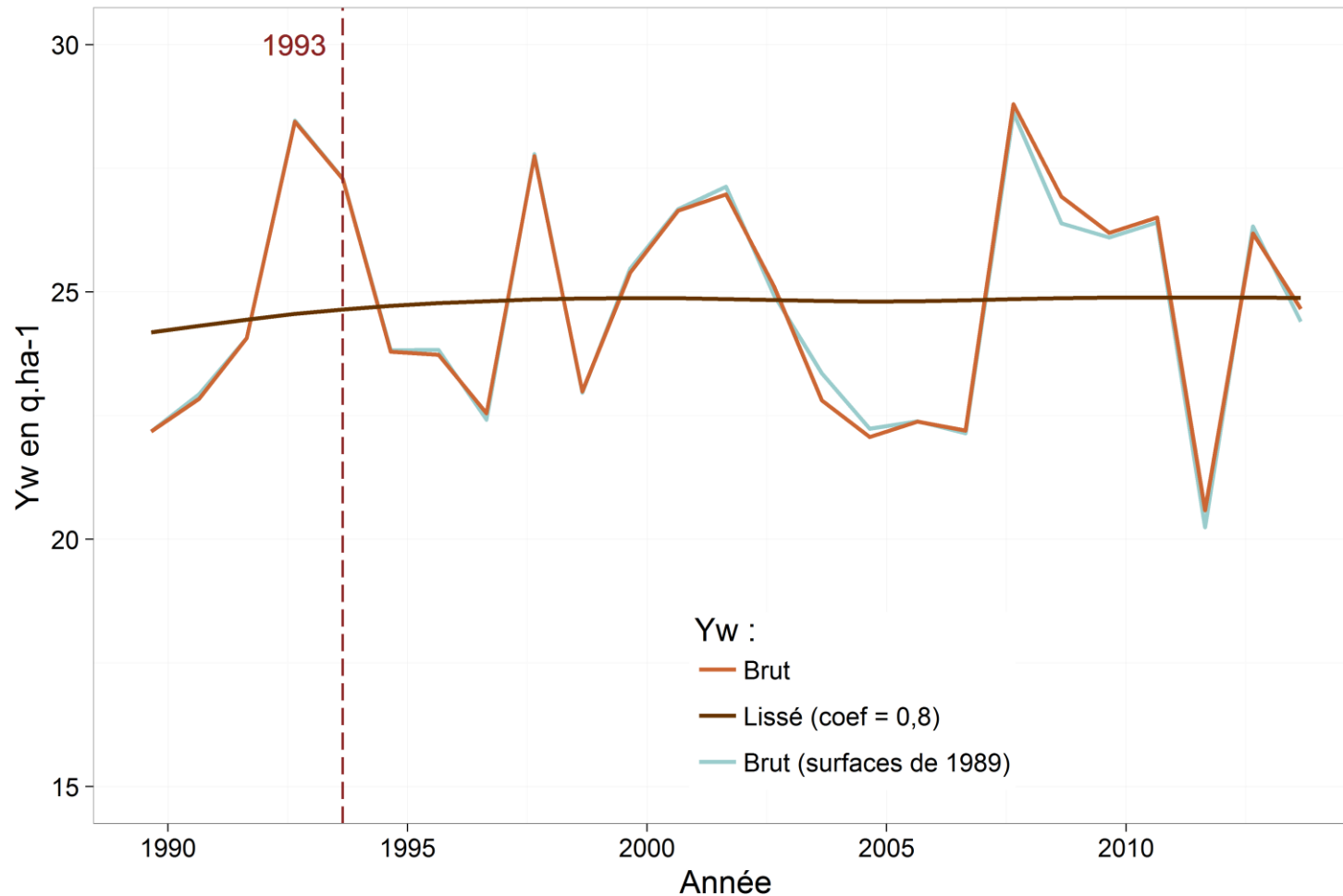
PERFORMANCES :
-Rendement
-Teneur en huile

Reconstitution du rendement au niveau national

pondération de Yw et Ye par les surfaces de tournesol de chaque région



Evolution de Yw au niveau national

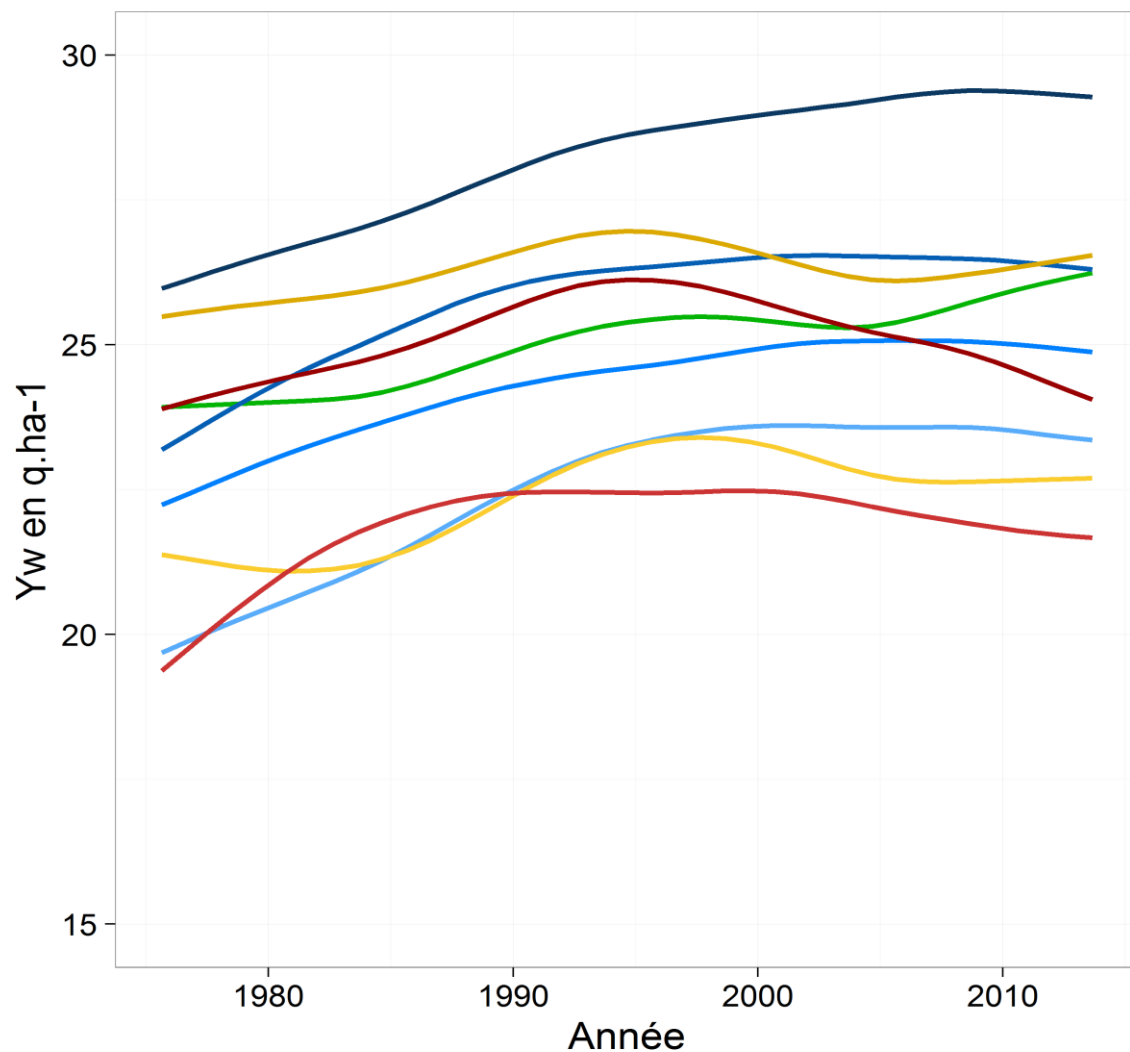


Courbe **orange** : Stabilisation autour de 25 q/ha depuis 1993

Courbe **bleue** : comparaison avec pondération sur surfaces de 1989 (avant PAC92)

→ La diminution des surfaces « Centre » a peu modifié le rendement Yw national

Effet du changement climatique sur Yw



Région :

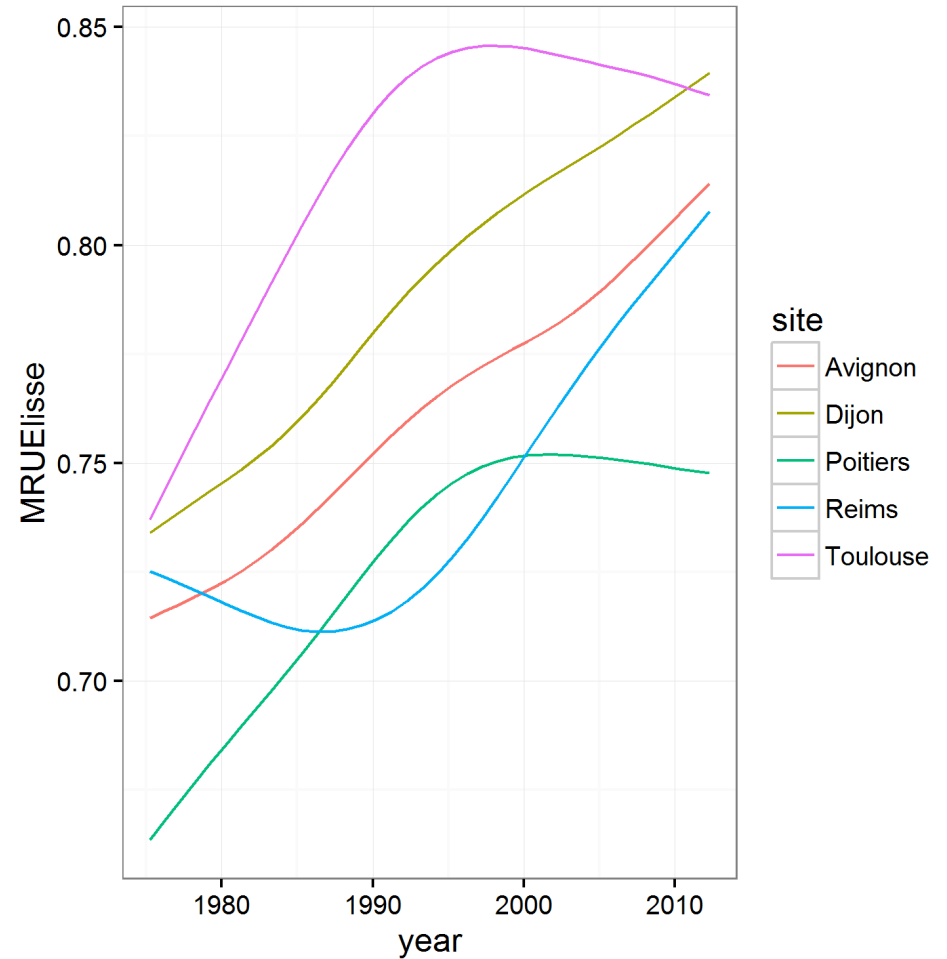
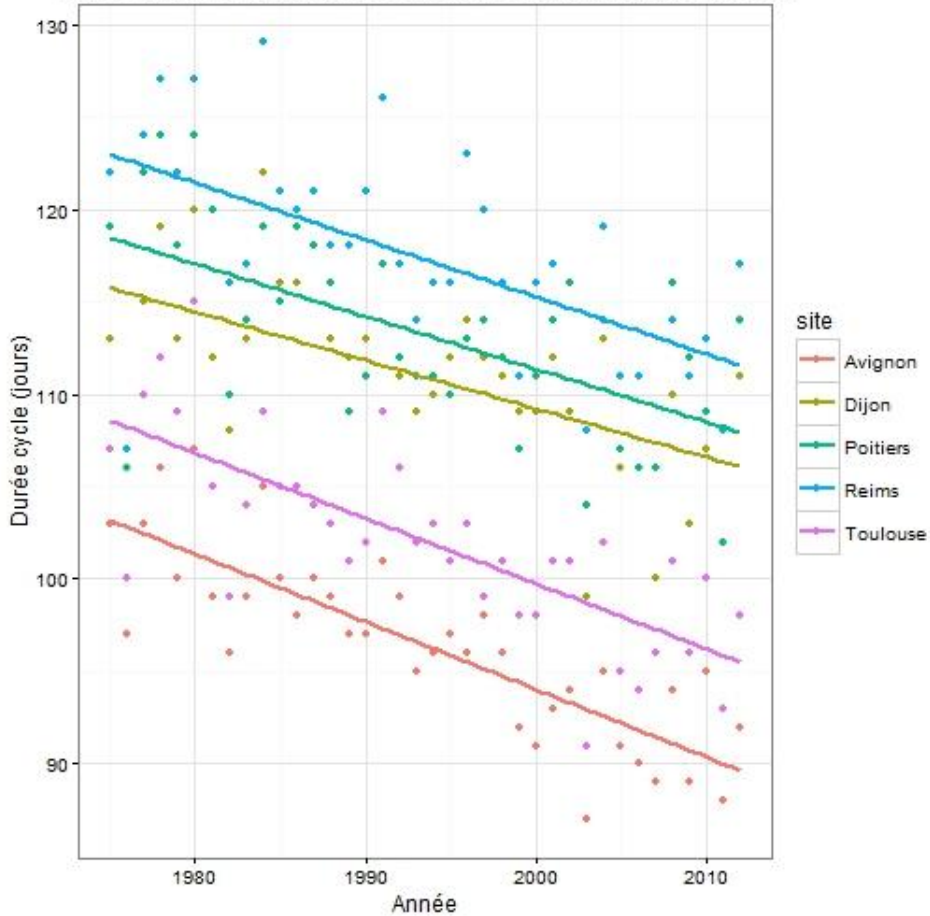
- Rhône-Alpes
- Auvergne
- Bourgogne
- Centre
- Poitou-Charentes
- Languedoc-Roussillon
- Midi-Pyrénées
- Pays de la Loire
- Aquitaine

Entre 1975-1984 et 2005-2013 : augmentation moyenne **1,9 q/ha**

Mais actuellement stagnation ou diminution pour la plupart des régions

Un régime thermique plus favorable en dépit d'une réduction des durées de cycle et d'une dégradation du confort hydrique

Durée du cycle de la variété Kondi du semi(1avril) au stade M3



Construction d'une typologie des conduites culturelles

Variables quantitatives	CODE	Variables qualitatives	CODE
Densité de semis	DENS	Décade de semis	DECADESEMIS
Ecartement	ECART	Précocité variétale	PRECOCITE_VARIETALE
Désherbage chimique (nombre)	DESHERBAGE	Binage (oui/non)	BINAGE
Dose totale d'N	QN	Anti-limaces (oui/non)	ANTILIMACES
Dose totale de P	QP	Fongicides (oui/non)	FONGICIDE
Dose totale de K	QK	Apport de Produits Résiduaire Organiques régulier (oui/non)	PRO_REGULIER
% de tournesol dans la SAU	POURC_TOURN_SAU	Irrigation (oui/non)	IRR
Rdt blé tendre	RDT_BT	Région administrative	REG_FR
Décade récolte	DECADERECOLTE	Précédent année N-1	PRECN_1
Rendement tournesol	RDT	C.I. (oui/non)	CI
		Apport de bore (oui/non)	BORE
		Efficacité désherbage	EFFICACITE_DESH
		Sensibilité au phomopsis	SENS_PHOMO
		Type de sol	TYPEDESOL
		Année de l'enquête	ENQ_ANNEE
		Département	ENQ_DEP

**26 variables
utilisées pour
AFDM + CAH**

12 085 INDIVIDUS

-Fertilisation NPK basse
-Utilisation de PRO

-Fertilisation NPK
moyenne à élevée
-Peu de PRO

-Semis précoces (max. avril D3)
-Irrigation
-Forte utilisation de variétés
précoces
-Peu d'antimacces

-Peu de semis précoces (après
avril D2)
-Forte utilisation d'antimacces

-Semis en avril D2/D3
-Désherbage important

-Semis tardifs (min.
avril D2)
-Dose de K très élevée

-Utilisation élevée
de fongicides et
bore

1. Faible
utilisation
d'intrants de
synthèse.
Variété P/MP,
semis tout
avril.

3. Fertilisation
NPK
uniquement.
Maïsiculteurs
et irrigation.
Variétés
P/MP, semis
tout avril.

4. Fertilisation
bore et
irrigation.
Variétés P,
semis
précoces.

2. Variétés P
uniquement,
semis en avril
D2. Sans
fongicides

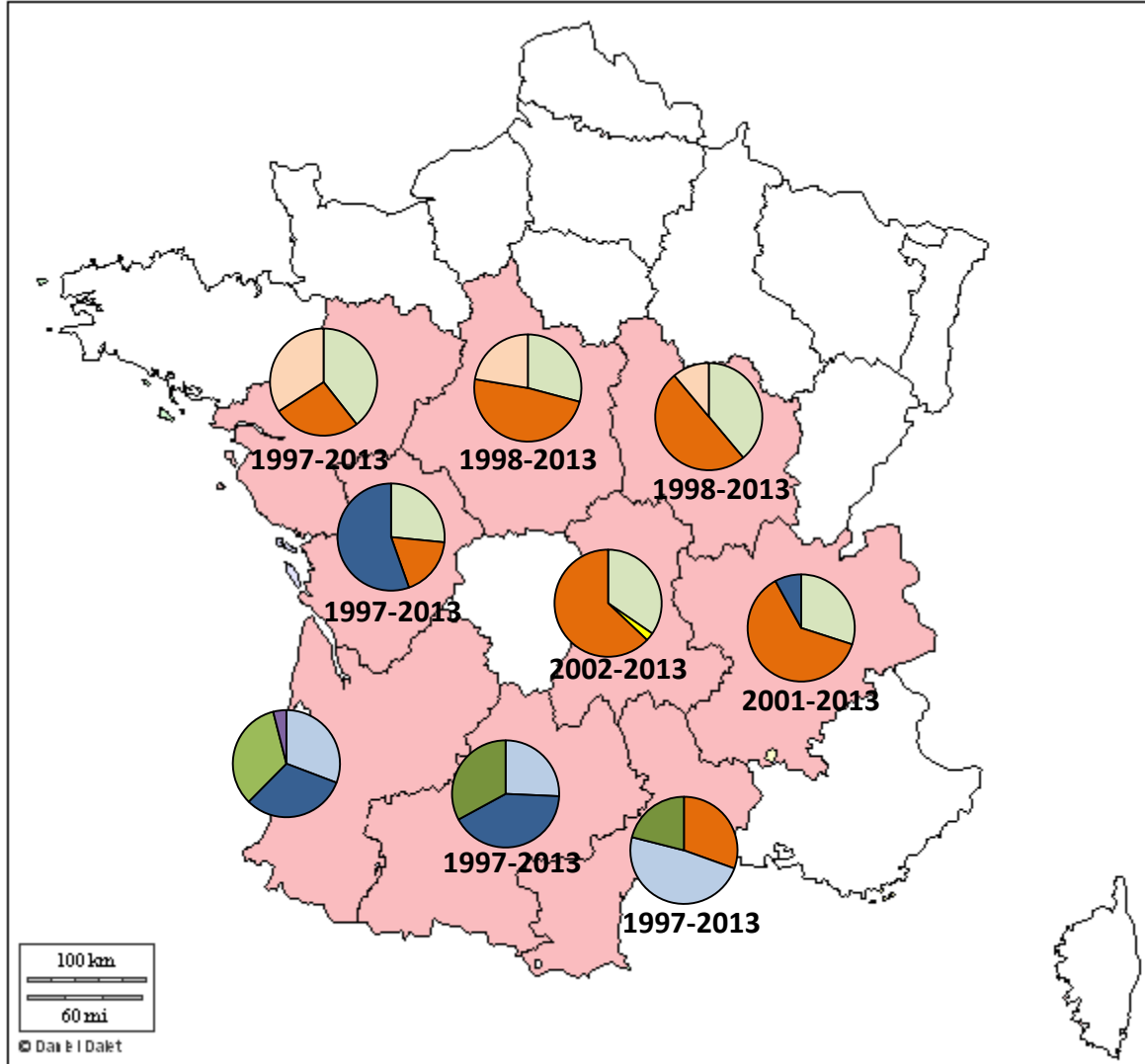
6. Variétés
MT/T, semis
en avril D2 et
D3.

5. Fertilisation
NPK
uniquement.
Variétés TP/P,
semis très
tardifs.

7. Forte
fertilisation
NPK
uniquement.
Variétés
P/MP, semis
plus tardifs

8. Forte
utilisation
d'intrants de
synthèse.
Variétés
MP/MT,
semis de
mars à avril.

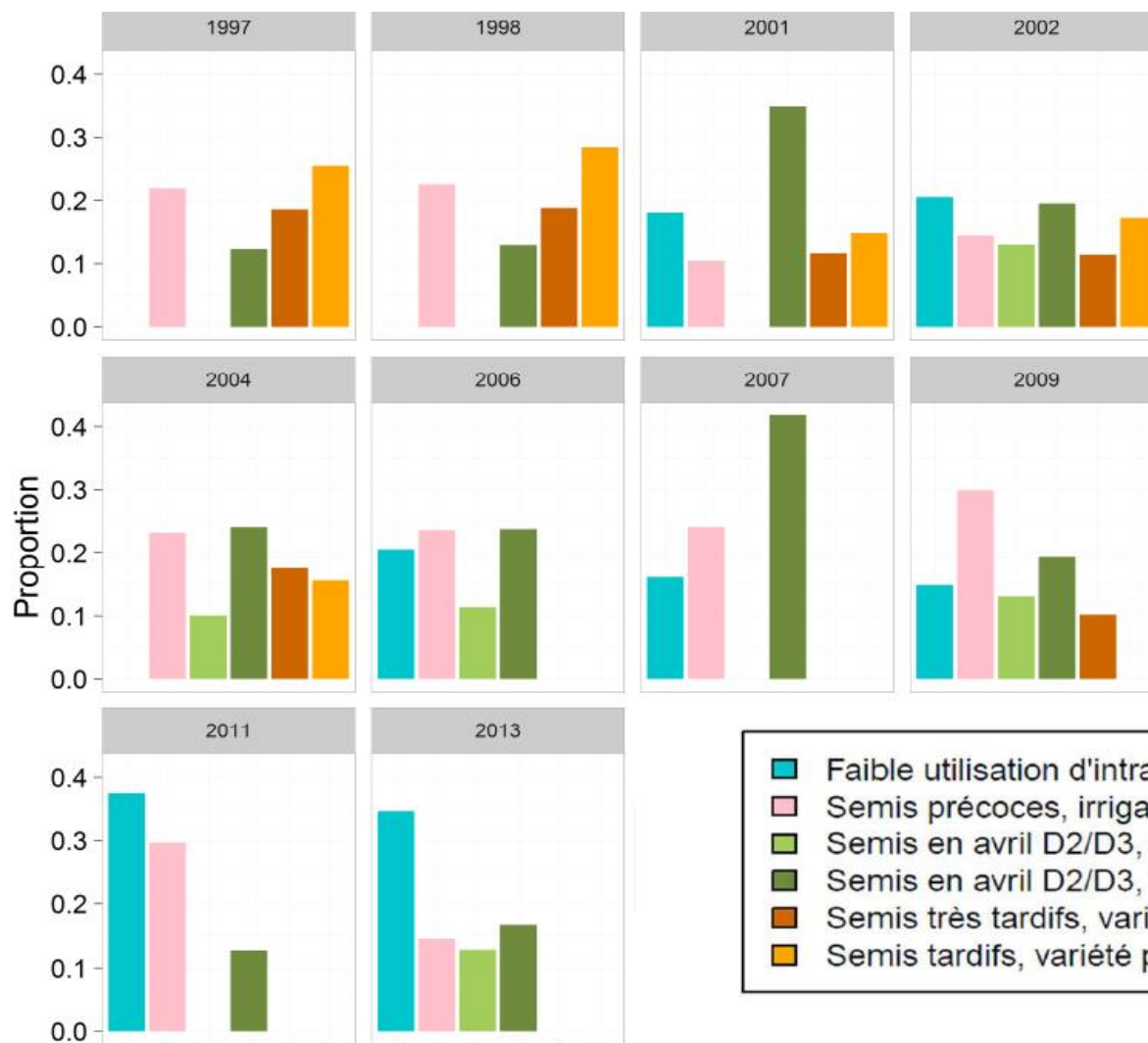
Répartition des conduites de culture (moyenne)



- Fertilisation NPK élevée sur sols superficiels
- Fertilisation NPK basse et variétés mi-précoces/mi-tardives
- Forte utilisation d'intrants de synthèse
- Faible utilisation d'intrants de synthèse
- Semis précoces avec variétés précoces
- Semis tardifs avec variétés précoces/très précoces
- Variétés tardives
- Maïsiculteurs

Evolution des conduites-types en Poitou-Charentes

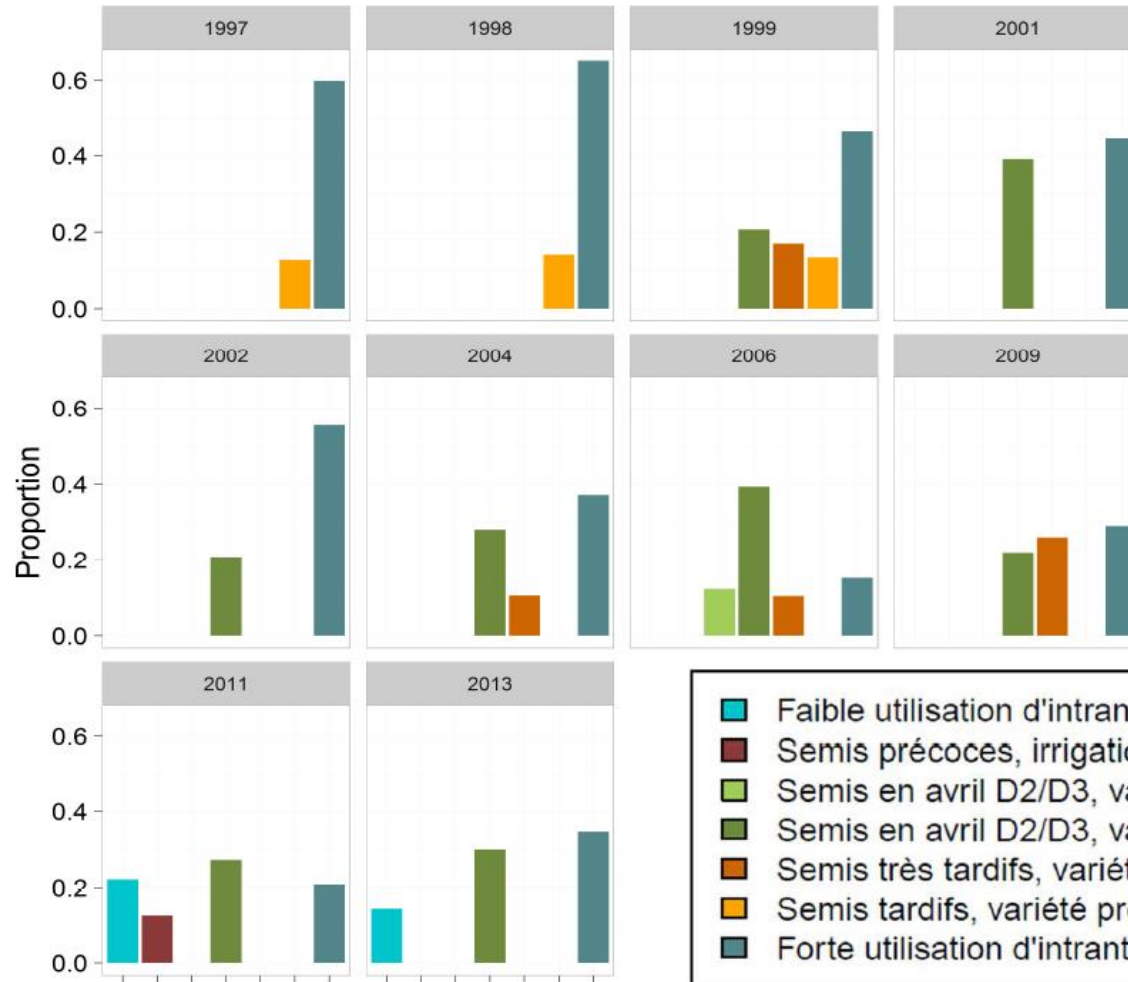
1997-2013



Absence de C8
« forte utilisation
intrants de
synthèse »

Proportion des conduites représentant plus de 10% des surfaces enquêtées
en Poitou-Charentes

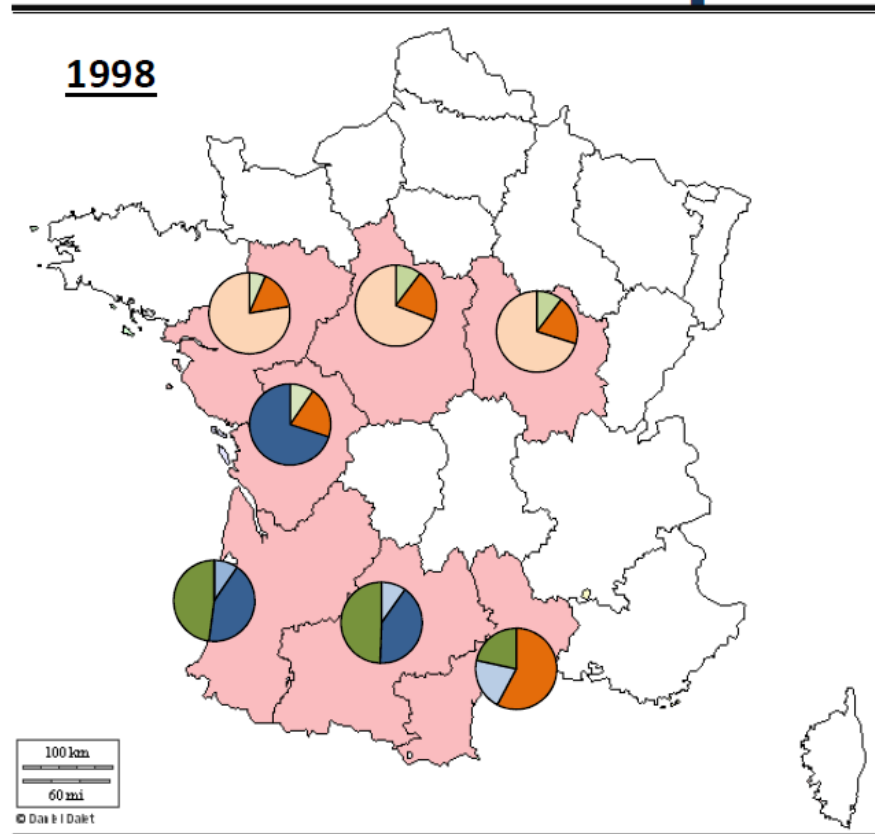
Evolution des conduites-types en Midi-Pyrénées



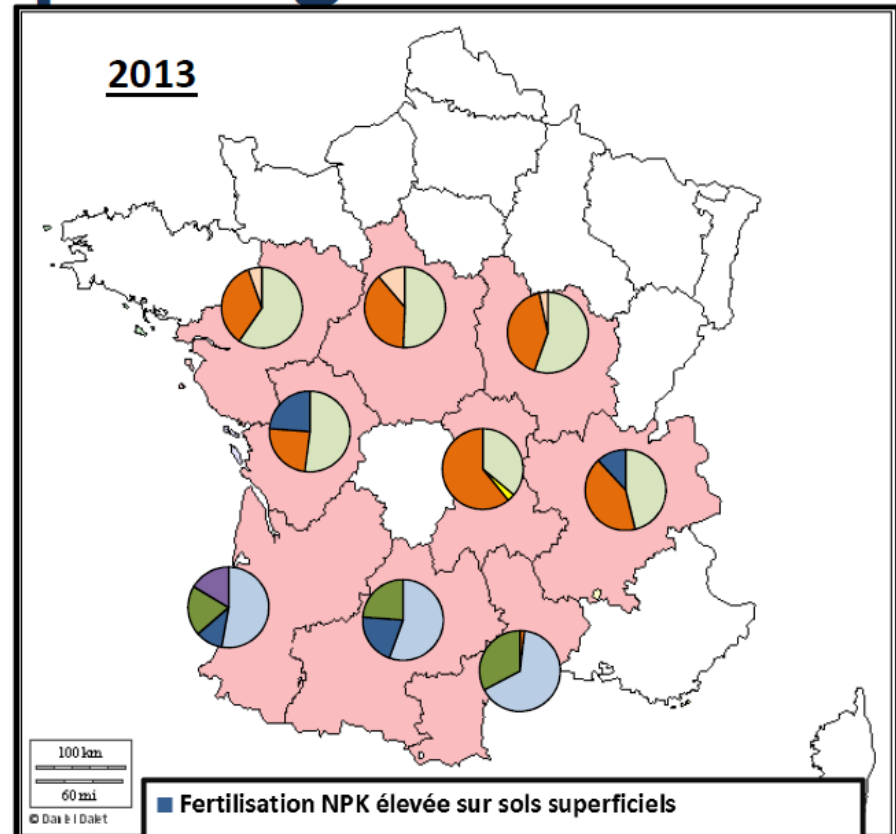
Absence de C3
« Ferti NPK
uniquement,
maïsculteurs &
irrigation » »

Proportion des conduites représentant plus de 10% des surfaces enquêtées
dans le Sud-Ouest

Effet des pratiques agricoles

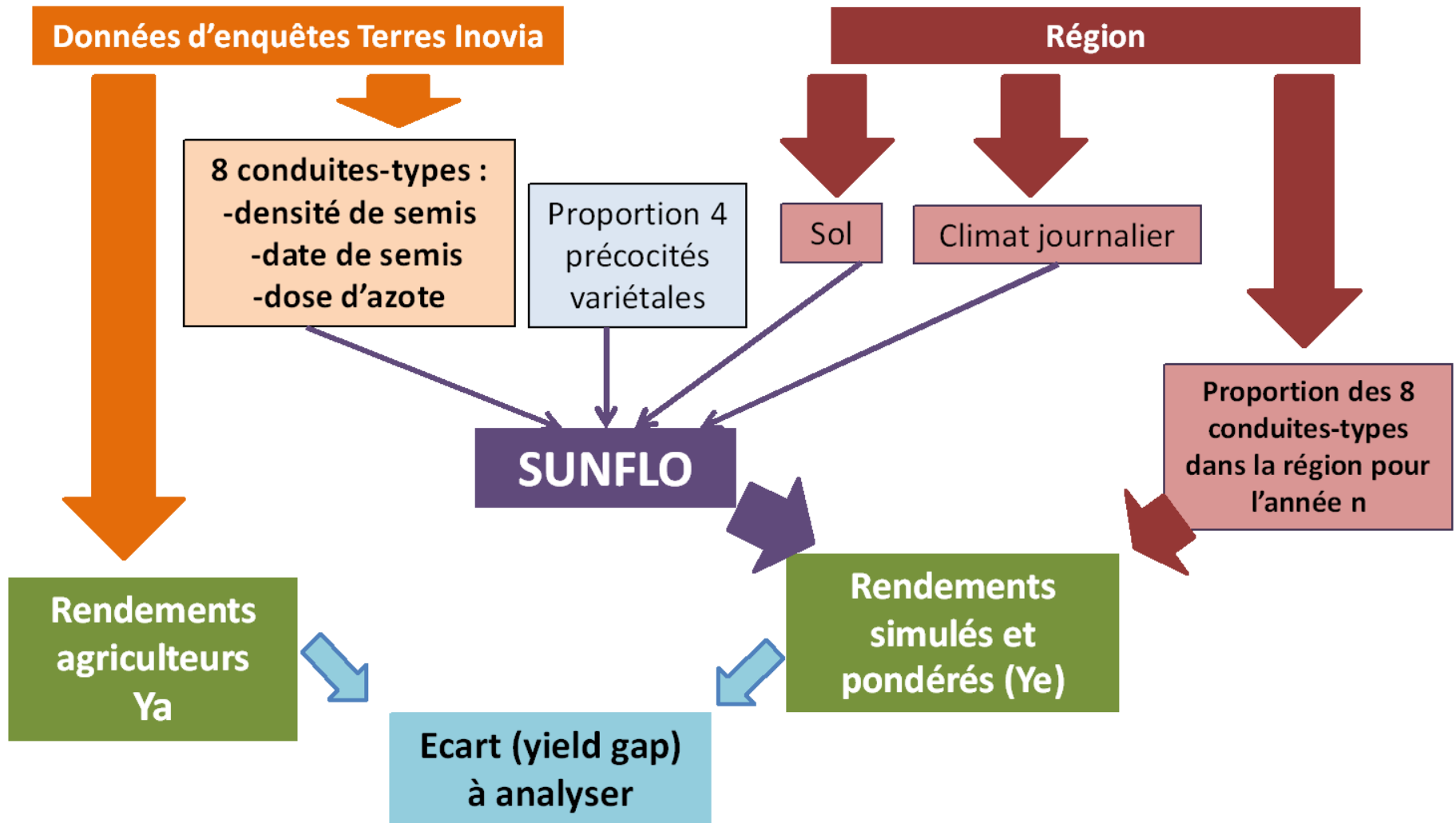


NB : pas de données disponibles pour Auvergne et Rhône-Alpes

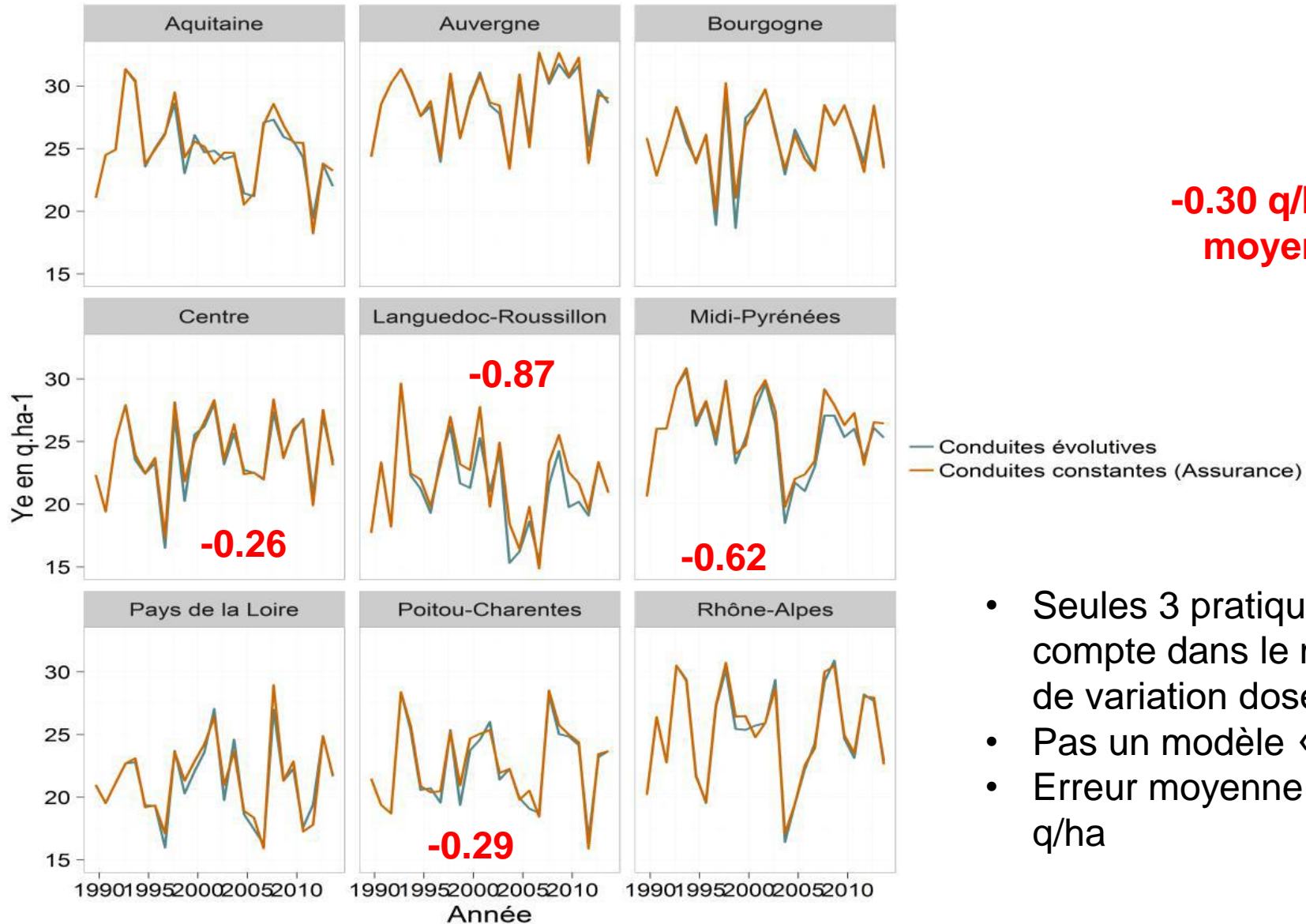


- Fertilisation NPK élevée sur sols superficiels
- Fertilisation NPK basse et variétés mi-précoces/mi-tardives
- Forte utilisation d'intrants de synthèse
- Faible utilisation d'intrants de synthèse
- Semis précoces avec variétés précoces
- Semis tardifs avec variétés précoces/très précoces
- Variétés tardives
- Maisiculteurs

Démarche pour calculer Y_e et le yield gap

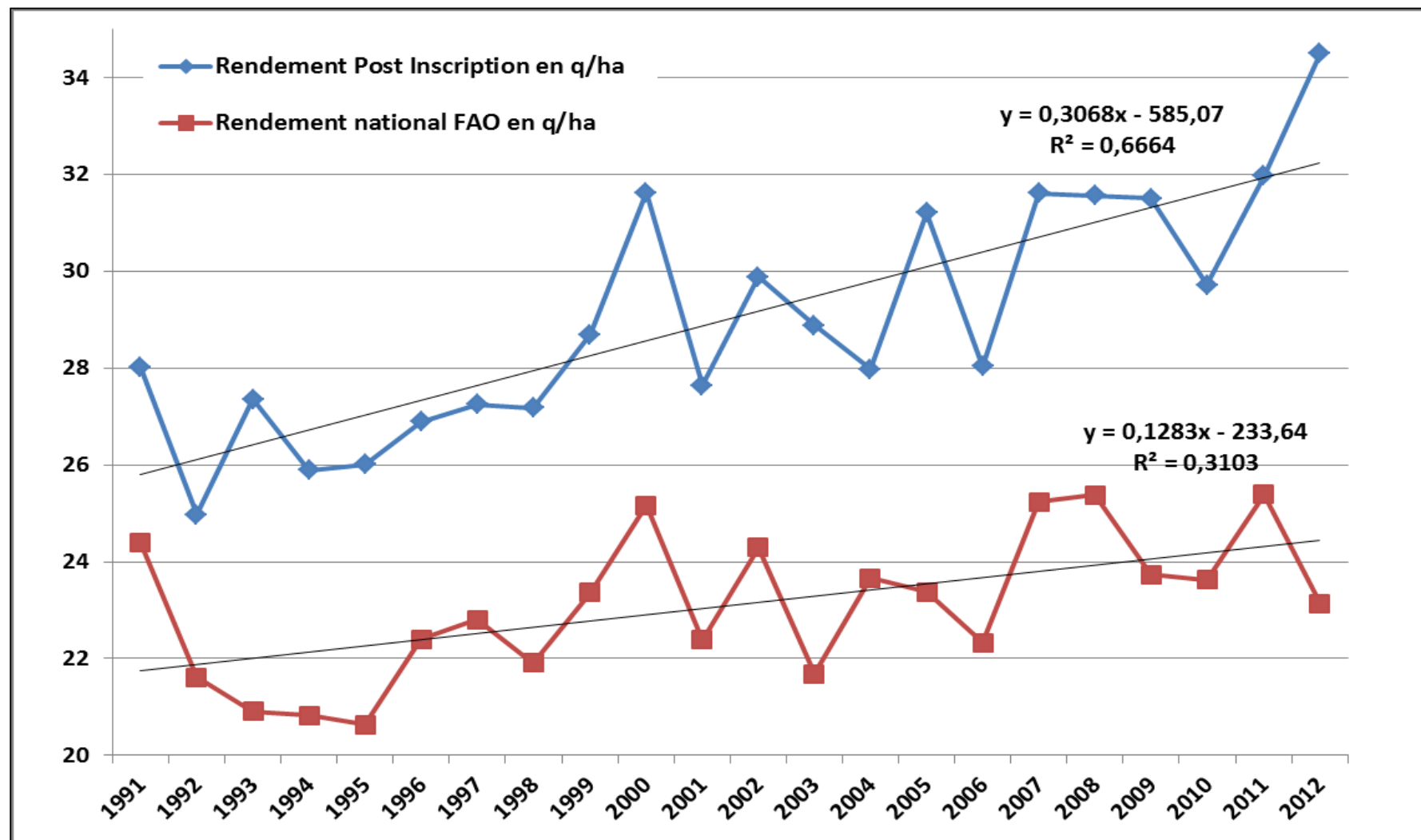


Effet de l'évolution des conduites de culture depuis 1989 (Ye)



- Seules 3 pratiques prises en compte dans le modèle ; peu de variation dose N...
- Pas un modèle « tous stress »
- Erreur moyenne du modèle ~5 q/ha

Evolution du rendement en post-inscription (Terres Inovia) vs rendement agricole (Agreste) – 1991-2012



De 1989-1994 à 2005-2013 : synthèse

Niveau de production

Progression Y_w :
+ 6,40 q.ha⁻¹

**Progrès
génétique :**
+5,78 q.ha⁻¹
(+0,33q.ha⁻¹.an⁻¹)

**Changement
climatique :**
+ 0,56 q.ha⁻¹

YG-s moyen = 0,73 q.ha⁻¹ → dates de semis et variétés

Progression Y_e :
+ 5,65 q.ha⁻¹

YG-ns moyen = 14,05 q.ha⁻¹
→ stress biotiques, fertilisation
PK, hétérogénéités, oiseaux....

Progression Y_a :
+ 1,94 q.ha⁻¹

$Y_a = 0,63 \times Y_e$ (+/- 0,06)

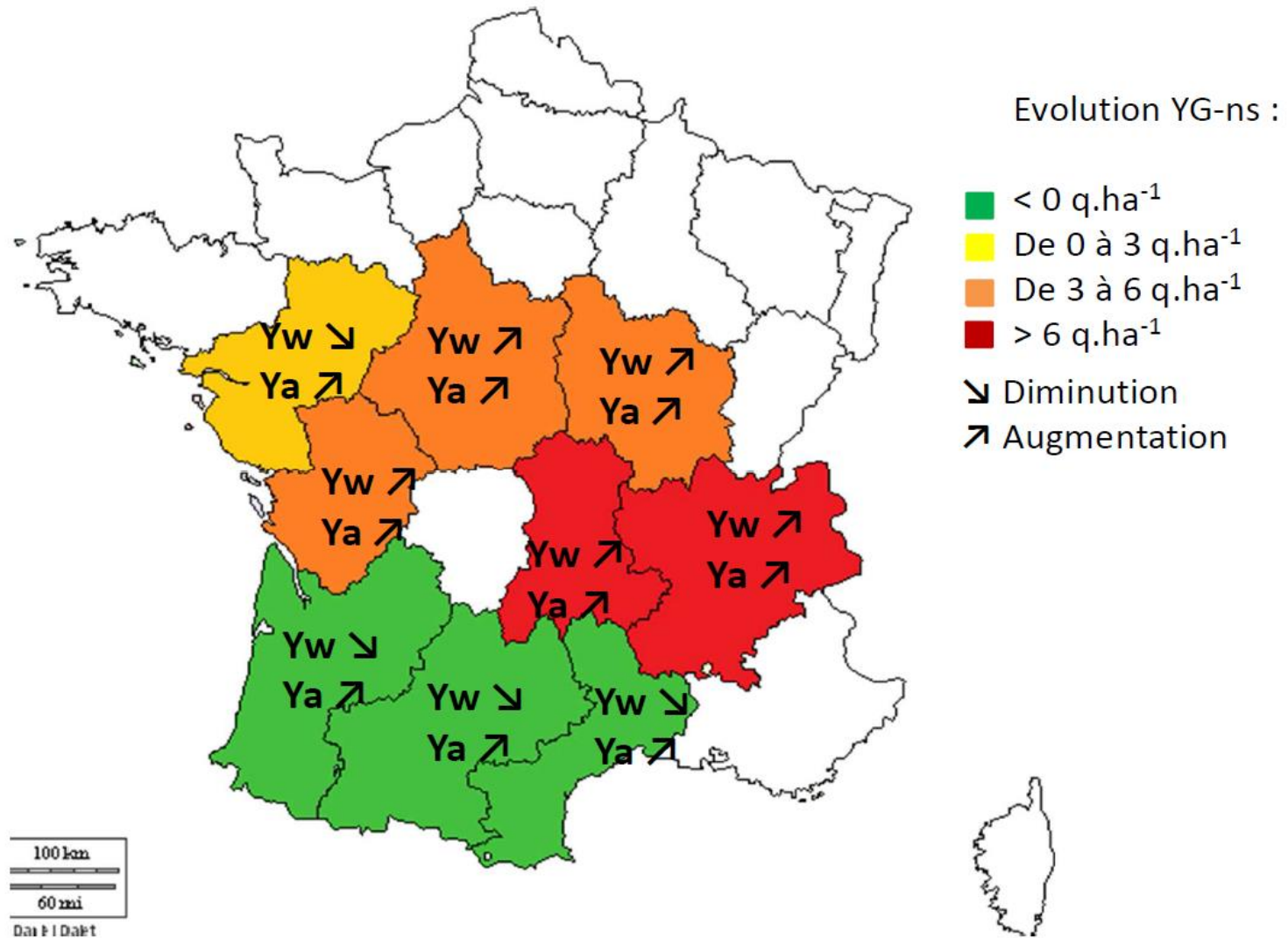
La progression de YG a été de + 3.7 q.ha⁻¹ sur la période

**Rendement potentiel
limité par l'eau**
 Y_w

**Rendement
atteignable**
 Y_e

Rendement réel
 Y_a

Evolution de YG-ns à l'échelle des régions entre 1989-1994 et 2005-2013



Conclusions

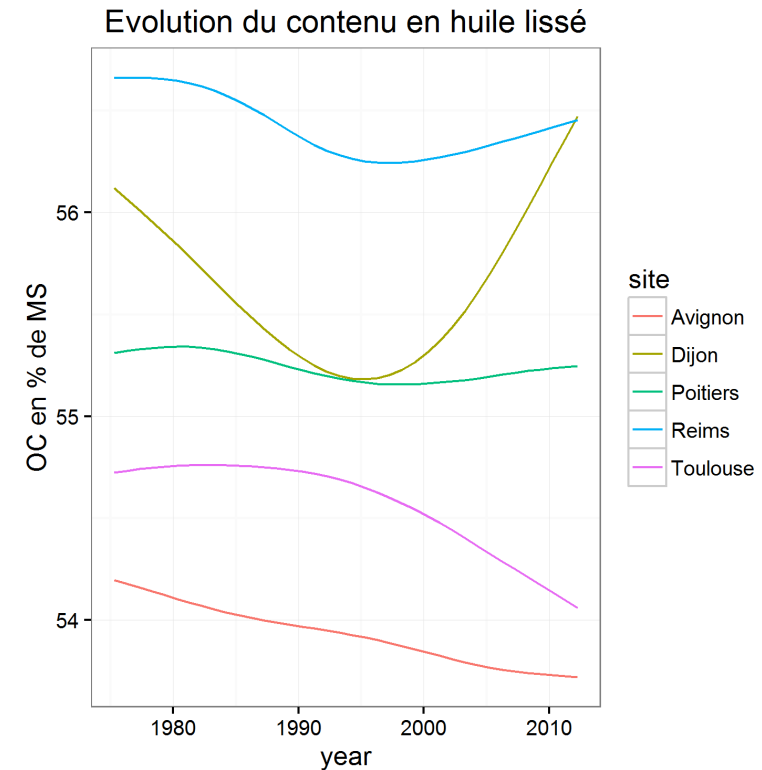
- **Au niveau national (depuis 1989) :**
 - **Effet du climat évalué à $+0,56 \text{ q.ha}^{-1}$**
 - **Peu d'effet de l'évolution des pratiques ($-0,30 \text{ q.ha}^{-1}$)**
 - **Le rendement réel Ya a peu évolué ($+1,94 \text{ q.ha}^{-1}$)**
 - **YG a augmenté sur la période d'étude ($+3,70 \text{ q.ha}^{-1}$)**
 - **YG-ns = 14 q.ha^{-1}**
 - **Causes de ce yield gap : progrès génétique mal valorisé? maladies fongiques? implantation ? autres facteurs (salissement, compaction...)**

La suite...

- Affiner les résultats, revoir certaines hypothèses
- Compléter en valorisant les enquêtes « maladies »
- Compléter avec la prise en compte de l'évolution des variétés (progrès génétique)
- Analyser d'autres variables (ex teneur en huile)

Projets de publications :

- Évolution des conduites culturales*
- Approche intégrée pour évaluer les causes de ralentissement de la progression des rendements et calculer le yield gap*



Merci de votre attention



	Aquitaine	Centre	Languedoc-Roussillon	Midi-Pyrénées	Pays de la Loire	Poitou-Charentes	Rhône-Alpes
Dose moyenne d'azote (kg/ha)	70,4	43,12	30,8	51,23	32,18	41,5	50,73
Dose moyenne de phosphore (kg/ha)	50,15	47,89	41,44	50,81	32,17	52,05	48,53
Dose moyenne de potassium (kg/ha)	61,97	56,67	45,13	52,85	49,73	63,28	77,37
Ecartement moyen (cm)	68,18	58,24	58,03	62,78	67,89	67,31	64,54
Densité moyenne (pieds/ha)	68646	71433	65488	63606	72287	69990	70899
Nombre de désherbage moyen	1,664	1,794	1,546	1,671	1,722	1,761	1,3
Rendement moyen tournesol (q/ha)	26,16	26,65	23,19	24,22	26,91	24,9	27,39
Apport de PRO : OUI (%)	18,6%	17,2%	9,0%	9,4%	53,31%	27,4%	30,7%
Application de fongicide : OUI (%)	27,8%	14,6%	17,3%	36%	8,4%	6,5%	2,7%
Application de bore : OUI (%)	48%	40,8%	19,24%	40%	18,5%	14,8%	35,8%

Tableau résumant les variables quantitatives et quelques variables qualitatives sur la période 1998-2013. **En gras** : variables construisant l'AFDM

- Aquitaine + Midi-Pyrénées : utilisent fortement les fongicides et le bore et ont des densités plutôt faibles. Forte fertilisation N
- Pays de la Loire : densité et % PRO plus élevés
- Rhône-Alpes : forte fertilisation K