Agir rapidement pour contenir la carie commune

Programme de recherche 2008-2011



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'ALIMENTATION
DE LA PÊCHE
ET DE LA RURALITÉ





Maîtriser la **Carie**

Réponses et éléments **techniques**



Principaux résultats





Détails dans les actes

www.itab.asso.fr





10h00 Connaître la **Carie**

Epidémiologie

11h05 Maîtriser la **Carie**

Prophylaxie

---------- 12h déjeuner

14h25 Des efforts à **poursuivre**

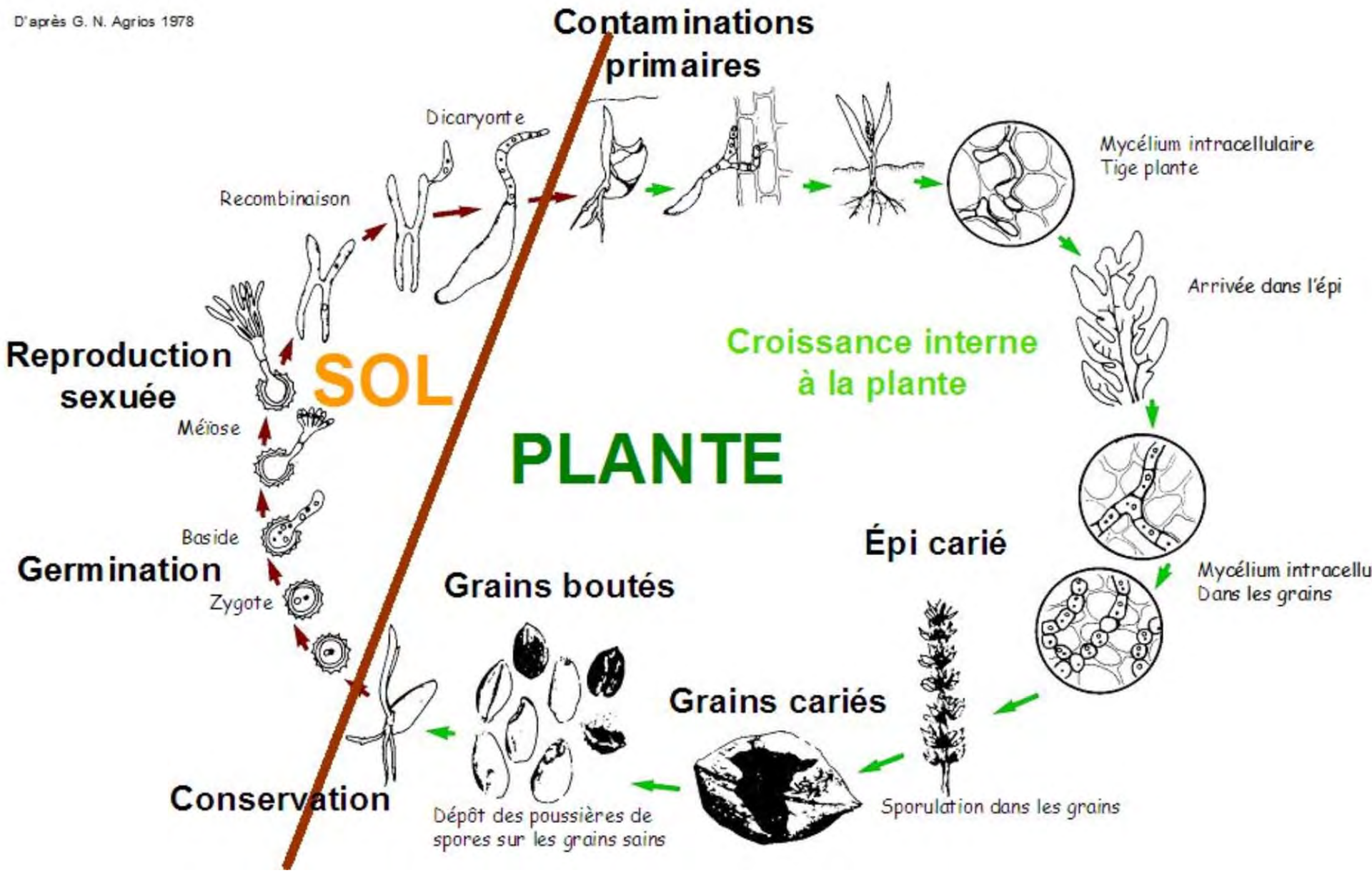
Pistes de recherche

15h00 **Discussions**



Connaître la Carie

Epidémiologie


D'après G. N. Agrios 1978
Contaminations primaires
Dicaryonte
Recombinaison
Mycélium intracellulaire
Tige plante
Arrivée dans l'épi
Croissance interne à la plante
Reproduction sexuée
SOL
PLANTE
Méïose
Baside
Germination
Zygote
Épi carié
Mycélium intracellu
Dans les grains
Grains boutés
Grains cariés
Conservation
Dépôt des poussières de spores sur les grains sains
Sporulation dans les grains



Arvalis – institut du végétal



F. mercier


ITAB



Grains **cariés**

Grains **boutés**







	10% épis cariés	5% épis cariés	2.5% épis cariés	1% épis cariés	TEMOIN SAIN
N					
N+1	= 16 000 000 spores	= 5 340 000 spores	= 2 488 000 spores	= 1 038 000 spores	
	/gramme de grain	/gramme de grain	/gramme de grain	/gramme de grain	
	800 000 sp/grain	267 000 sp/grain	125 000 sp/grain	52 000 sp/grain	



ARVALIS – Institut du végétal



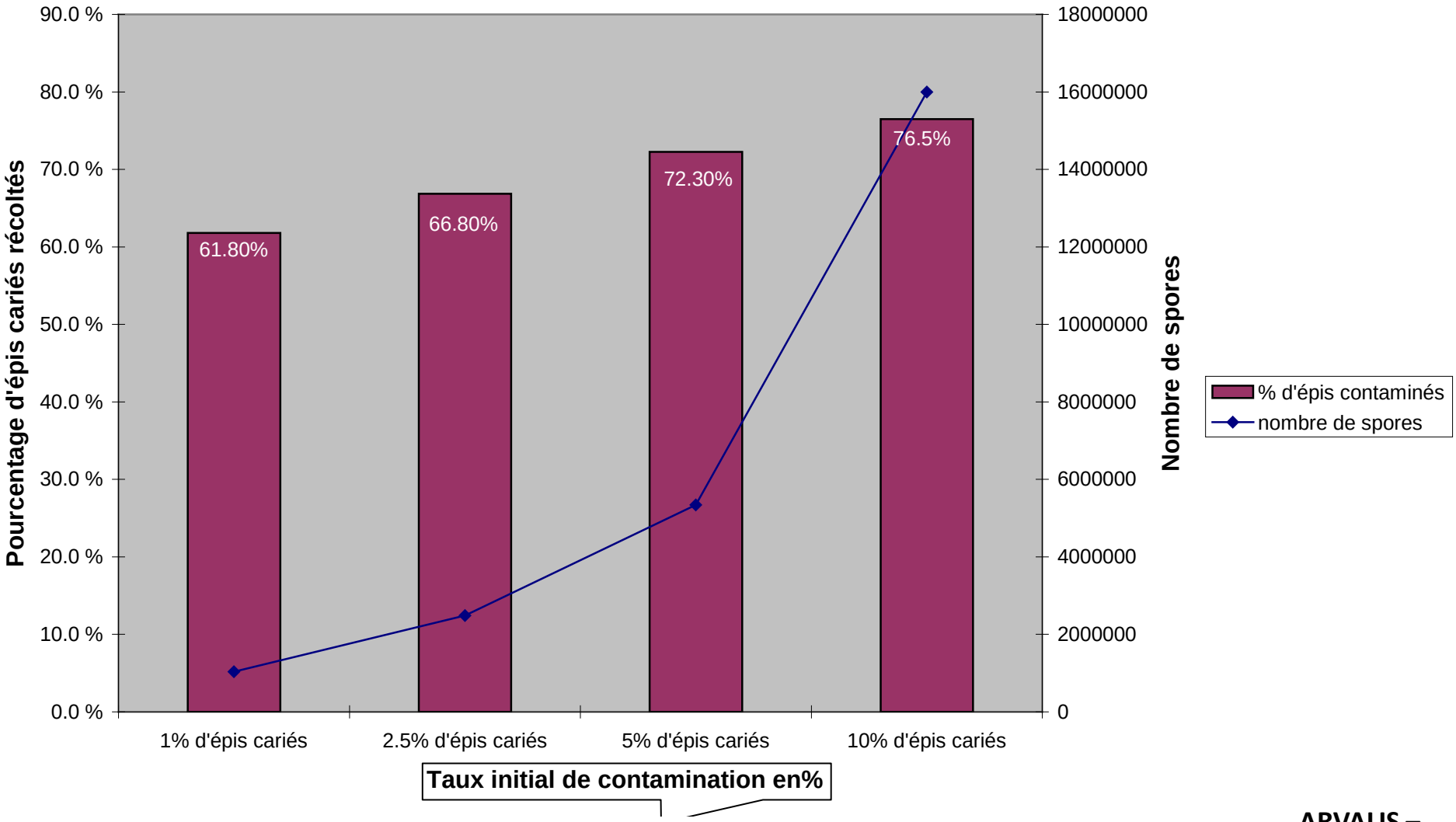


Propagation par le **sol**

Propagation par les **semences**

Pourcentage d'épis cariés.

Incidence du taux de contamination des semences cariées sur le nombre d'épis cariés l'année suivante (blé tendre)



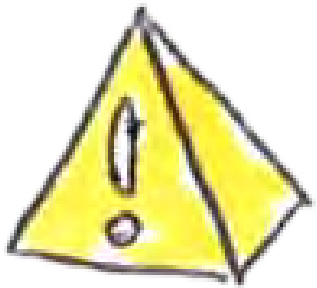
ARVALIS – Institut du végétal

Importance de la **détection**





Etude allemande :
risques très élevés
> 20 spores/grain





Journée Technique

CARIE DU BLE

Agir avant qu'il ne soit trop tard

Présentation des résultats

des analyses Caries « OS » & « aux champs »

Jeudi 09 février 2012

AgriNaples



1 - OBJECTIFS

Pression « Carie »

- ☞ Évaluer l'ampleur de la « pression Carie » à la « Collecte » auprès d'OS en début de programme,
- ☞ Voir la « pression Carie aux champs» chez les céréaliers,
- ☞ Essayer de mettre en lien la Qualité sanitaire de la récolte avec les pratiques culturales, (itinéraire technique, antécédents et voisinage, historique de la semence, mode de récolte, typologie des producteurs, etc.),



2 - METHODOLOGIE & HISTORIQUE

Pression « Carie »

- Au niveau des OS : 1 prélèvement / 250 t de collecte,
  - 101 échantillons étudiés (2007) + 13 (2010),
- Au niveau des céréaliers : 1 prlvt + 1 enquête sur les pratiques culturales,
  - 116 échantillons + 99 enquêtes (2008),
  - 70 échantillons et enquêtes (2009-10-11),

➲ Soit plus de 280 échantillons analysés

- ✓ 114 à la Collecte,
- ✓ 186 aux champs et 170 enquêtes



3 - RÉSULTATS « COLLECTE »

Bruit de fond ou réalité . . .

✓ **Sur les 101 prélèvements effectués :**

⇨ **Très forte présence de Carie dans les échantillons,**

☞ **Plus de 92 % d'échantillons cariés,**

⇨ **Seuls 8 échantillons sont indemnes de Carie** *(Tilletia Caries + Tilletia Foetida),*

☞ **24 échantillons sont indemnes de** *Tilletia Caries,*

☞ **31 échantillons sont indemnes de** *Tilletia Foetida,*



3 - RÉSULTATS « COLLECTE » *(SUITE)*

Bruit de fond ou réalité . . .

✓ **Sur les 101 prélèvements effectués :**

- ⇨ **50 %** des échantillons ont **plus de 400 spores** de *Tilletia caries* par gramme de semences,
- ⇨ **21 %** des échantillons ont **plus de 400 spores** de *Tilletia foetida* par gramme de semences,
- ⇨ **64 %** des échantillons ont **plus de 400 spores** de *Tilletia caries* + *Tilletia foetida* par gramme de semences,

☞ **25 %** des échantillons ont plus de 4 000 spores par gramme de semences...



3 - RÉSULTATS « COLLECTE » *(SUITE)*

Bruit de fond ou réalité . . .

Nb spores/grammes de semence	Nombre d'échantillons — Indicateur de la présence de *Tilletia*			Nb spores/grammes de semence
	Tilletia *Caries*	Tilletia *Foetida*	Total *C* + *F*	
0 <	37	55	25	≤ 100
100 <	14	25	12	≤ 400
400 <	7	8	8	≤ 600
600 <	3	4	9	≤ 1 000
1 000 <	9	5	11	≤ 2 000
2 000 <	10	1	11	≤ 4 000
	21	3	25	> 4 000
Total :	101	101	101	



4 - RÉSULTATS « AUX CHAMPS »

Bruit de fond ou réalité . . .

✓ **Sur les 99 prélèvements effectués :**

⇨ **Très forte présence de Carie dans les échantillons,**

☞ **Près de 86 % d'échantillons cariés,**

⇨ **Seuls 14 échantillons sont indemnes de Carie** *(Tilletia Caries + Tilletia Foetida)*,

☞ **24 échantillons sont indemnes de** *Tilletia Caries*,

☞ **47 échantillons sont indemnes de** *Tilletia Foetida*,



4 - RÉSULTATS « AUX CHAMPS »

PART DES ÉCHANTILLONS QUI ONT PLUS 4OO SP/GRAMME DE SEMENCE

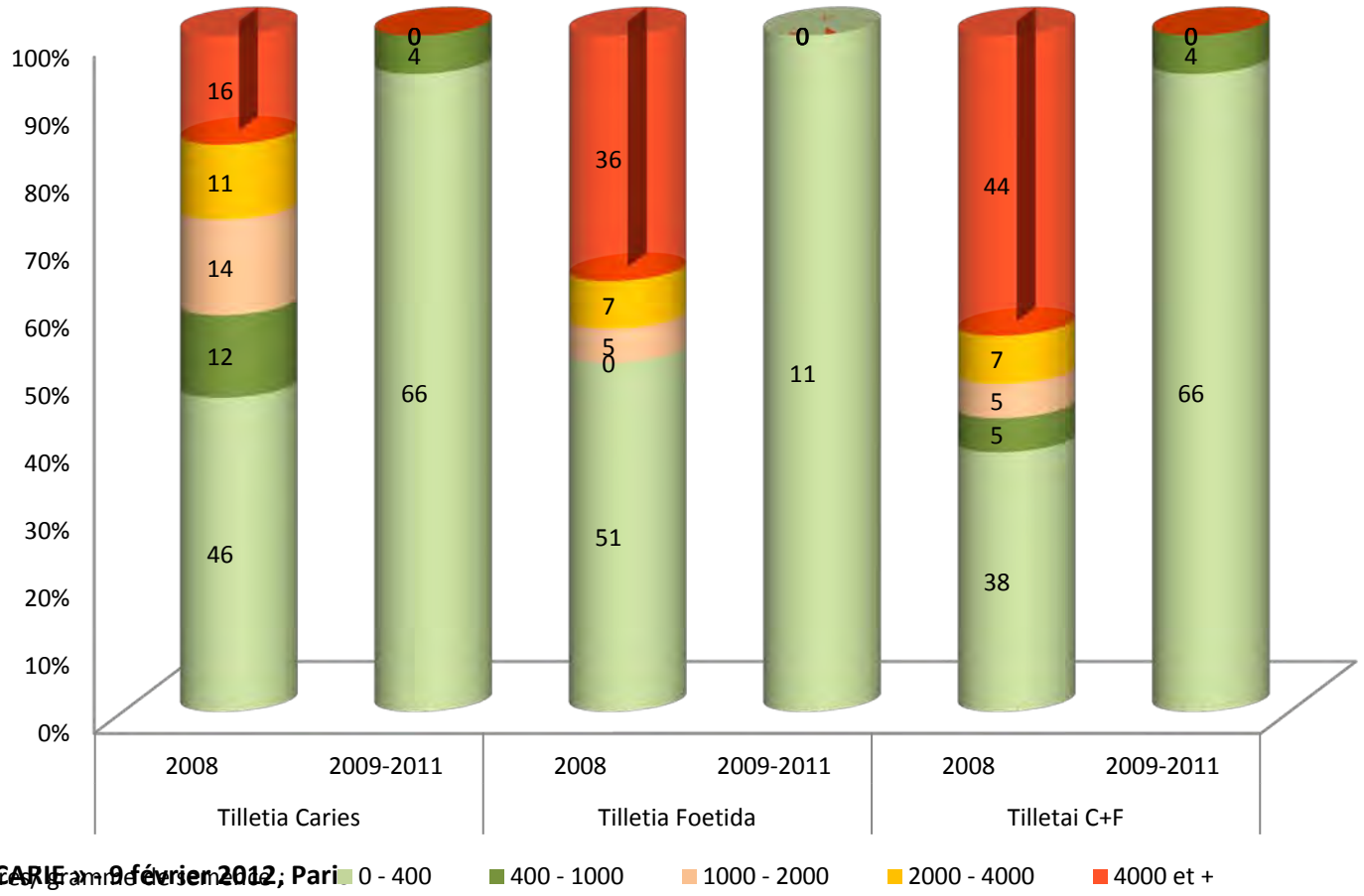
Evolution Pression "*carie*"	2008 (99 échantillons)	2009-10-11 (70 échantillons)
Tilletia Caries	53 %	6 %
Tilletia Foetida	48 %	0 %
Tilletia Caries + Foetida	62 %	6 %
Part des échantillons qui ont plus 4OO sp/gramme de semence		

- ✓ En 2008, **44 %** des échantillons ont plus de 4 000 spores par gramme de semences… contre 25 % à la collecte !
- ✓ En 2009-10-11, **aucun** échantillon ont plus de 4 000 spores par gramme de semences…

4 - RÉSULTATS « AUX CHAMPS »

INDICATEURS DE LA PRESSION « CARIE » DANS LES ÉCHANTILLONS

Nombre de lots contaminés selon le nombre de spore de Carie



5 - RÉSULTATS « ENQUÊTE AUX CHAMPS »

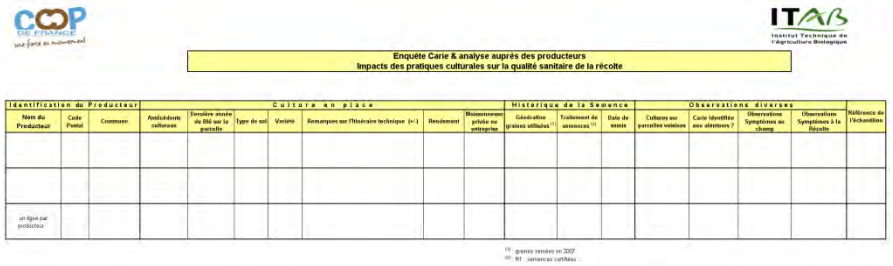
170 ENQUÊTES « PRATIQUES CULTURALES » . . .

- **Identification du Producteur**
  - Nom du Producteur, Code Postal, Commune

- **Culture en place**
  - Antécédents culturaux
  - Dernière année de Blé sur la parcelle
  - Type de sol
  - Variété
  - Conditions de levée (nbre jours entre semis et stade 2 feuilles),
  - Remarques sur l'Itinéraire technique (+/-)
  - Rendement
  - Moissonneuse privée ou entreprise

- **Historique de la Semence**
  - Génération graines utilisées
  - Traitement de semences
  - Date de semis

- **Observations diverses**
  - Cultures sur parcelles voisines
  - Carie identifiée aux alentours ?
  - Observations Symptômes au champ
  - Observations Symptômes à la Récolte


Enquête Carie & analyse auprès des producteurs
Impacts des pratiques culturales sur la qualité sanitaire de la récolte

Identification du Producteur			Culture en place							Historique de la Semence			Observations diverses				
Nom du Producteur	Code Postal	Commune	Antécédents culturaux	Dernière année de Blé sur la parcelle	Type de sol	Variété	Remarques sur l'Itinéraire technique (+/-)	Rendement	Moissonneuse privée ou entreprise	Génération graines utilisées	Traitement de semences	Date de semis	Cultures sur parcelles voisines	Carie identifiée aux alentours ?	Observations Symptômes au champ	Observations Symptômes à la Récolte	Référence de l'échantillon
un ligne par producteur																	

- **Aux vues des analyses « statistiques » de ces 170 enquêtes, aucune conclusion significative ne nous apparaît clairement quant à l'existence d'un lien majeur entre la Qualité sanitaire de la récolte et les pratiques culturales !?**



6 - Constats, Biais & Discussions

AUTOUR DES 270 PRÉLÈVEMENTS À LA « COLLECTE » ET « AUX CHAMPS ». . .

⇨ Constats :

- Omniprésence de la Carie en début de programme,
- Forte contamination des sols, *à priori*,
- Présence de *Tilletia foetida* partout en France qui n'est donc pas ou plus cantonnée sur le pourtour méditerranéen,
- Aucun lot n'a été déclassé lors de détections artisanales (odeur et eau), malgré le taux parfois élevé de certains échantillons lors des analyses,
- Les analyses de lots producteurs ayant une odeur suspecte ont décelé une forte contamination en spores par gramme de semence ! ! !
- Il a été constaté que le risque carie était plus important dans les situations où le facteur contaminant était la semence (/sol).



6 - Constats, Biais & Discussions

AUTOUR DES 270 PRÉLÈVEMENTS À LA « COLLECTE » ET « AUX CHAMPS ». . .

- Sur les prélèvements « aux champs », importante diminution du nombre de lots cariés mais surtout de leur niveau de contamination en nb de spore par gramme de semence,
- Augmentation de l'utilisation de semences certifiées et renouvellement plus précoce des semences fermière.

⇨ Biais :

- Variabilité des résultats d'analyses qui peuvent varier du manière importante selon la méthode d'analyse pour un même échantillon (variabilité importante quand contamination élevé),
- Relativiser l'importante diminution du nombre de lots cariés lors des prélèvements « aux champs » en 2009-10-11 car prélèvements peu représentatifs de la collecte (70 ech. /3ans),



6 - Constats, Biais & Discussions

Autour des 270 prélèvements à la « Collecte » et « aux champs ». . .

⇨ Discussions :

- Prélèvements sur des sols fortement contaminés avec des semences saines deux années consécutives : pas de contamination Caries : il semblerait qu'une période pluvieuse avant semis ferait germer les spores de carie qui deviennent rapidement non viable sans hôte…
- Par contre, quelque soit la climatologie, la carie apparaîtra si une graine contaminée implanté dans un sol contaminé.
- Il apparaît que c'est au niveau des semences qu'il faut agir…

  ☞ Rester très vigilant sur l'état sanitaire de ses semences en renouvelant plus fréquemment ses semences et en utilisant des semences certifiées…

Appui financier

Partenaires

Collaborations

Programme de lutte contre la carie commune du blé

2008-2011





Essais en conditions contrôlées

- Pourquoi ces essais ?
  - Mettre en avant les facteurs favorisant le développement de la maladie
  - Orienter les professionnels vers des méthodes susceptibles d'éviter ou tout du moins de limiter la propagation de la maladie

- Comment ces essais ont-ils été réalisés?

Essais sur 3 ans

Semis
Différents niveaux de contamination sol et semences
Conditions contrôlées > stade 2 feuilles

Mise en terre

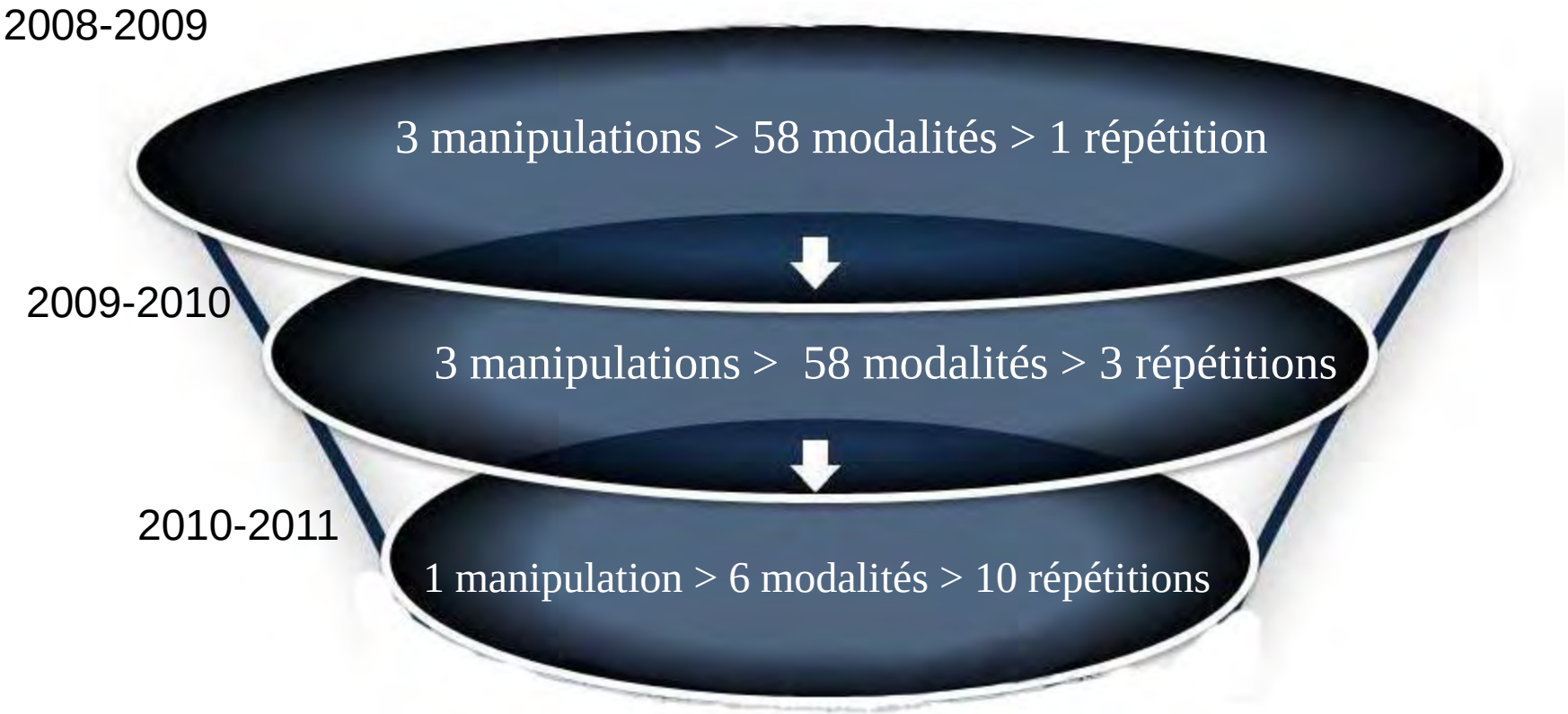
Récolte
Stade : grains pâteux
> Egrainage et analyse







Essais en conditions contrôlées



1 répétition = 1 semis = 1 barquette = 50 grains

Essais en conditions contrôlées

Essais 2008-2009

Etude 1

		Variables	
Modalités	Contamination semences	Sain	Contaminé
	Contamination sol	Sain	Contaminé
	Humidité du sol	1N	3N
	Type de sol	Argile	Limons
	Profondeur de semis	1 cm	3 cm

32 semis

Etude 2

		Variables					
Modalités	Température en °C (contamination-infection)	Etude A	4°C	8°C	10°C	12°C	14°C
	Humidité du sol	Etude B	1N (Sec)	2N	3N	4N	5N (Humide)

10 semis

Etude 3

		Variables			
Modalités	Contamination sol	Sain	Peu contaminé	Moyenement contaminé	Fortement contaminé
	Contamination semences	Sain	Peu contaminé	Moyenement contaminé	Fortement contaminé

16 semis

1 répétition

58 semis

Essais en conditions contrôlées

Conclusions :

- Contaminations à la récolte hétérogènes et aberrantes selon les modalités
- Interprétation difficile

Mise en place des répétitions pour 2009-2010
Contamination **artificielle** des semences



Essais en conditions contrôlées

Essais 2009-2010

Etude 1

		Variables	
Modalités	Contamination semences	Sain	Contaminé
	Contamination sol	Sain	Contaminé
	Humidité du sol	1N	3N
	Type de sol	Argile	Limons
	Profondeur de semis	1 cm	3 cm

96 semis

Etude 2

		Variables					
Modalités	Température en °C (contamination-infection)	Etude A	4°C	8°C	10°C	12°C	14°C
	Humidité du sol	Etude B	1N (Sec)	2N	3N	4N	5N (Humide)

30 semis

Etude 3

		Variables			
Modalités	Contamination sol	Sain	Peu contaminé	Moyenement contaminé	Fortement contaminé
	Contamination semences	Sain	Peu contaminé	Moyenement contaminé	Fortement contaminé

48 semis

3 répétitions

174 semis

Essais en conditions contrôlées

Conclusion :

- Très forte dispersion de résultats entre les 3 répétitions (toutes modalités)
- Contamination des semences plus importantes que celles du sol
- Humide > sec

Augmentation du nombre de répétitions pour 2010-2011
Modalités : contamination semence et sol humide



Essais en conditions contrôlées

Essais 2010-2011

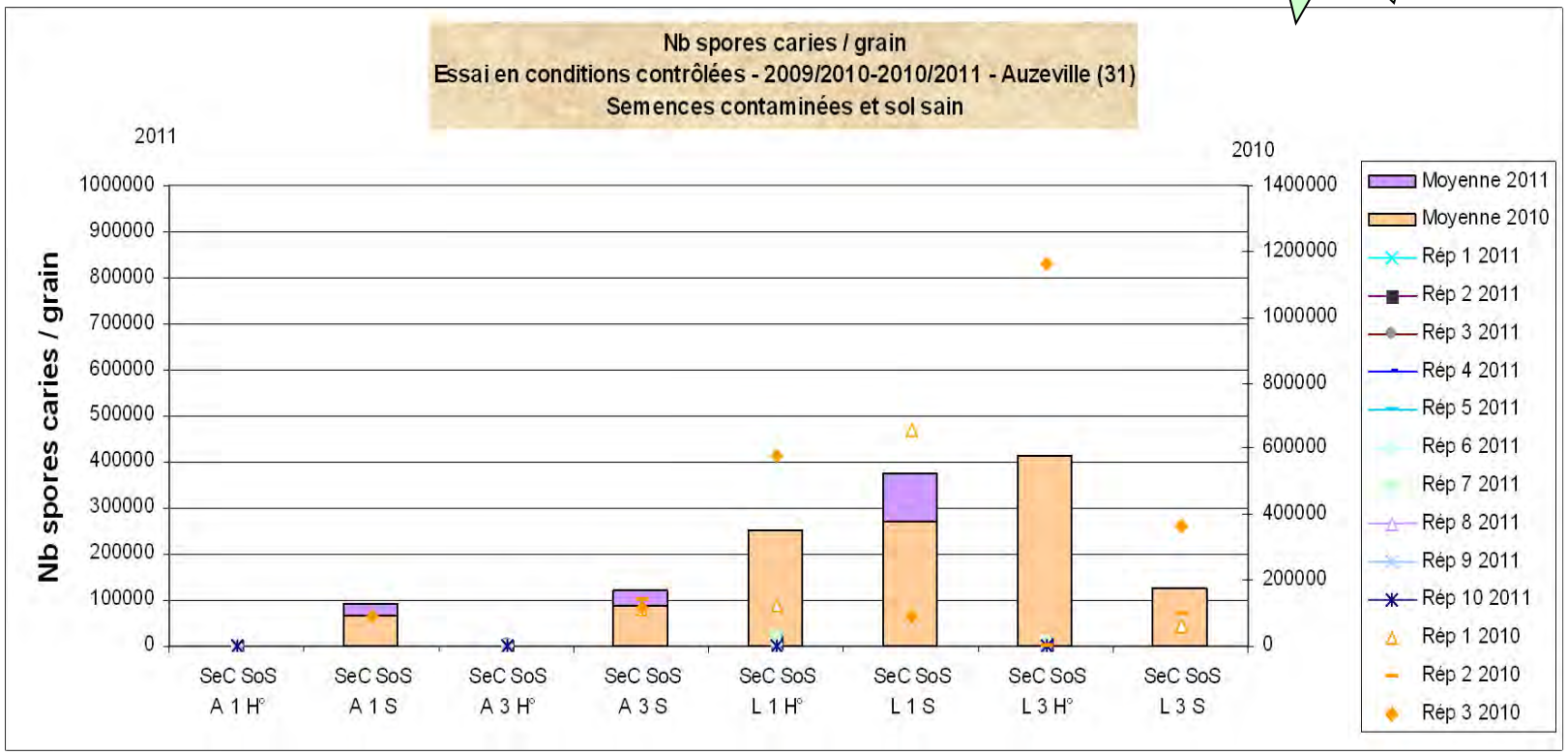
		Variables	
Modalités	Type de sol	Argile	Limons
	Profondeur de semis	1 cm	3 cm

✚ 10 répétitions

60 semis

Essais en conditions contrôlées

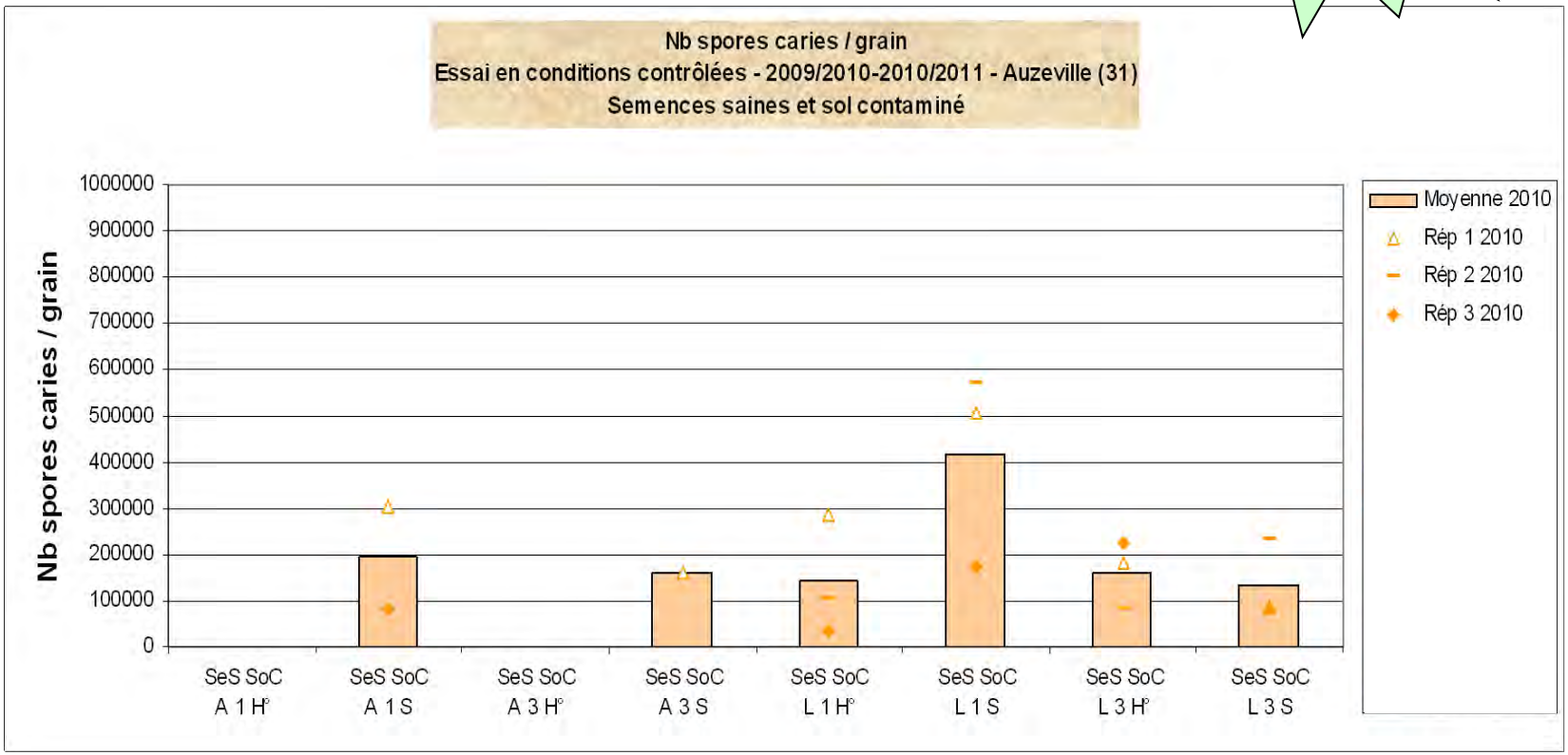
Etude sur 2 ans



- Forte dispersion entre les répétitions
- Effet hautement significatif du type de sol et de son humidité

Essais en conditions contrôlées

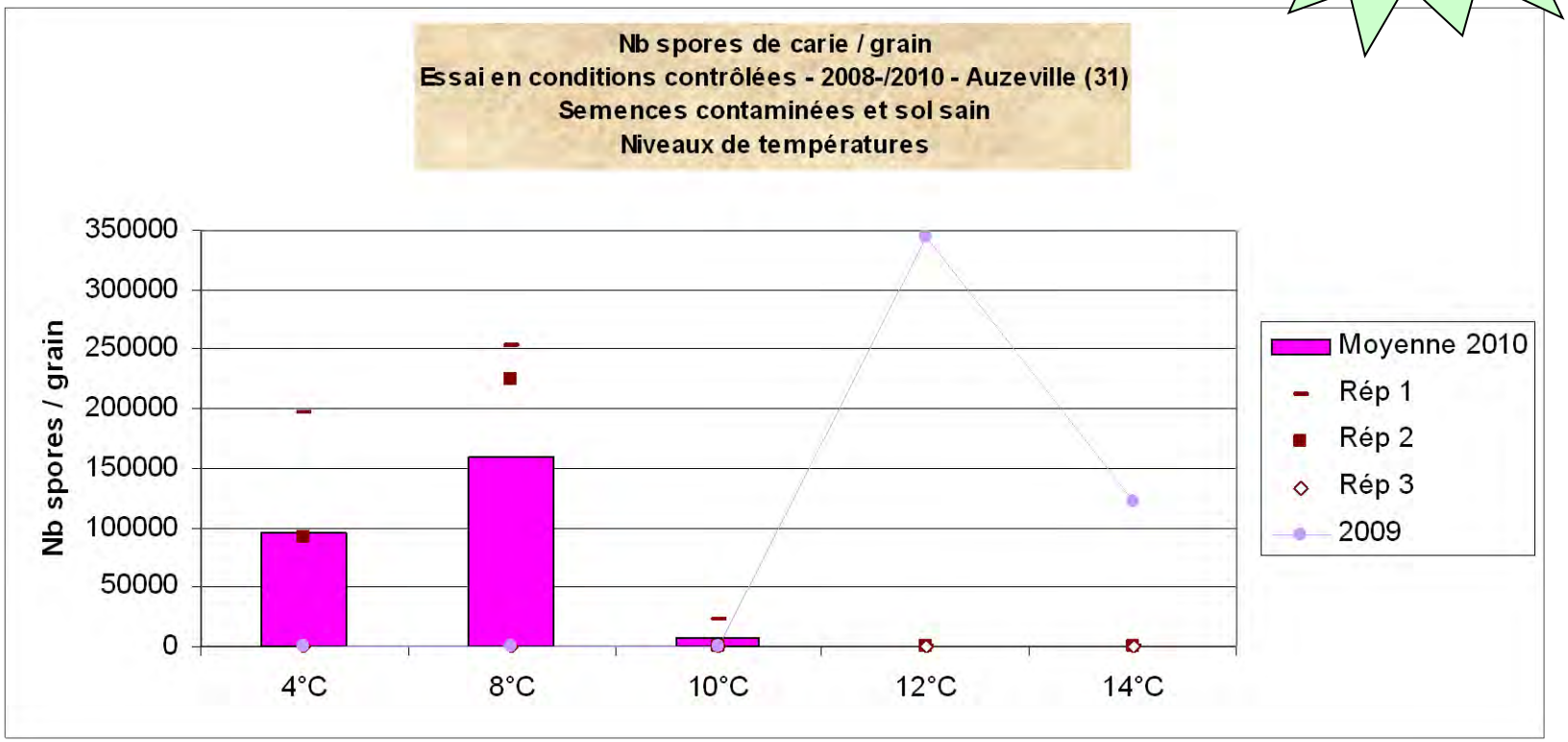
Etude sur 2 ans



• Niveau de contamination initial des semences est plus important que le niveau de contamination initial du sol

Essais en conditions contrôlées

Etude sur 2 ans



- Effet significatif de la température
  - Contamination possible à basse température
  - Optimum : 12°C
  - Au-delà de 12°C, diminution des taux de contamination

Essais en conditions contrôlées

Essais sur 3 ans

Conclusions :

- La contamination des semences semble prépondérante devant la contamination du sol
- Le niveau de contamination initial des semences influence la contamination finale, de manière positive
- Le sol limoneux présente des niveaux de contamination à la récolte significativement supérieurs à ceux du sol argileux
- L'humidité du sol favorise le niveau de contamination final de la récolte
- Plus le semis est superficiel, plus le nombre de spores est important.

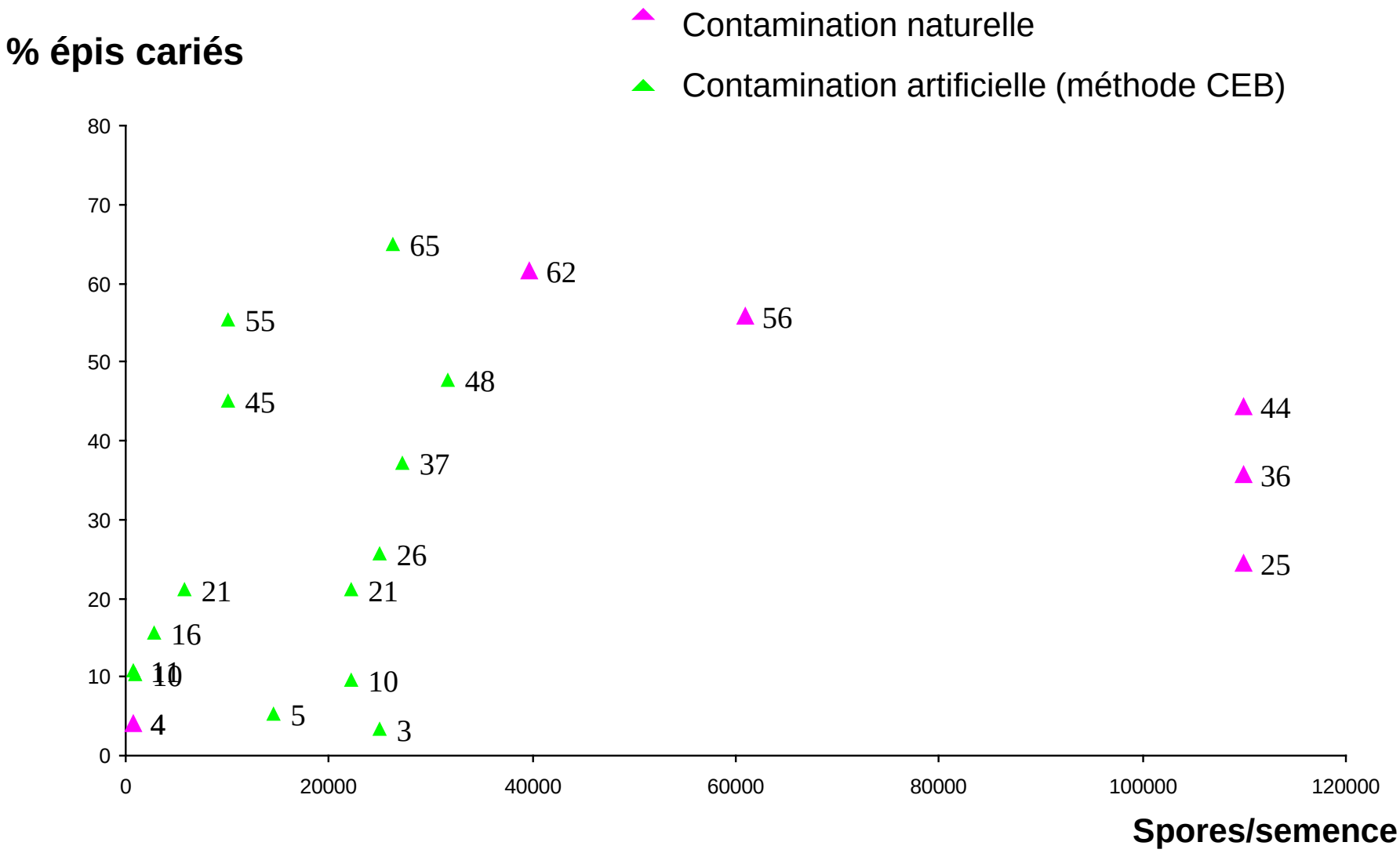






Différents niveaux d'expression de la carie dans les essais du programme

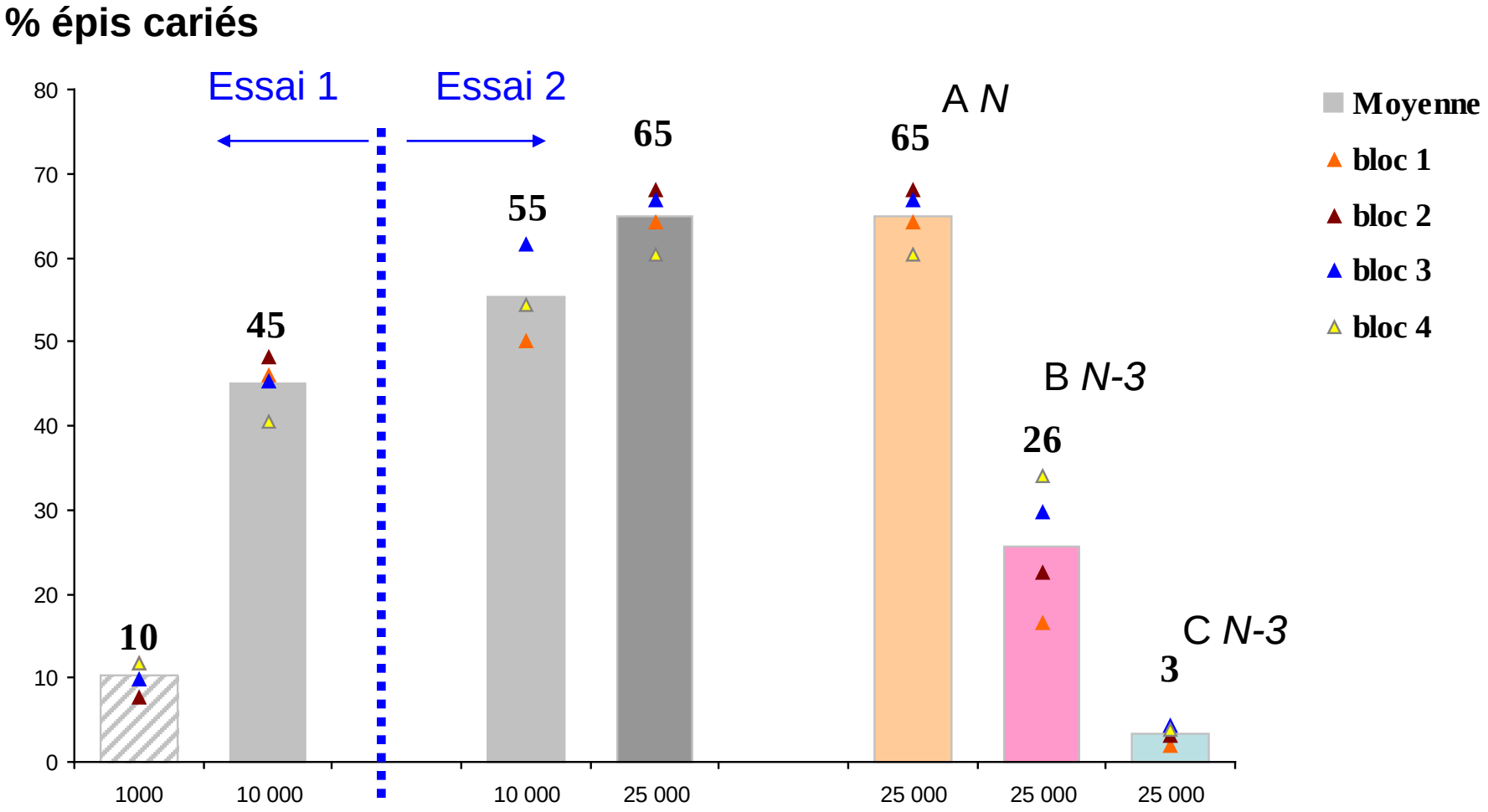
Expression de la carie commune selon contamination (données analyses)



Pas de relation directe simple contamination / expression de la maladie

Expression de la carie commune

selon contamination / essai



<u>Par essai</u> : mise en évidence des différences d'expression de la maladie selon la quantité de spores apportées ou leur origine et année de production



Variabilité des souches de carie commune et de leurs virulences à l'échelle nationale

Philippe du Cheyron : ARVALIS – Institut du végétal – Orsay

Patrice Côte : Chambre d'Agriculture de l'Yonne

Patrice Morand : Chambre d'Agriculture de la Drôme

Julien Bruyère : Fredon Nord pas de Calais

Nathalie Robin : ARVALIS – Institut du végétal - Montardon

Alain Larribeau : Qualisol



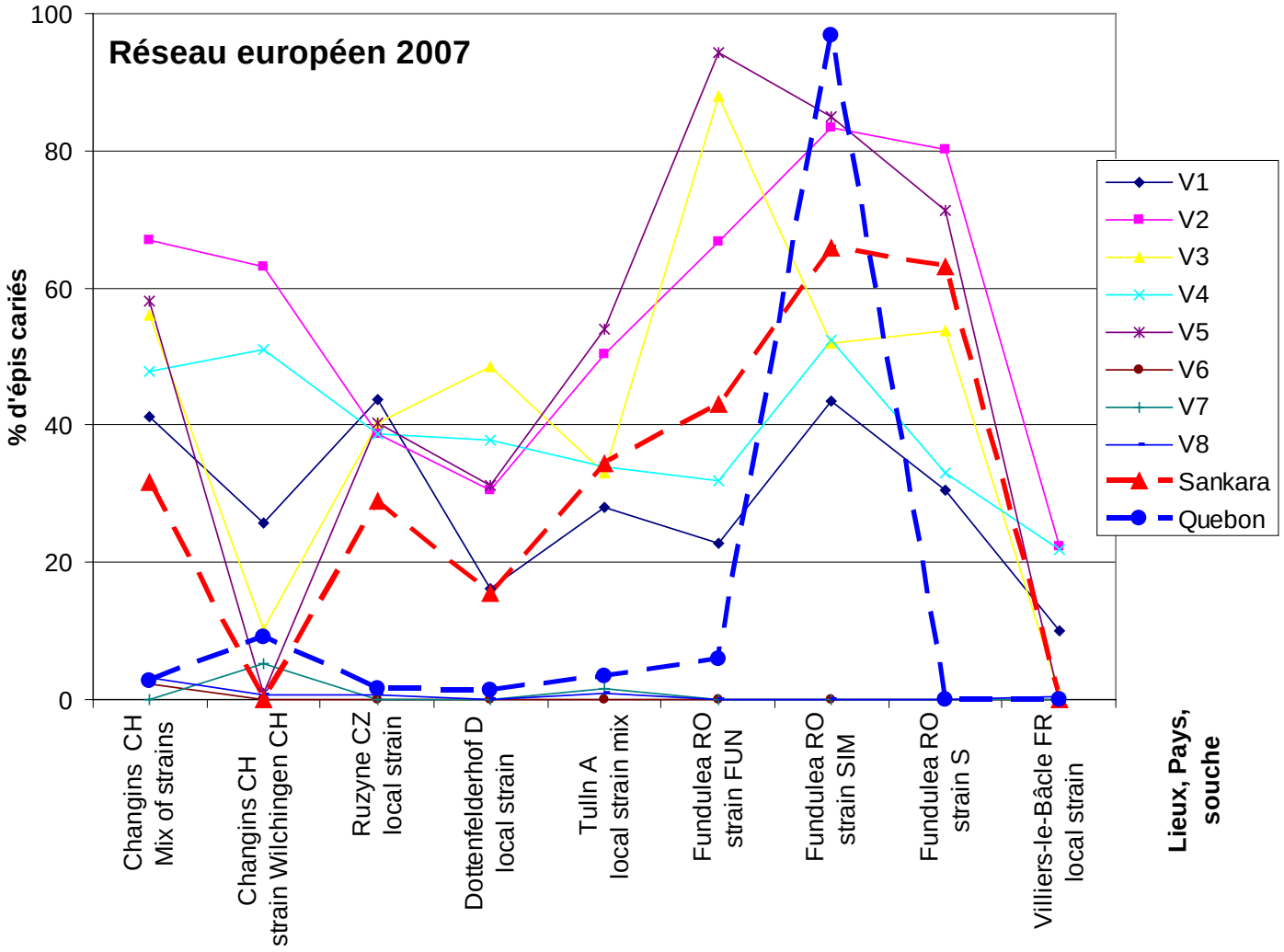
Souches ≠ Espèces

- Espèces : La carie commune est causée par 2 espèces apparentées (hybridation possible):
  - *Tilletia caries ou T. tritici*
  - *Tilletia foetida ou T. laevis*

- Races : Il existe une multitude de races à l'intérieures des ces espèces caractérisées par leurs spectres de virulences et appelées pathotypes

15 gènes de résistances identifiés à ce jour, gènes Bt-1, Bt-2…

Pourquoi étudier la diversité des souches ?



La gamme d'hôtes différentiels

Variétés	Gènes de résistances
Heines VII	0
Sel. 2092	Bt-1
Sel. 1102	Bt-2
Ridit	Bt-3
Cl 1558	Bt-4
Hohenheimer	Bt-5
Rio	Bt-6
Sel. 50077	Bt-7
Pl 173438/Eg	Bt-8
Eg/Pl 178383	Bt-9
Eg/Pl 178383	Bt-10
Eg/Pl 166910	Bt-11
Pl 119333	Bt-12
Thule III	Bt-13
Doubbi	Bt-14 (tetrapl.)
Carlton	Bt-15 (tetrapl.)
Pl 178383	Bt-8, 9, 10+

- Objectif : identifier les pathotypes de carie
- 16 lignées monogéniques avec chacunes 1 gène de résistance à la carie commune (Bt) + 1 témoin



Méthode

- Essais multilocaux semés en lignes de 1,5m et randomisés en 3 blocs

- Contamination des 17 lignées de la gamme d'hôtes différentiels avec des échantillons de carie issus d'une culture locale de blé (pour ne pas favoriser la dissémination de la carie)



Fredon NPC

Gamme différentielle

2010

2011

Nouveau site 2012

Arvalis

CA 54

CA 89

- Échec de la contamination,
- dégâts de gibier (CA89 2010),
- mauvaises conditions de semis (CA26 2011)

CA 26

Qualisol

Arvalis

La gamme différentielle : 1ers résultats

VARIETE	GENE DE RESISTANCE	SOUCHES PATHOGENES				
		VILLIERS (91) (2011)	VILLIERS (91) (2010)	MONTARDON (64) (2011)	LOOS EN GOHELLE (62) (2011)	BESAYES (26) (2010)
HEINES VII	BT-0	100% (62%)	100% (13.6%)	100% (2.8%)	100% (24.7%)	100% (90.1%)
SEL. 2092	BT-1					
SEL. 1102	BT-2	0.2%			32.3%	
RIDIT	BT-3		0.1%		1.0%	
CL 1558	BT-4	0.3%		8.8%	0.6%	
HOHENHEIMER	BT-5		1.3%	240.0%		1.9%
RIO	BT-6	0.4%	3.1%			2.6%
SEL. 50077	BT-7	29.6%	21.4%	49.7%	42.3%	20.5%
PL 173438/EG	BT-8	3.3%				
EG/PL 178383	BT-9			13.5%	1.6%	
EG/PL 178383	BT-10					
EG/PL 166910	BT-11					
PL 119333	BT-12					
THULE III	BT-13	20.1%	2.7%		9.1%	1.8%
DOUBBI	BT-14					
CARLTON	BT-15	11.5%	3.7%	44.3%	6.9%	16.6%
BT-8, 9, 10+	BT-8, 9, 10+					

➪ **Bt -7 et Bt-15 semblent contournées par toutes les races testées**

➪ **Les races se distinguent par des virulences différentes : variabilité de souches présentes en France**



Conclusions et perspectives

Conclusions

- Il existe une certaine diversité de races de carie commune en France
- Les résultats des essais variétés doivent être consolidés
- Éviter de disséminer les races et les virulences

Perspectives :

- Confirmer les 1ers résultats
- Compléter le maillage
- Tester les résistances variétales avec ces différentes souches

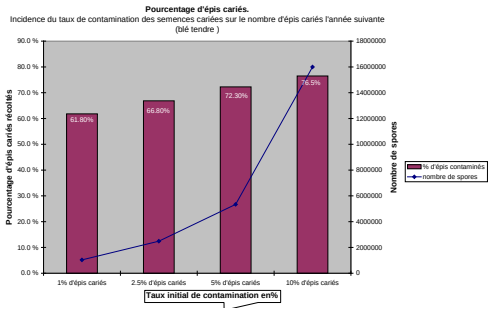


A retenir…

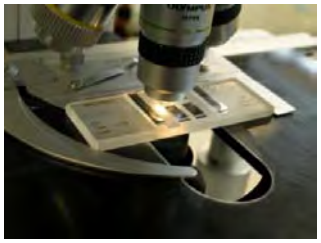
Connaître la Carie@

Epidémiologie

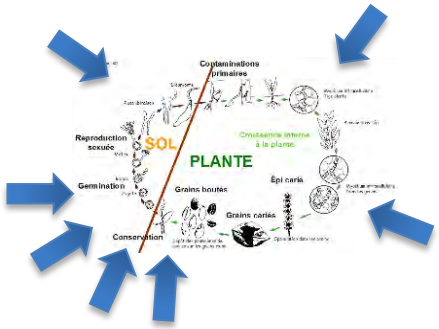




Propagation ++



Importance de la détection



Facteurs multiples => expression



Multiplicité des souches de carie