

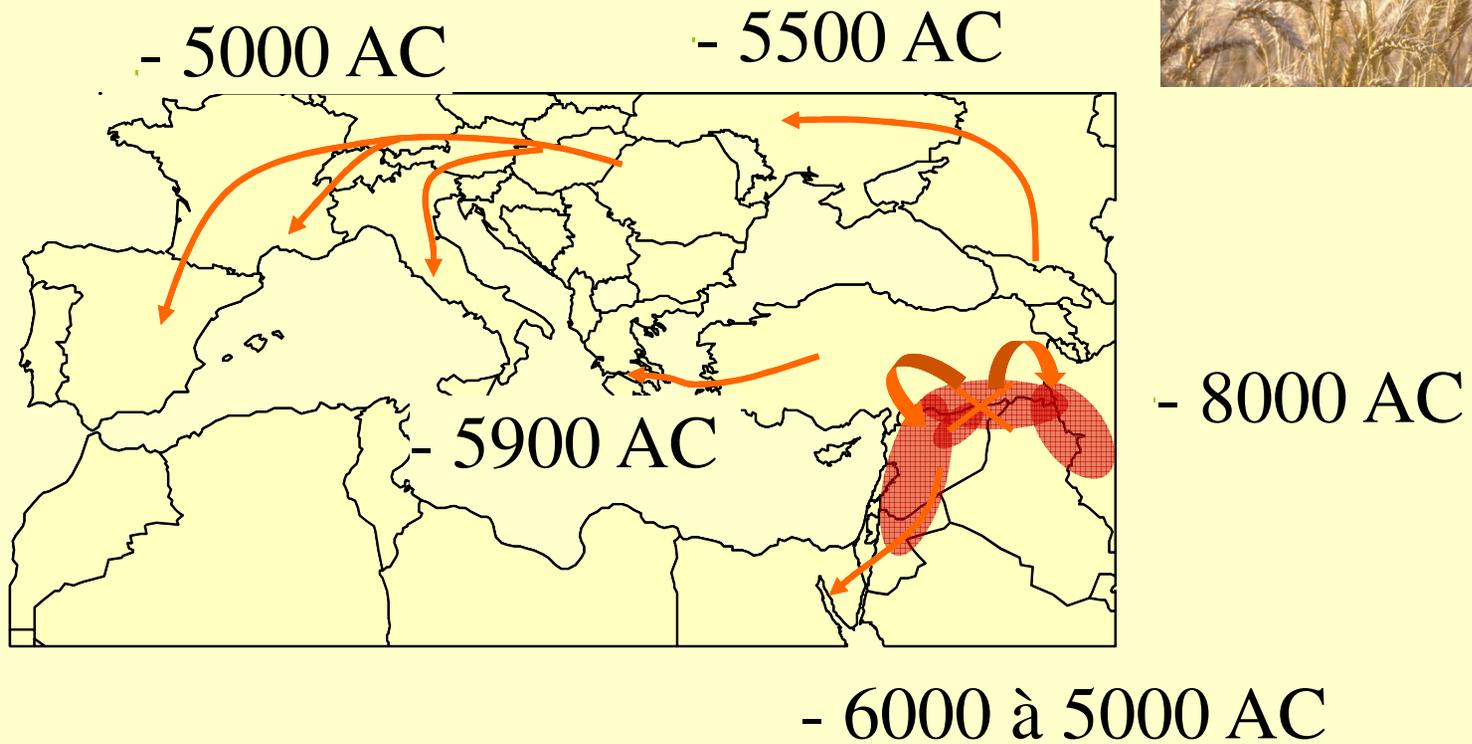
Prédictions de caractéristiques liées à la qualité du grain de blé dur : Potentialités de la SPIR

Frédéric COMPAN , Martin ECARNOT, Ingrid VILMUS, Pierre ROUMET

INRA, UMR DIAPC Montpellier



Signature spectrale des sous espèces



Domestication et dissémination de
T. turgidum.

F.Sauvage

T dicoccoides



F. grains vêtus

T dicoccum,
T ispahanicum



F. grains nus

T polonicum,
T carthlicum



F durum

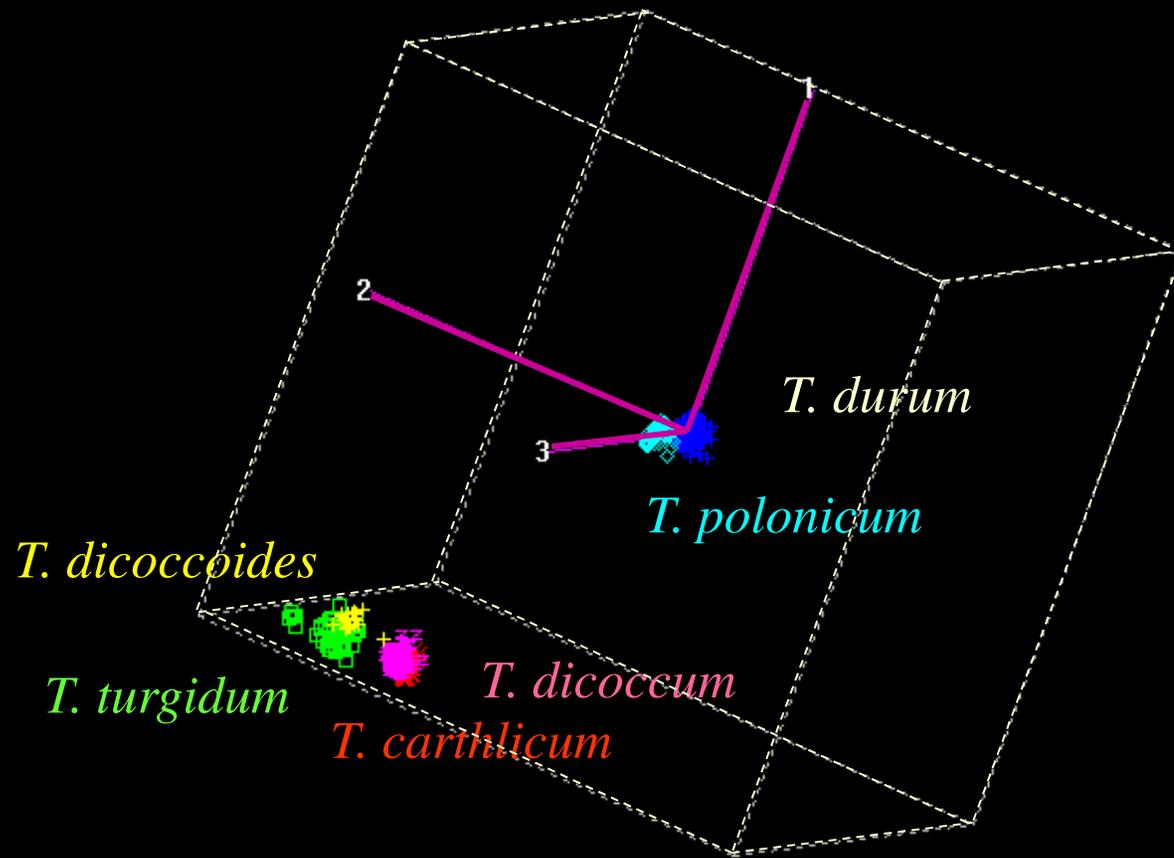
T durum



De la forme sauvage au blé dur 'moderne'

Signature spectrale des sous espèces

Coordonnées sur les 1ers axes ACP valeurs spectrales



Signature spectrale des sous espèces

Analyse discriminante sur sous espèces

Ss espèce (Forme)	<i>dicoccoides</i> (F Sauvage)	<i>dicoccum</i> (gr. Vêtus)	<i>carthlicum</i> (gr. Nus)	<i>polonicum</i>	<i>turgidum</i>	<i>durum</i> (F cultivée)
Classif.	91 % (20/22)	95 % (97/102)	74 % (34/43)	59 % (24/41)	40 % (19/47)	99 % (288/291)

Confusion avec
durum

Qualité du blé dur

Alimentation humaine

Qualité = Valeur d'utilisation pour l'industrie

✓ Valeur semoulière

(*Q semoule / Q grain*)

✓ Valeur pastière

(*Couleur, tenue à la cuisson*)

Valeur semoulière

Propriétés physiques & chimiques de la matrice :

Poids d'1 grain, PS, Taux de mitadin & de Protéines

Valeur Pastière

Couleur : *Indices de jaune et de brun, Taux de moucheture*

Qualité protéique : *SDS, Gluten index, ténacité**



Qualité du blé dur : notion complexe

Propriétés de la matrice

Aspects physiques et chimiques

Propriétés Chimiques : composés Primaires & secondaires + ???

Génétique de ces caractères

Héritabilité variable $0,1 < H^2 < 0,85$

Corrélations génétiques : $-0,7 < r_g < +0,7$

Mise en œuvre et le coût

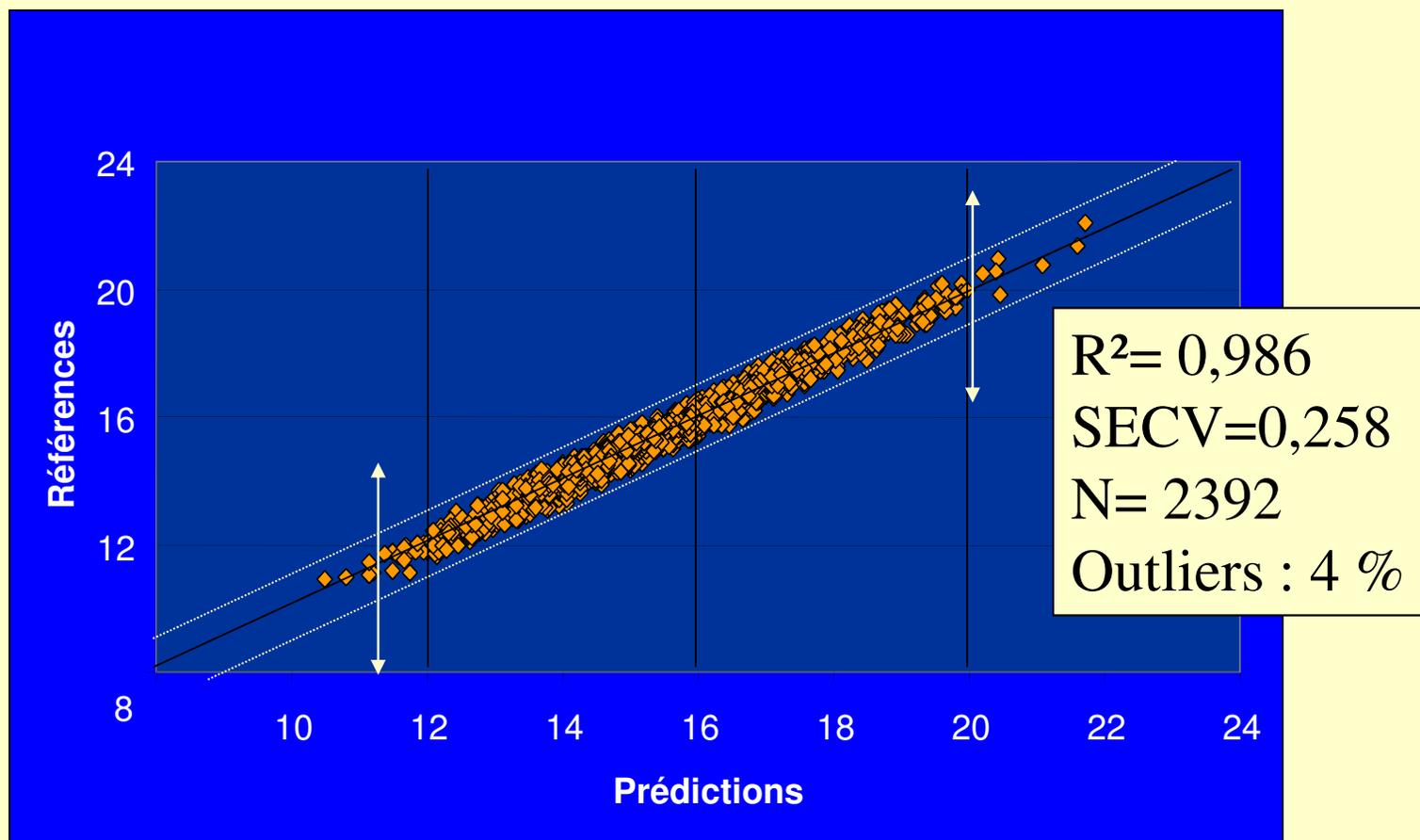
Rendement semoulier : moulin pilote : lots de 200 kg

Mitadin et Moucheture : Observation de grains individuels
= fastidieux et effet 'notateur'?

Potentialités de la spectroscopie Proche Infra rouge ??



Valeur semoulière : Teneur en Protéines



Référence : Méthode Kjeldahl

Prédictions des composantes du rendement semoulier

	N	Nbre campagnes	Mini	Max	R ²	Secv	Biais
Protéines	2392	6	10,3	21,8	0,986	0,258	-0.15
Poids 1 Grain	1282	4	24,4	56,5	0,806	2,590	-1,55
Poids spécifique	2116	5	73,8	91,4	0,881	1,273	-0,76
Mitadin	1626	5	0	100	0,912	8,080	-4,85

SE

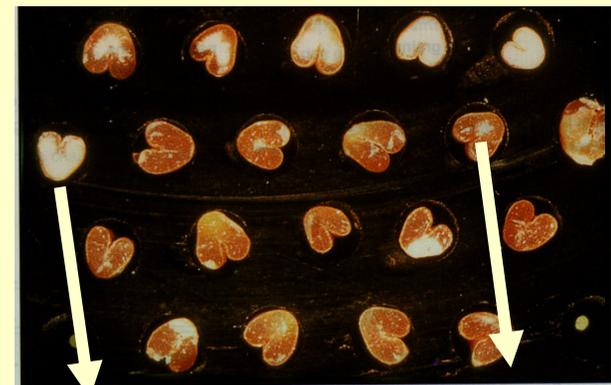


600 grains /lot

Technologie
analyse c



rence ?



+1

+1

Prédictions des composantes du rendement semoulier

- 101 échantillons issus des essais CTPS 1999 / 2000 (25 Sites différents)
- Observation individuelle de 600 grains / échant. Répartition en 5 classes :

Volume grain mitadiné (%)	0	0-25	25-50	50-75	75-100	100
Note réglementaire	0	1	1	1	1	1
Note proportionnelle	0	0.125	0.375	0.625	0.875	1

- Collecte spectrale : Minicoupelles & 6 à 8 répétitions /échant.

Méthode de référence & calibration SPIR

Paramètre	Nbre d'observations	R ²	Erreur de calibration
Note 'réglementaire'	100	0.906	10.27
Note 'proportionnelle'	97	0.956	6.96

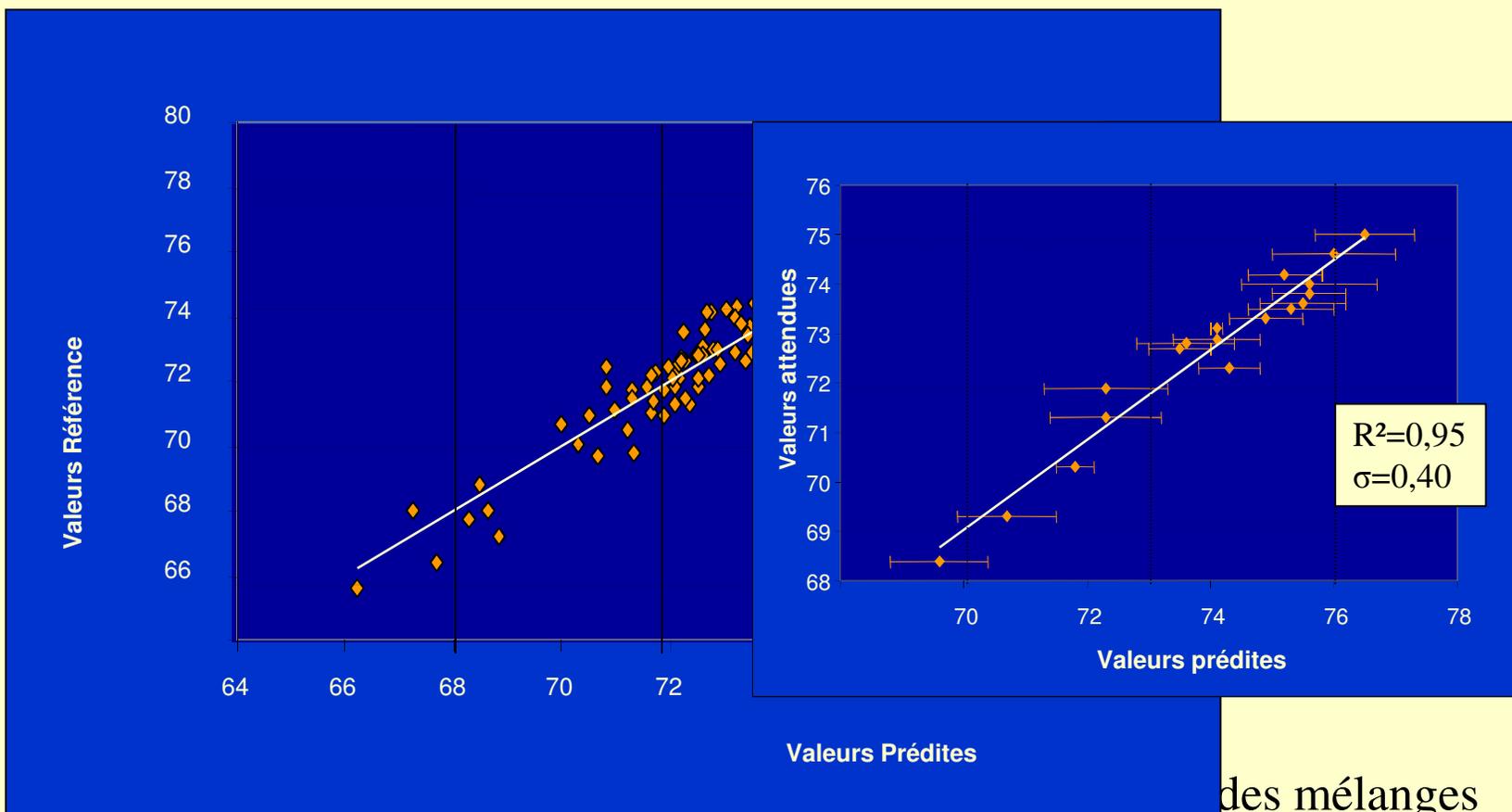
- Amélioration du coefficient de détermination
- Baisse de l'erreur de calibration de 33 %

Méthode de référence = handicap pour une calibration optimale

Vers une prédiction directe du rendement semoulier ?

Rendement semoulier

(Analyse de référence : 150 kg grain minimum/ lot)



des mélanges
À partir de 3 lots très différents

Prédictions des composantes du rendement semoulier

	N	Nbre campagnes	Mini Max	R ²	Secv	Biais
Protéines	2392	6	10,3 - 21,8	0,986	0,258	-0.15
Poids 1 Grain	1282	4	24,4 - 56,5	0,806	2,590	-1,55
Poids spécifique	2116	5	73,8 - 91,4	0,881	1,273	-0,76
Mitadin	1626	5	0 - 100	0,912	8,080	-4,85
Rdt Semoulier	134	7	66,25 - 80,83	0,907	0,837	-0,559
Rdt farine	119	7	3.57 - 13,02	0.954	0.369	/
Issues	116	7	12.40 - 23,99	0.898	0.618	/
Dureté	116	2	70 - 99	0.702	3.56	2.13

- Prédictions de bonne qualité
- # « Dureté »

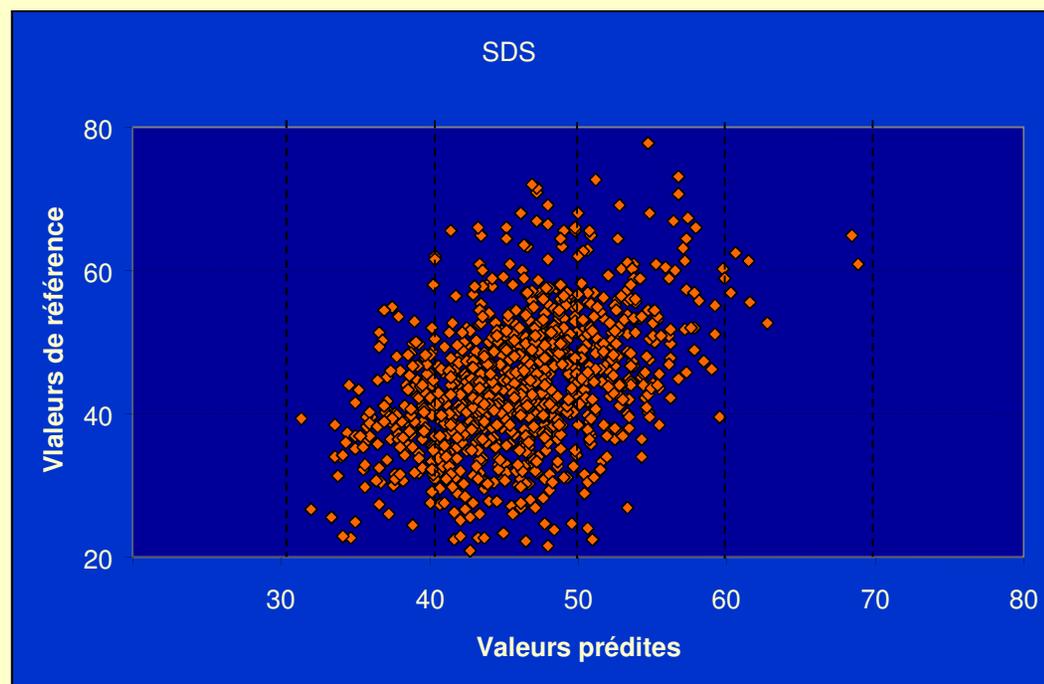
Valeur Pastière

	Caractères	Échantillons	Mini-Maxi	R ²	SECV
+ ↓ -	<u>Caroténoïdes</u>	405	3,36 – 10,46	0.842	0.59
	<u>Indice de jaune</u>	2396	24.60 - 43.80	0.759	1.72
	Indice de brun	274	34.00 - 43.20	<u>0.67</u>	1.06
	<u>Moucheture</u>	330	2,20 – 38,70	0.54	<u>5,55</u>

Prédictions quantitatives décevantes (I brun / Moucheture)
Idem sur des procédures qualitatives

Valeur Pastière

Caractères	Échantillons	Ec. Type	R ²	SECV
Gluten Index	272	25,99	0.236	<u>23,84</u>
SDS	330	9,51	0.292	<u>8,40</u>



Conclusions et Perspectives

Accès à des caractères nouveaux : Qualité des produits

Valorisation Industrielle

- Indice de couleur et paramètres liés au rendement semoulier
- Méthode non satisfaisante (qualité protéique, moucheture, indice de brun)
- Utilisée en sélection à partir de la génération F3.

En perspective (1)

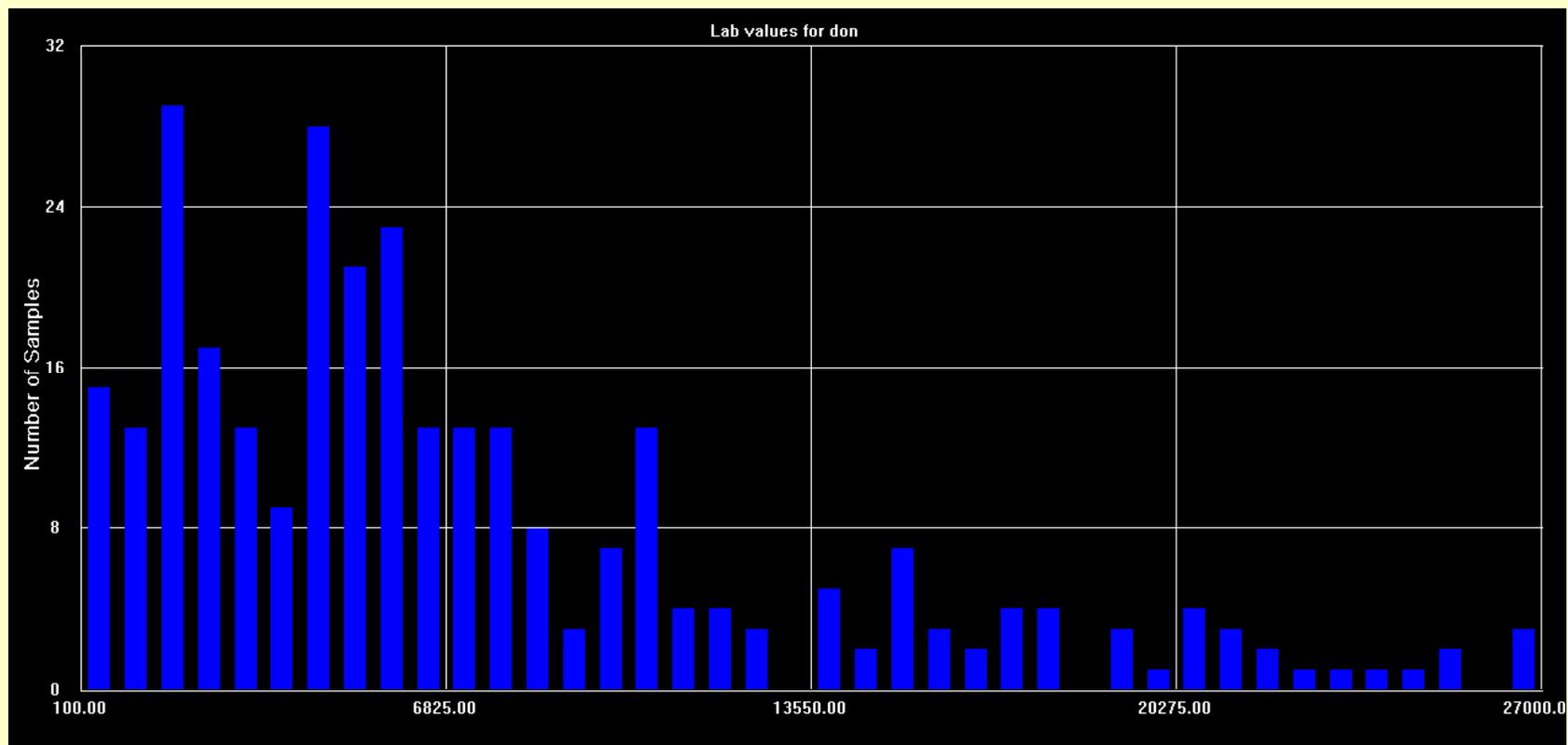
- Sécurité alimentaire : Fusariotoxines DON

Les échantillons : origine

Lots/ année de récolte	Méthode de référence	Nbre Echant .	Teneur en Don (ppb) (Moyenne, Ecart type)
2005	Elisa Inzo	81	7945 ± 6158
2006	Elisa Inzo	194	7377 ± 6812
2007	Elisa Inzo	54	29239 ±31200

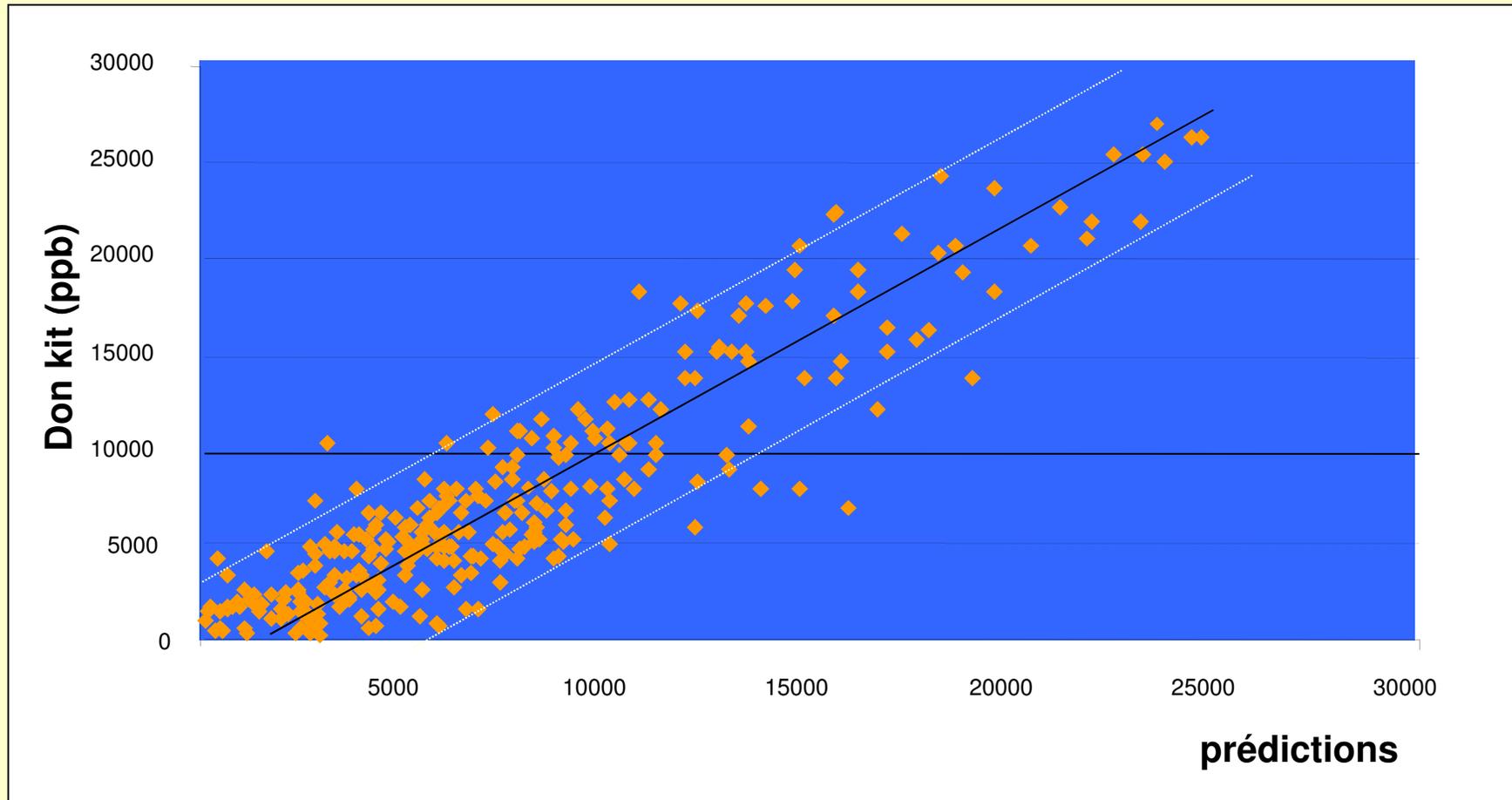
- 3 sites/an 'spray' + cannes de maïs
- Variation interannuelle forte : 2005=2006 < 2007
- Max : 27 000 ppb

Fusariotoxines : distribution des données



- 340 Échantillons Blé tendre
- 2 Répétitions, grains entiers
- DON

Fusariotoxines : Calibration



Élimination des échantillons fortement contaminés : Don max = 27000 ppb

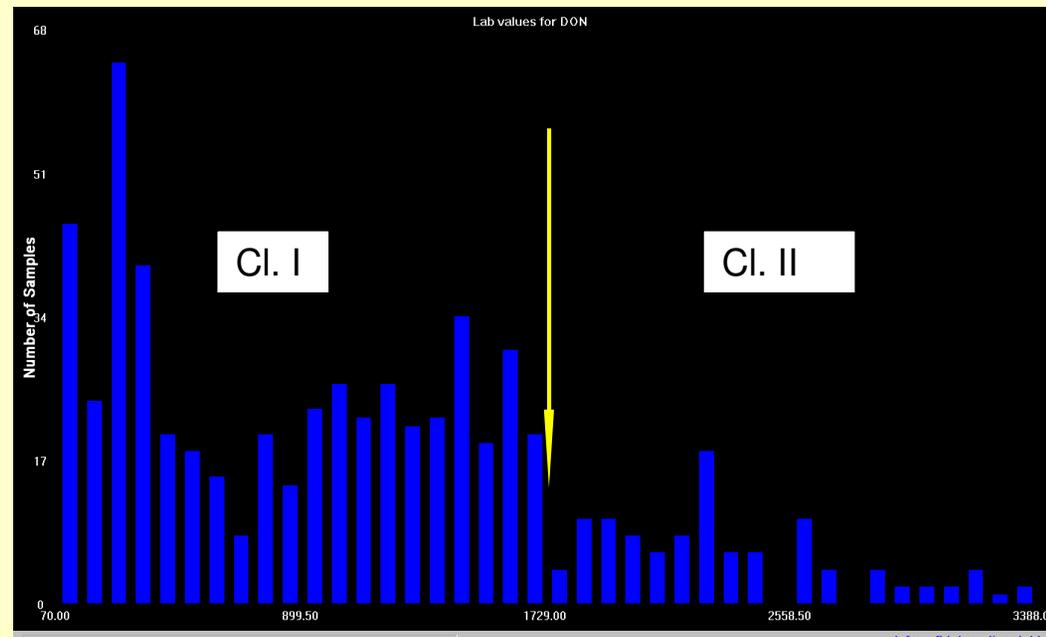
$$Y=1.0321x -348.04$$

$$R^2=0.829$$

$$SECV= 2921$$

Approche qualitative (par classe)

- Classe 1: de 0 à 8000 ppb
- Classe 2: de 8000 à 27000ppb



Approche qualitative : Table de contingence

Prédiction Attendus	N Obs.	Classe1	Classe 2	Erreur de classif. (%)
<u>Classe < 8000</u>	207	192	31	15
<u>Classe 8- 27000</u>	91	15	61	16

- Conclusions proches de celles obtenues sur Blé tendre
- Approche à conforter : représentativité du jeu de données ?
- Possibilité de développer des prédictions par classe ?

En perspective (2)

- Travailler sur plantes en cours de végétation



Mesures sur plantes en cours de végétation

Pourquoi ?

Caractères toujours Intégratifs

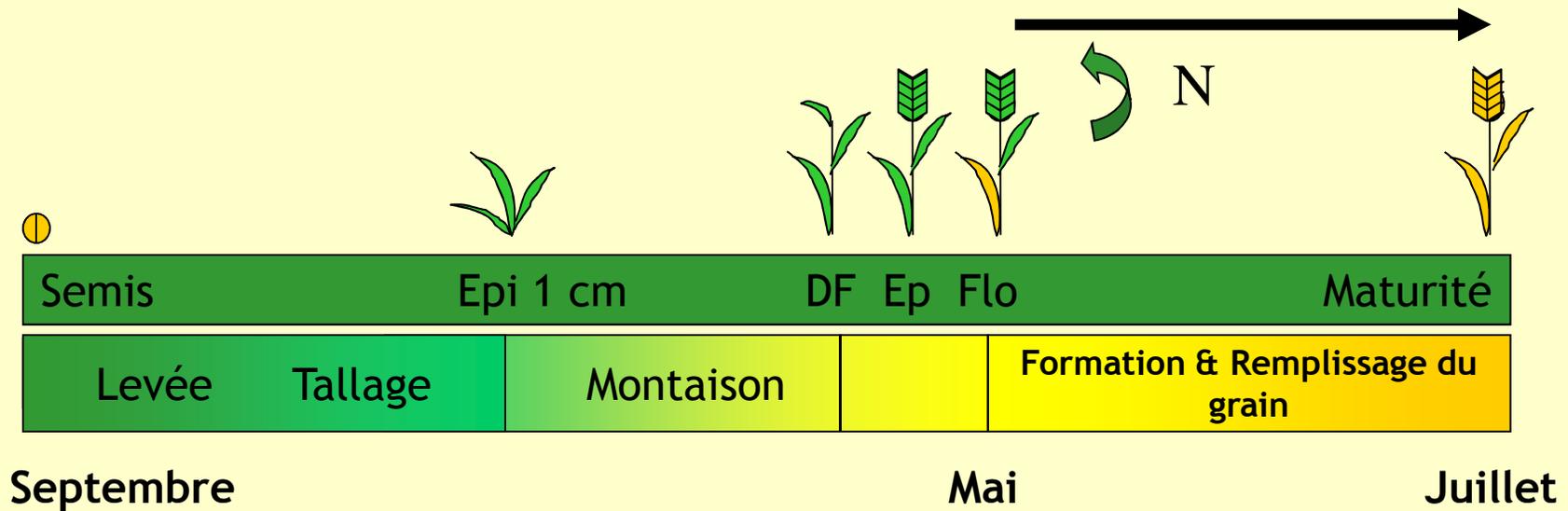
Peu d'impact de l'écophysiologie,
de la modélisation

Pas de méthodes haut débit

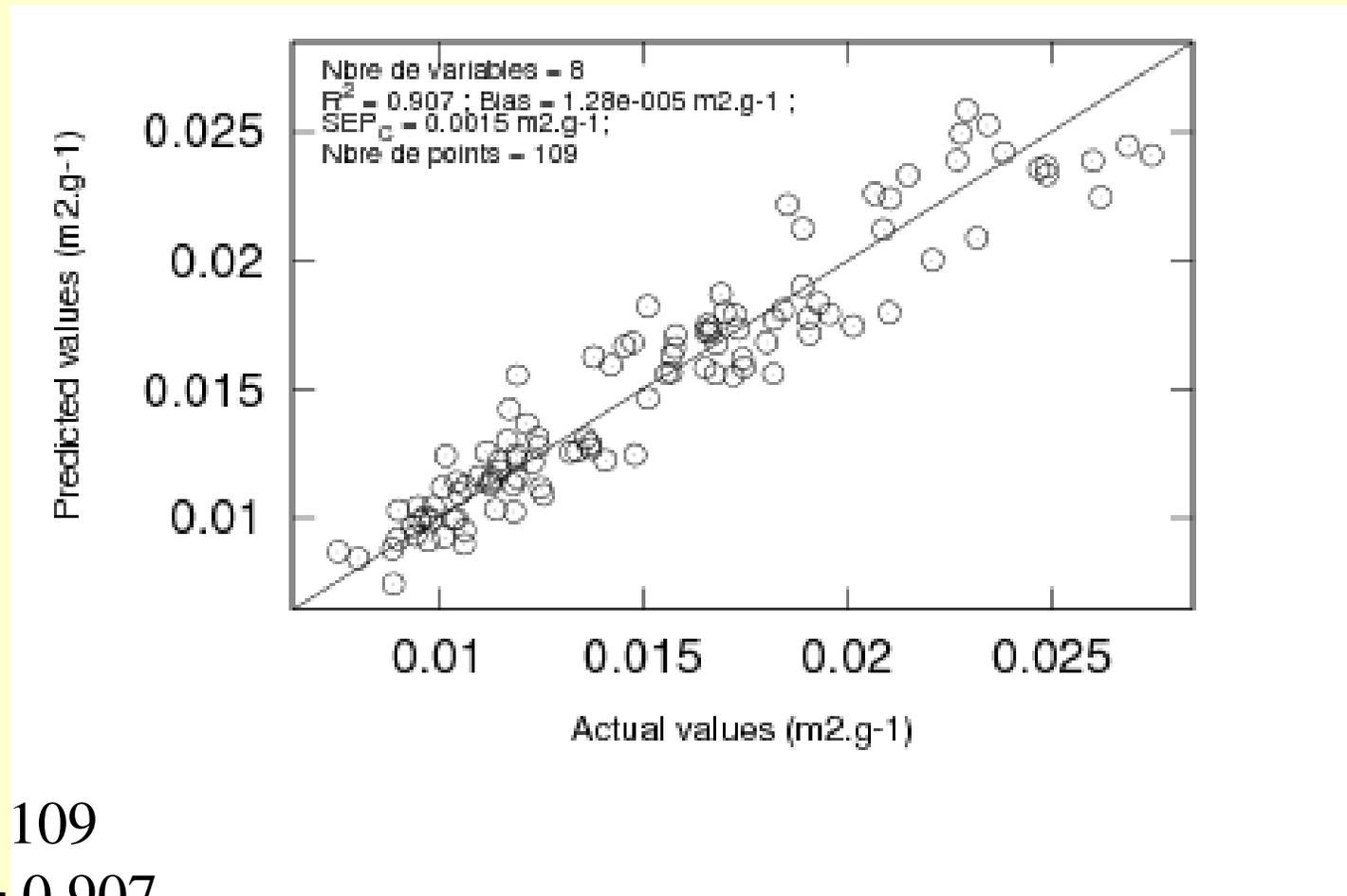


'Transportable'

NIRS avec fibre optique
feuilles vertes ou séchées



Propriétés spectrales de la feuille : prédiction de la masse surfacique



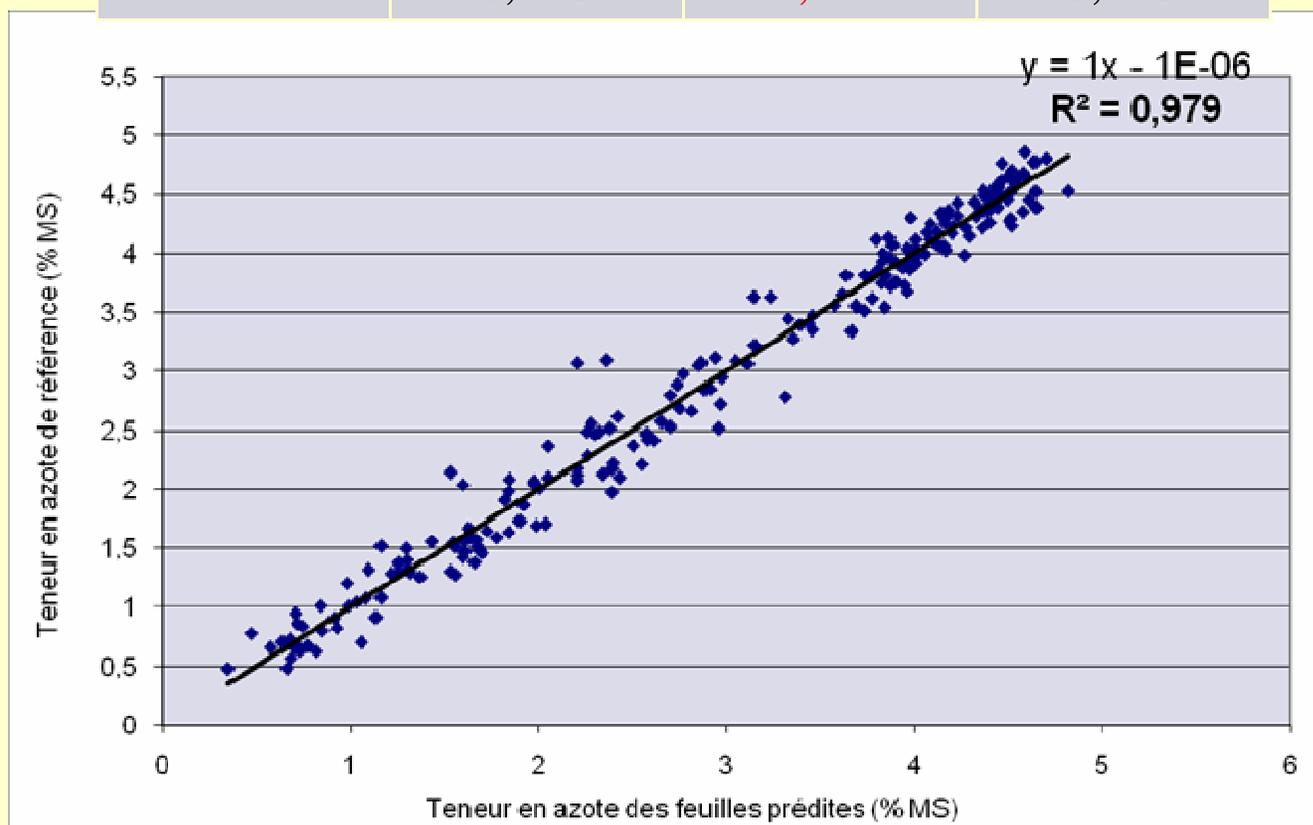
N= 109

$R^2= 0.907$

SECV=0.015

Propriétés spectrales de la feuille ; prédiction de la teneur en azote

Termes	SEC	R ²	SECV
9	0,193	0,979	0,263



feuilles vertes ou séchées

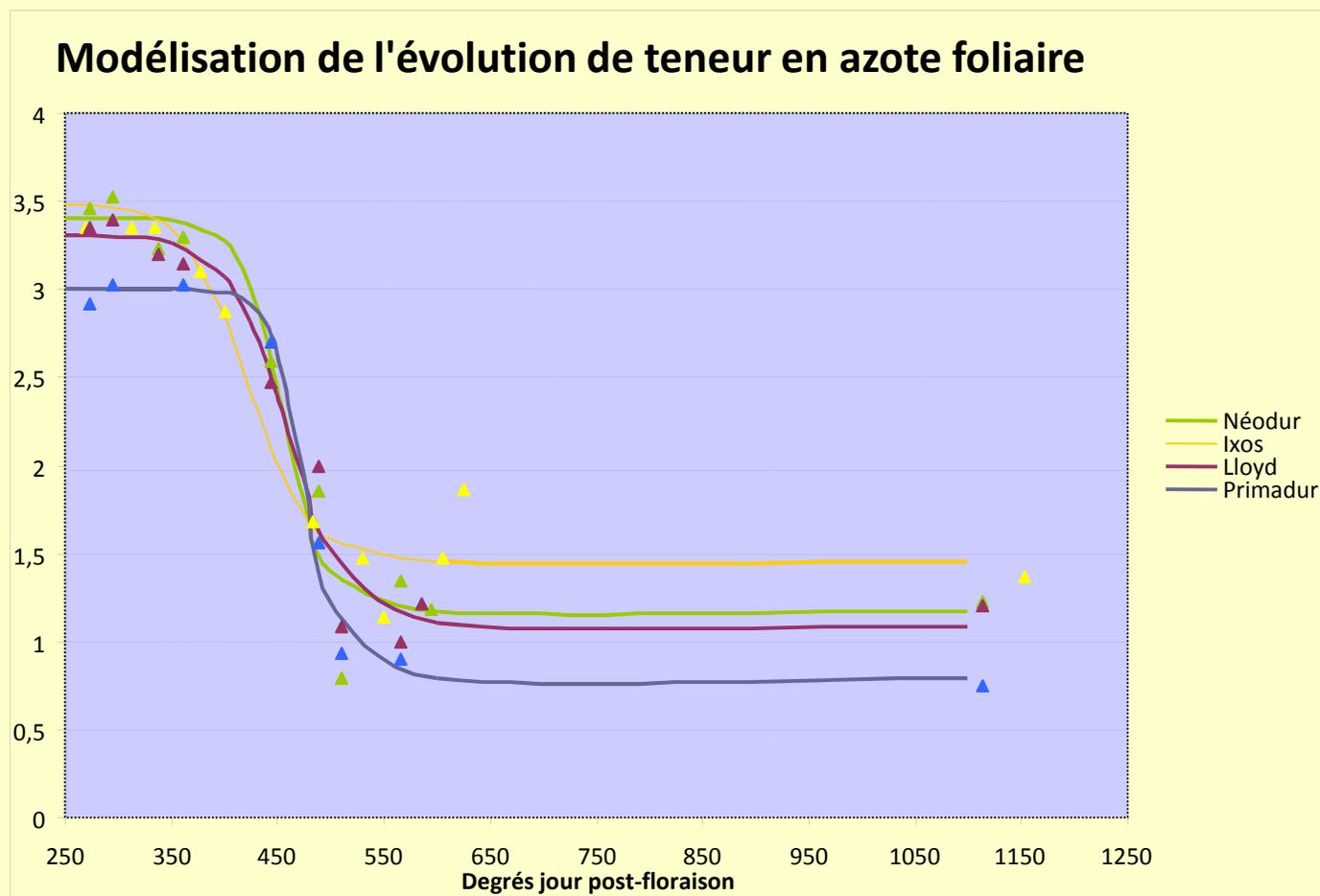
Propriétés spectrales de la feuille ; prédiction de la teneur en azote

- Demi diallèle avec 4 géniteurs (variétés élites → 288 RIL)

	Néodur	Ixos	Lloyd	Primadur
Néodur		N x I	N x L	N x P
Ixos			I x L	I x P
Lloyd				L x P
Primadur				

- Étude dynamique de la remobilisation
 - 8 Mesures en continu de la teneur en azote de la feuille protocole non destructif
- **Courbe de remobilisation**
- Recherche des déterminants génétiques (QTL)

Propriétés spectrales de la feuille ; prédiction de la teneur en azote



Courbe logistique à 4 paramètres

Conclusions et Perspectives

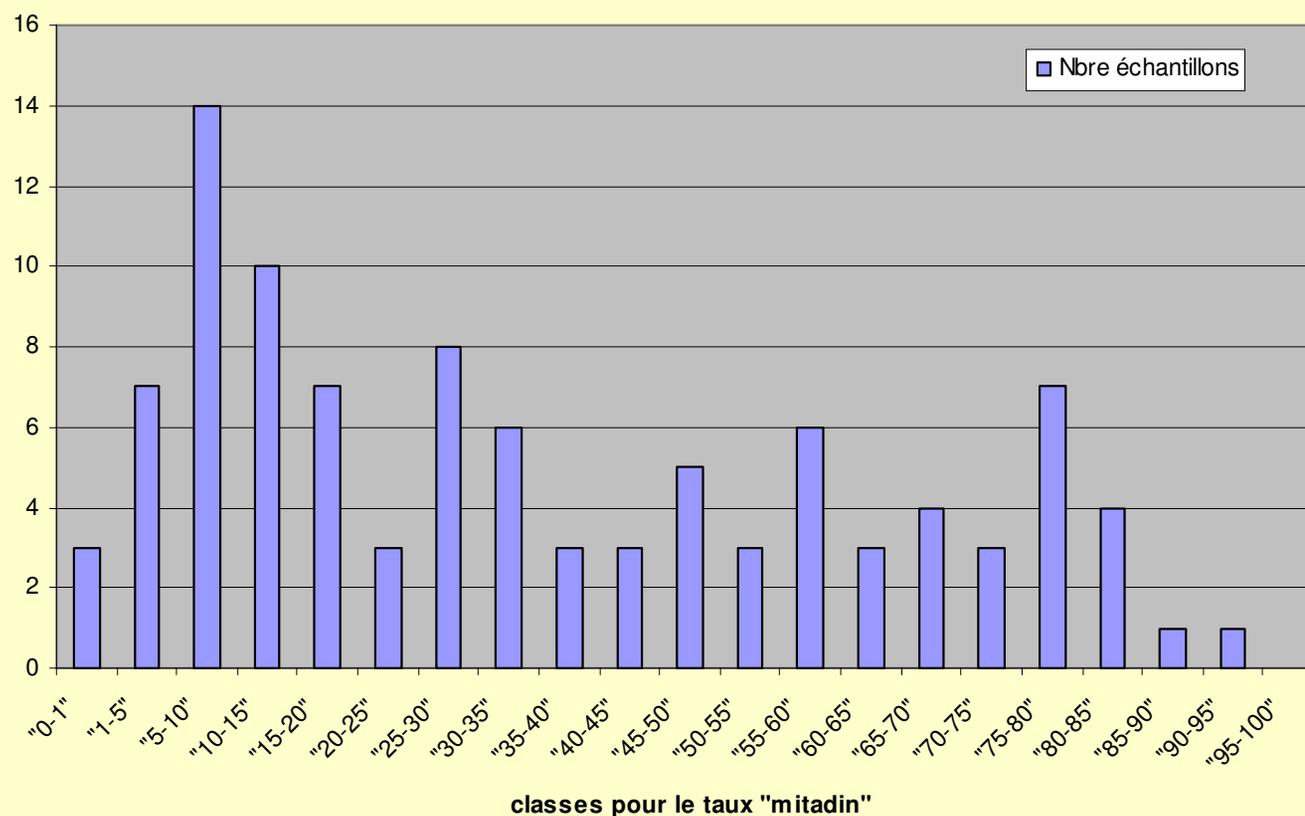
Accès à des caractères nouveaux : Qualité des produits

- Indice de couleur et paramètres liés au rendement semoulier
- Méthode non satisfaisante (qualité protéique, moucheture, indice de brun)
- Utilisable et utilisée en sélection .

Travailler en cours de végétation

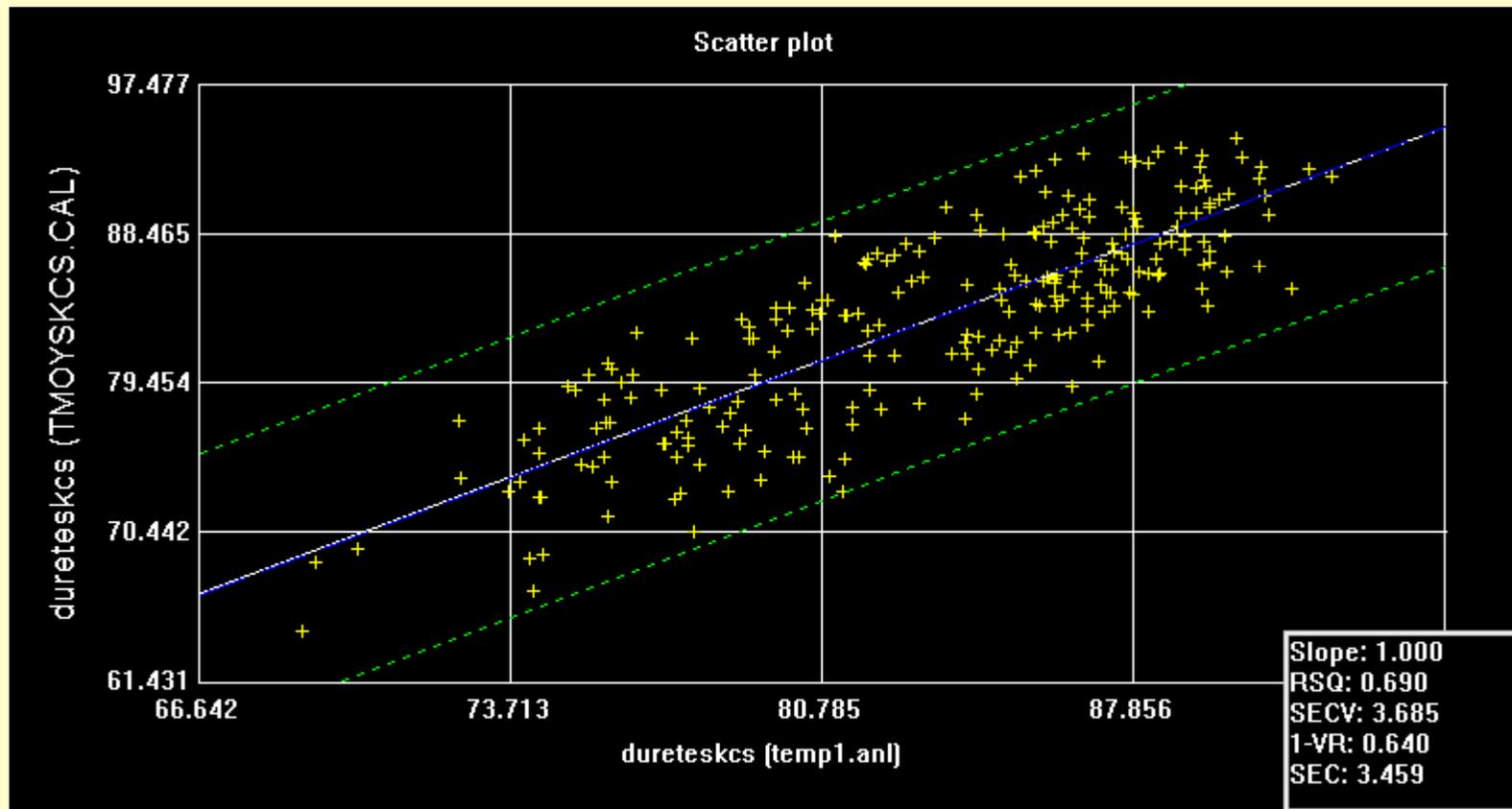
- Caractères phénotypiques plus simples
- Relations génotype / phénotypes plus interprétables
- Modélisation phénotypique

Distribution des données Mitadin

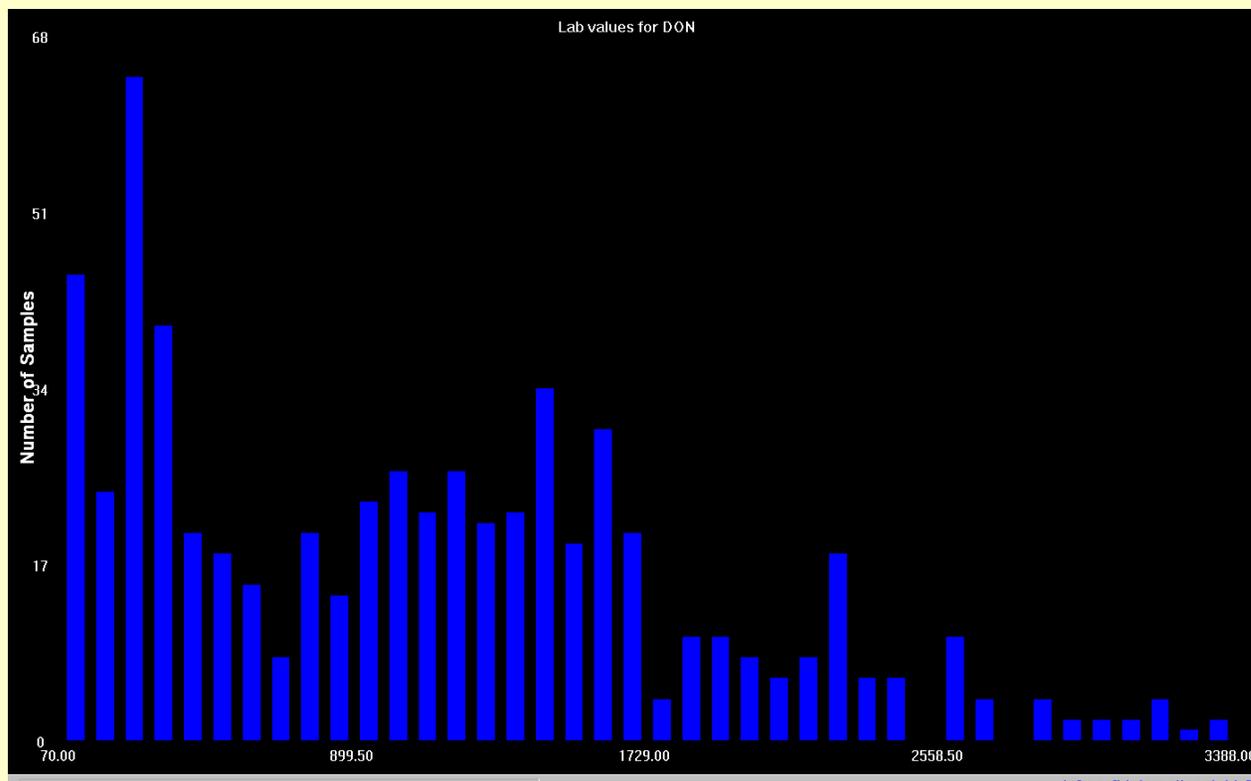


R^2 Mitadin / Teneur en protéines = 0.334

Calibration infrarouge Dureté SKCS



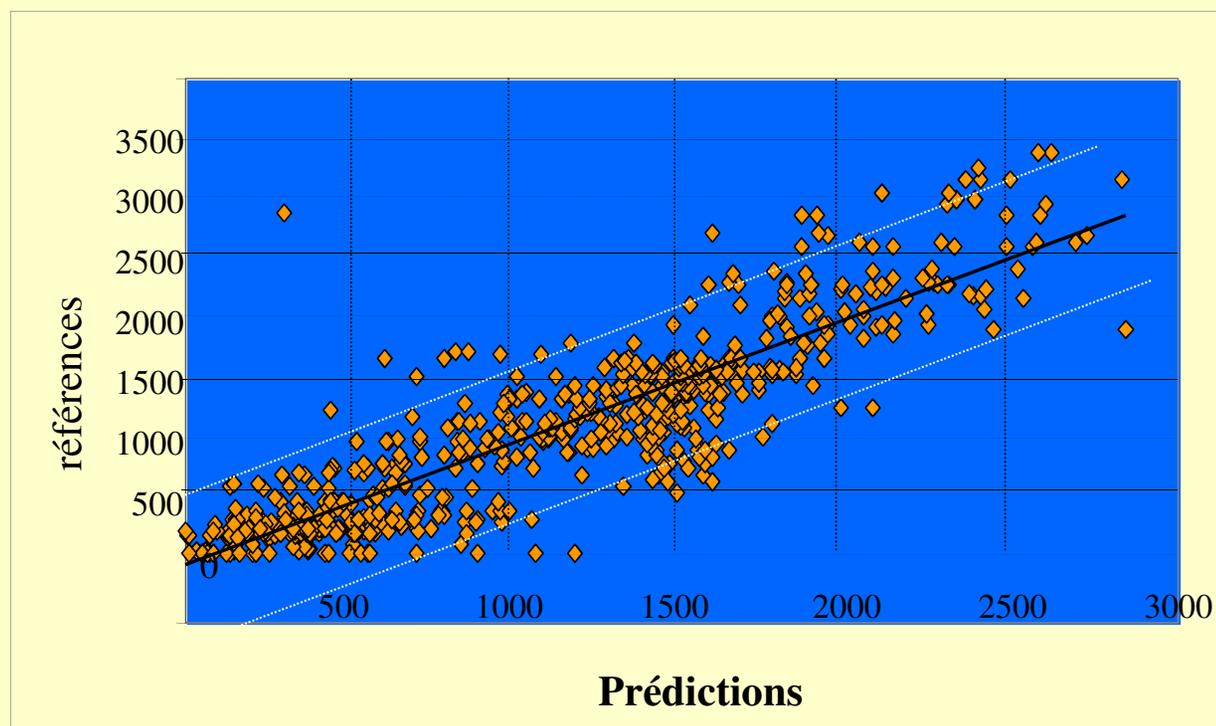
Fusariotoxines : distribution des données



- 340 Échantillons Blé tendre
- 2 Répétitions, grains entiers
- DON

Une équation définie sur l'ensemble des échantillons

1 appareil (400 -2500 nm / 2 nm)



Élimination des échantillons fortement
contaminés : Don max = 3000 ppb

$$Y=1.0151x -20,628$$

$$R^2=0.801$$

$$SECV= 423$$