

25^{èmes} Rencontres HélioSPIR - 11 & 12 juin 2024

Spectroscopie proche infrarouge pour prédire l'amidon des grains de Sorgho



- 1 - prédictions Farines vs Grains entiers
- 2 - prédictions Sorgho Afrique vs France



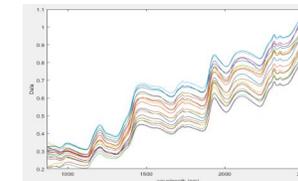
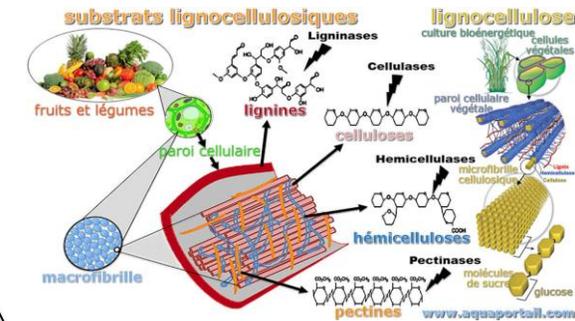
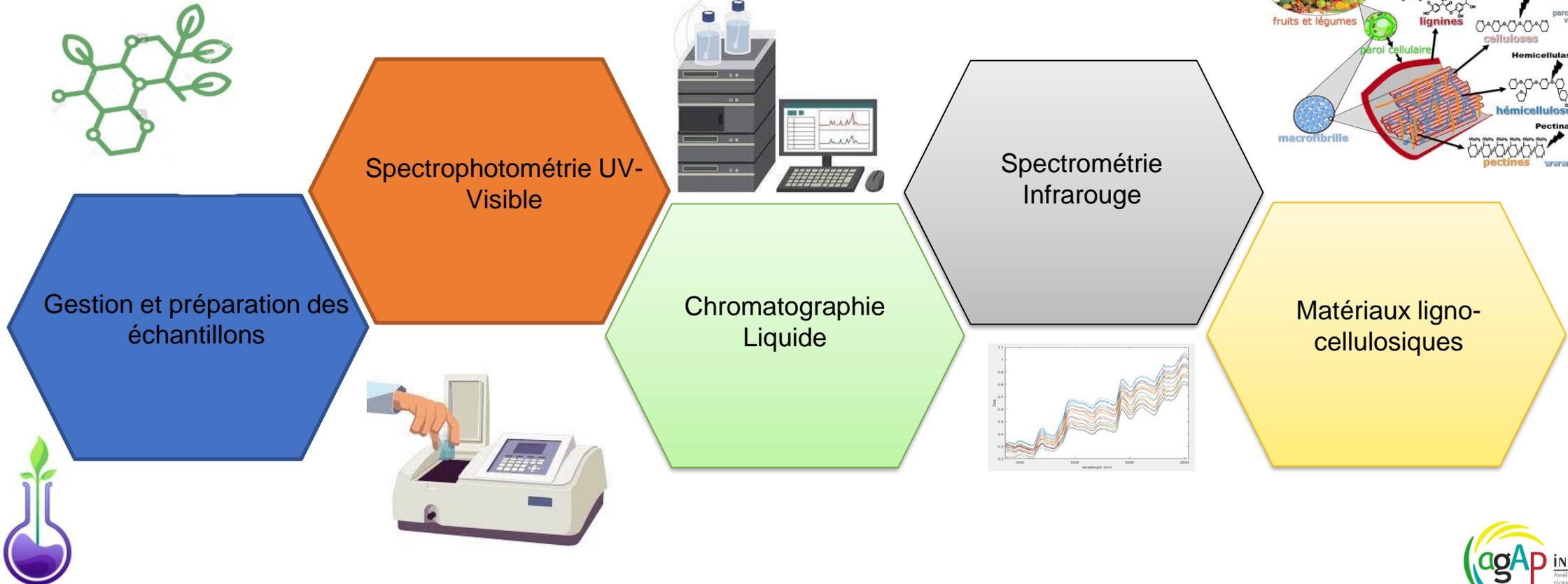


Plateau d'analyses biochimiques végétales et spectroscopie infra rouge

- ✓ Situé sur le site Lavalette à Montpellier
- ✓ 5 labos regroupés par pôles d'activité



Mégane MISSERI ; Gregory AGUILLAR
Armel SOTILLO ; Mathilde SINGER



Le Sorgho

- ✓ Céréale originaire d'Afrique
- ✓ Adaptée aux climats tropicaux et tempérés
- ✓ 5^{ème} céréale de la production mondiale
- ✓ 56% de la production mondiale pour l'alimentation humaine



Le Sorgho

- ✓ Céréale originaire d'Afrique
- ✓ Adaptée aux climats tropicaux et tempérés
- ✓ 5^{ème} céréale de la production mondiale
- ✓ 56% de la production mondiale pour l'alimentation humaine

Ses atouts :

- ✓ Économe en eau / Tolérance à la sécheresse
- ✓ S'adapte aux sols peu fertiles
- ✓ Plantes multi-usages



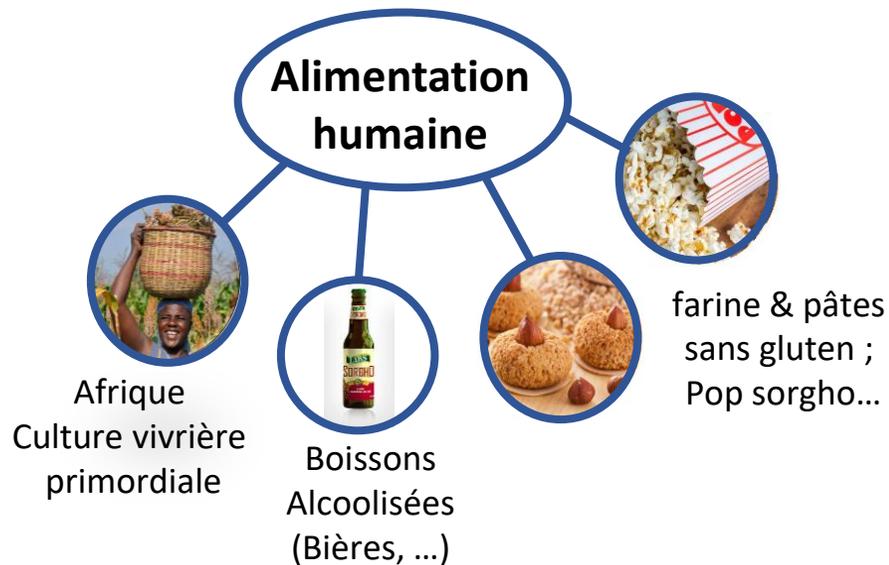
Le Sorgho

- ✓ Céréale originaire d'Afrique
- ✓ Adaptée aux climats tropicaux et tempérés
- ✓ 5^{ème} céréale de la production mondiale
- ✓ 56% de la production mondiale pour l'alimentation humaine

Ses atouts :

- ✓ Économe en eau / Tolérance à la sécheresse
- ✓ S'adapte aux sols peu fertiles
- ✓ Plantes multi-usages

Utilisations & Valorisation:



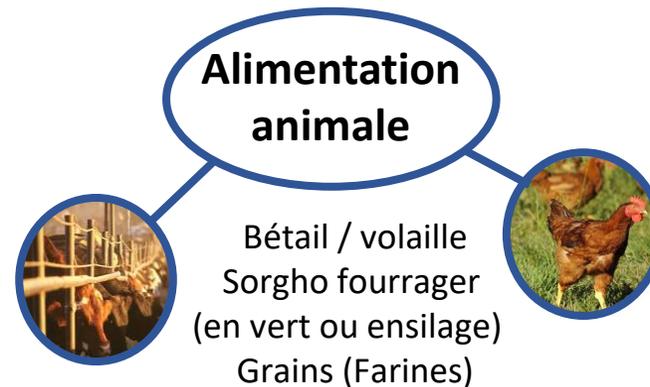
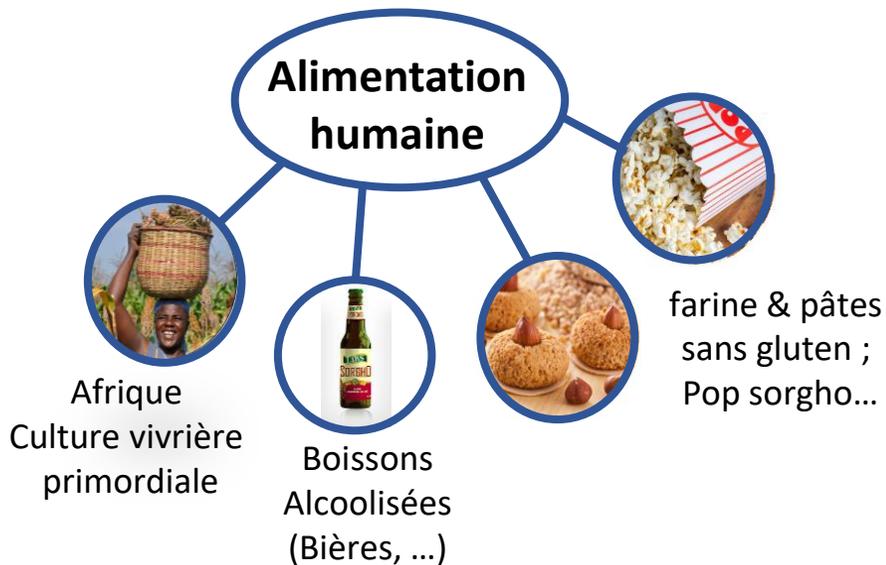
Le Sorgho

- ✓ Céréale originaire d'Afrique
- ✓ Adaptée aux climats tropicaux et tempérés
- ✓ 5^{ème} céréale de la production mondiale
- ✓ 56% de la production mondiale pour l'alimentation humaine

Ses atouts :

- ✓ Économe en eau / Tolérance à la sécheresse
- ✓ S'adapte aux sols peu fertiles
- ✓ Plantes multi-usages

Utilisations & Valorisation:



Le Sorgho

- ✓ Céréale originaire d'Afrique
- ✓ Adaptée aux climats tropicaux et tempérés
- ✓ 5^{ème} céréale de la production mondiale
- ✓ 56% de la production mondiale pour l'alimentation humaine

Ses atouts :

- ✓ Économe en eau / Tolérance à la sécheresse
- ✓ S'adapte aux sols peu fertiles
- ✓ Plantes multi-usages

Utilisations & Valorisation:



Le set d'échantillons



Amélioration variétale - Afrique de l'Ouest

⇒ hausse de la productivité agricole et
résilience des petits exploitants
& assurer la sécurité alimentaire



NitroSorg

Amélioration variétale – France

⇒ qualité du grain et son adaptation à
l'alimentation des volailles.

Le set d'échantillons



Amélioration variétale - Afrique de l'Ouest

⇒ hausse de la productivité agricole et résilience des petits exploitants & assurer la sécurité alimentaire

2018-2022

954 échantillons - 4 programmes / 6 Sites

Pays	Site
Burkina Faso	Saria
Mali	Sotuba
Sénégal	Bambey
Sénégal	Sinthiou Maleme
Niger	Bengou
Niger	Maradi



Amélioration variétale – France

⇒ qualité du grain et son adaptation à l'alimentation des volailles.

2021-2023

2084 échantillons - 1 programme / 3 Sites

Pays	Site
France (AGAP)	Lavalette
France (Eurosorgho)	Mondonville
France (RAGT)	Rivières

Le set d'échantillons



Amélioration variétale - Afrique de l'Ouest

⇒ hausse de la productivité agricole et résilience des petits exploitants & assurer la sécurité alimentaire

2018-2022

954 échantillons - 4 programmes / 6 Sites

Pays	Site
Burkina Faso	Saria
Mali	Sotuba
Sénégal	Bambey
Sénégal	Sinthiou Maleme
Niger	Bengou
Niger	Maradi



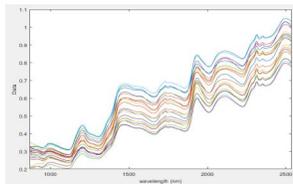
Amélioration variétale – France

⇒ qualité du grain et son adaptation à l'alimentation des volailles.

2021-2023

2084 échantillons - 1 programme / 3 Sites

Pays	Site
France (AGAP)	Lavalette
France (Eurosorgho)	Mondonville
France (RAGT)	Rivières



Données spectrales :
Bruker-TANGO – Bioch&Spir

- Tous les échantillons

Le set d'échantillons



Amélioration variétale - Afrique de l'Ouest

⇒ hausse de la productivité agricole et résilience des petits exploitants & assurer la sécurité alimentaire

2018-2022

954 échantillons - 4 programmes / 6 Sites

Pays	Site
Burkina Faso	Saria
Mali	Sotuba
Sénégal	Bambey
Sénégal	Sinthiou Maleme
Niger	Bengou
Niger	Maradi



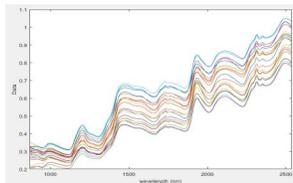
Amélioration variétale – France

⇒ qualité du grain et son adaptation à l'alimentation des volailles.

2021-2023

2084 échantillons - 1 programme / 3 Sites

Pays	Site
France (AGAP)	Lavalette
France (Eurosorgho)	Mondonville
France (RAGT)	Rivières



Données spectrales :
Bruker-TANGO – Bioch&Spir

- Tous les échantillons

Données de références Amidon :
Méthode enzymatique – Bioch&Spir

- 391 Amidon

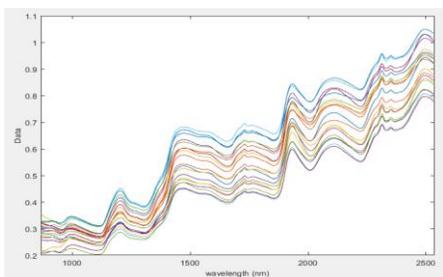




Etalonnage sur Farines vs Grains



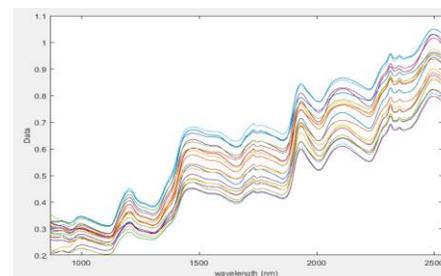
Matériel & méthode



Spectres NIRs
Grains entiers



Broyage en
Farines 1mm

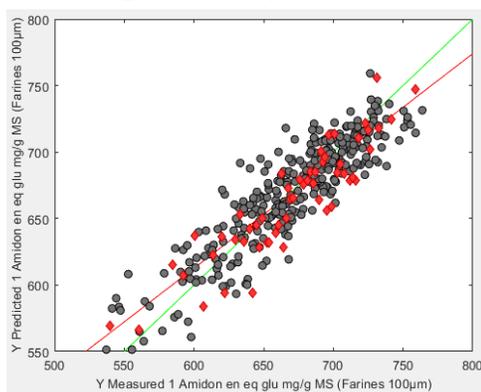


Spectres NIRs
Farines 1mm

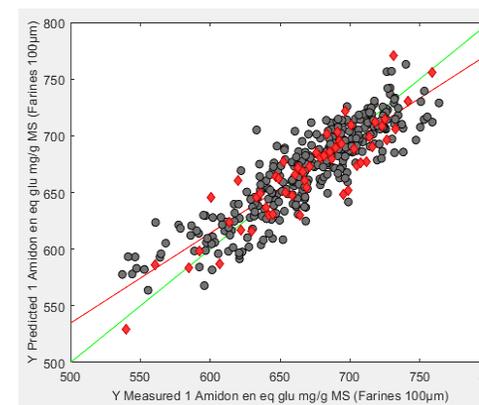


Dosage Amidon
= données de référence

1 étalonnage sur spectres Farines

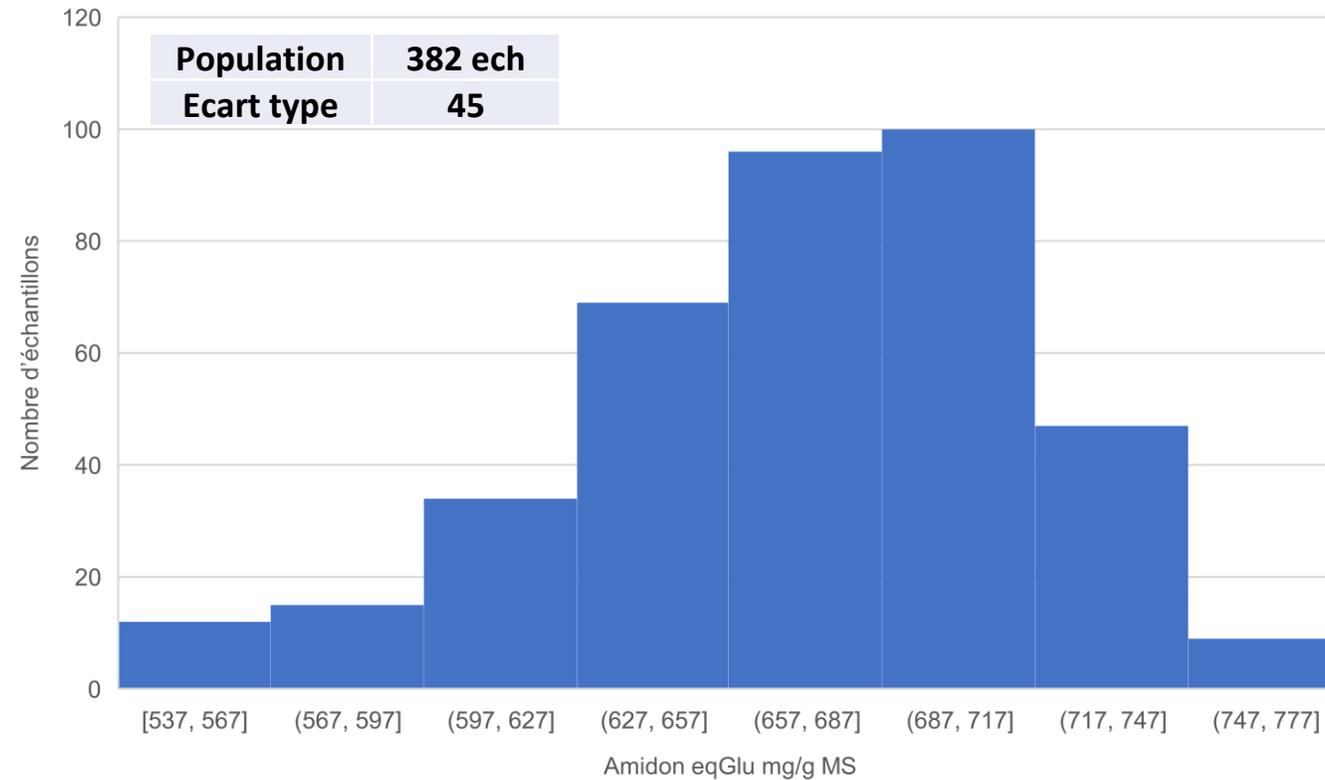
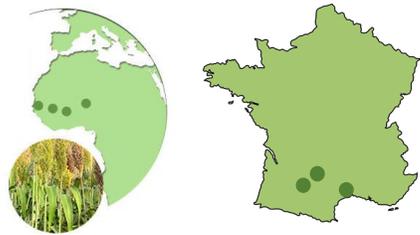


1 étalonnage sur spectres Grains entiers



Dispersion des données Amidon

Base de données Amidon Afrique & France



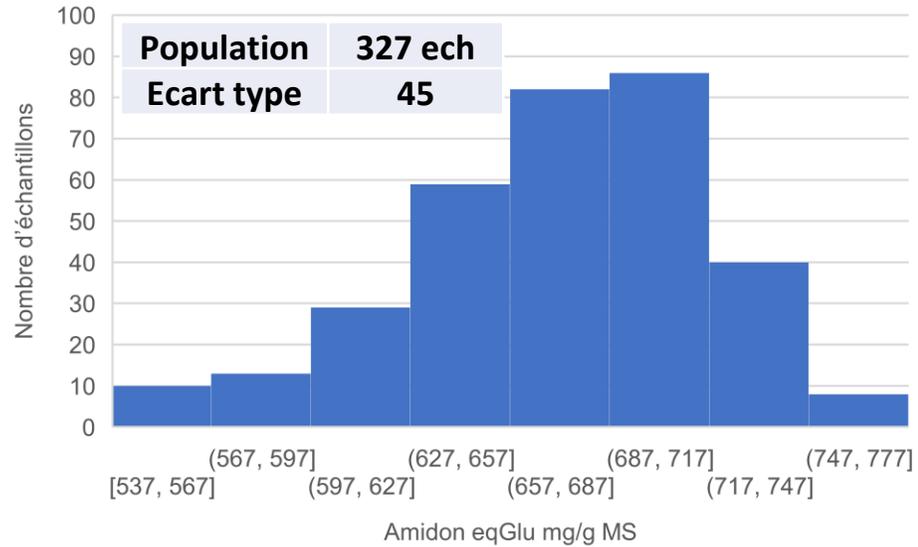
- Set de test indépendant de l'étalonnage
- Sélection dans la variabilité des valeurs de référence Amidon

Set d'étalonnage / Set de Test

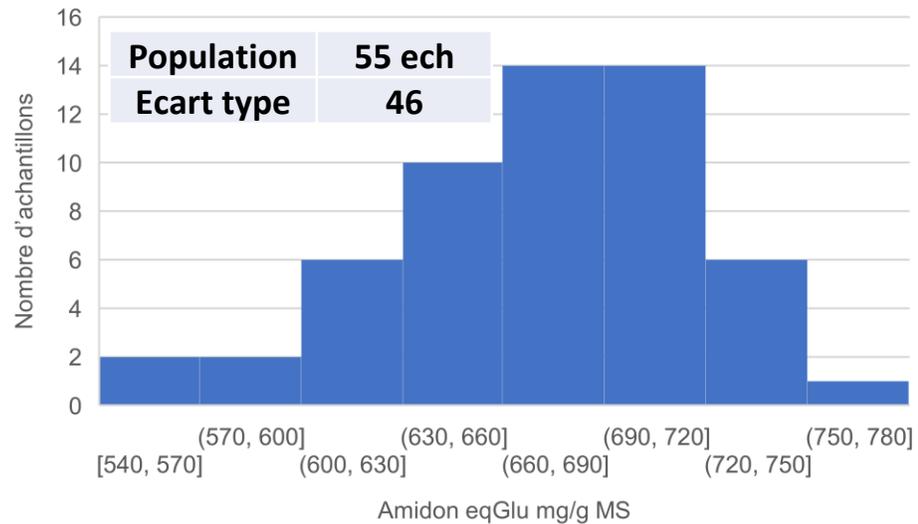


1- sélection dans la variabilité des valeurs de référence Amidon

Set d'étalonnage



Set de Test

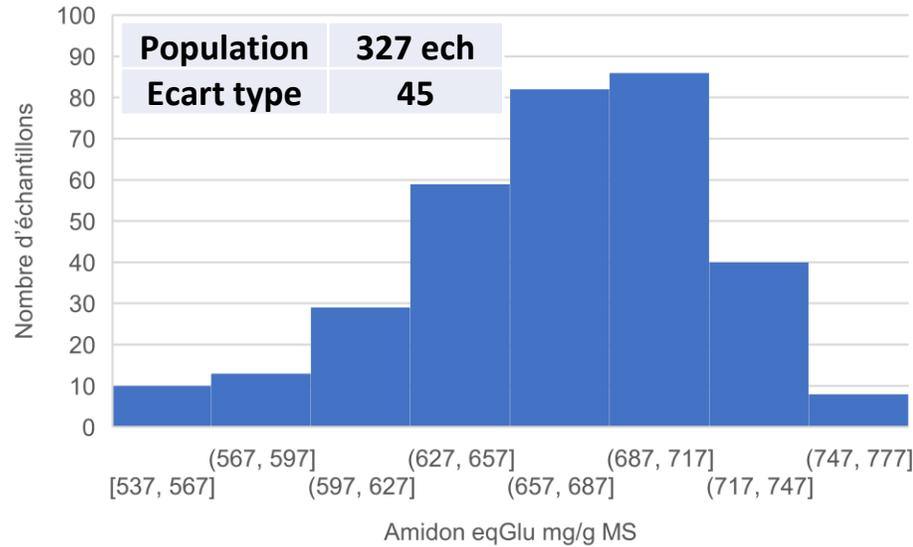


Set d'étalonnage / Set de Test

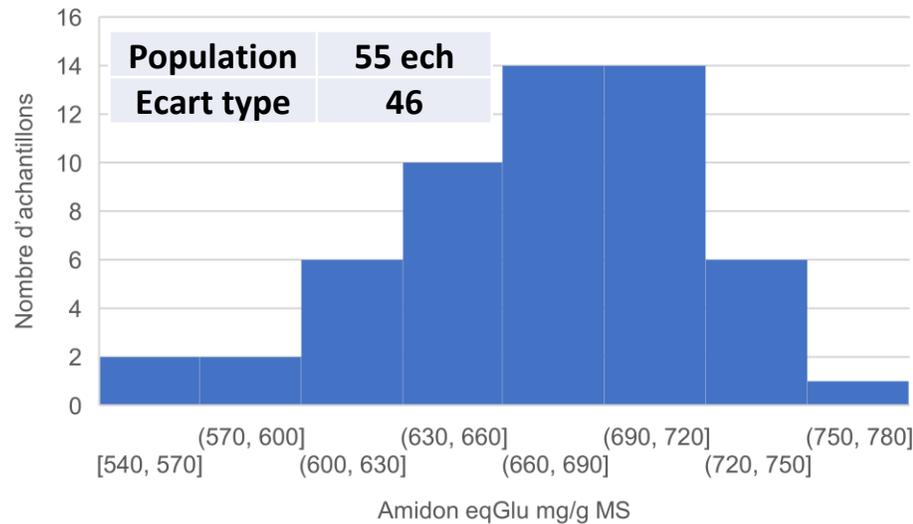


1- sélection dans la variabilité des valeurs de référence Amidon

Set d'étalonnage

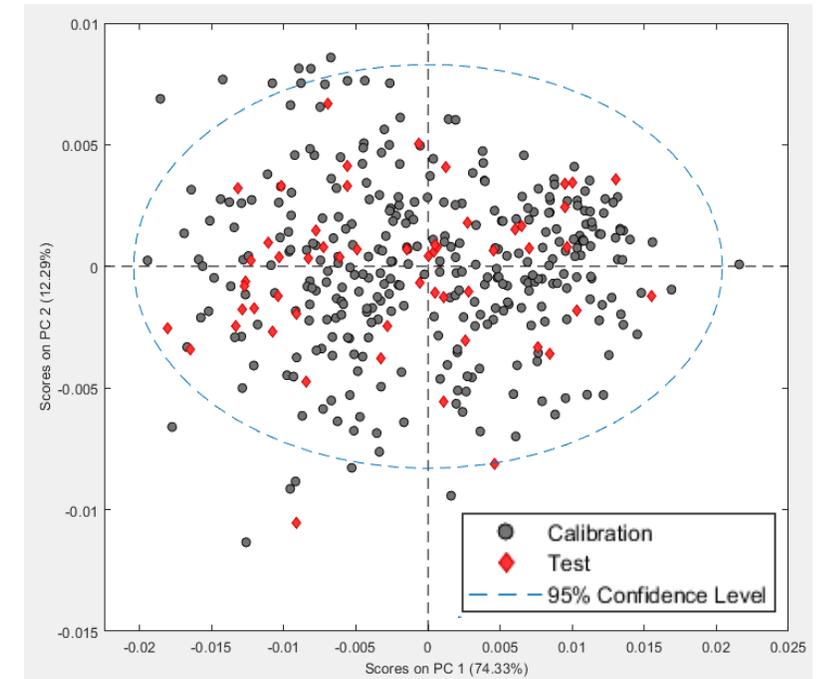


Set de Test



2- représentativité spectrale des échantillons Test dans l'ACP des échantillons d'étalonnage

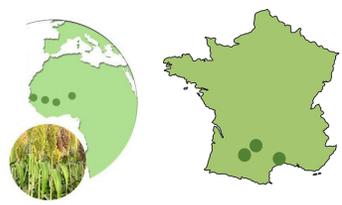
PC1/PC2 – Grains Entiers



Etalonnage Farines vs Grains Entiers

➤ Logiciel : SOLO / **Cross validation** - venitian blinds - 5 blocks

Prétraitements : 1050-2535nm – SNV – D2 pol3 21pts – Mean Center



Etalonnage Farines vs Grains Entiers

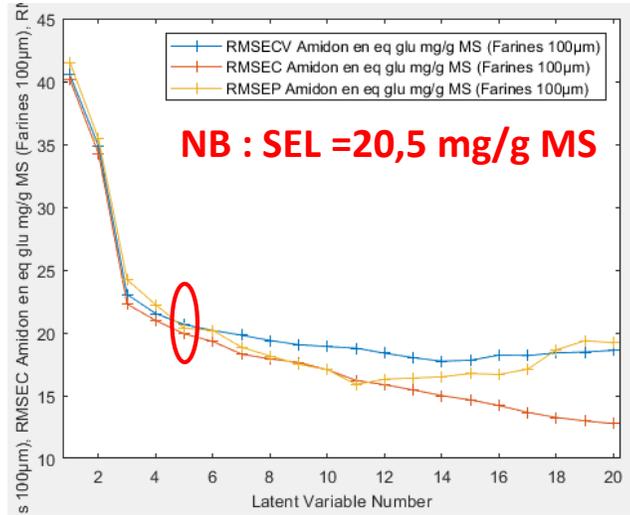


Logiciel : SOLO / Cross validation - venitian blinds - 5 blocks

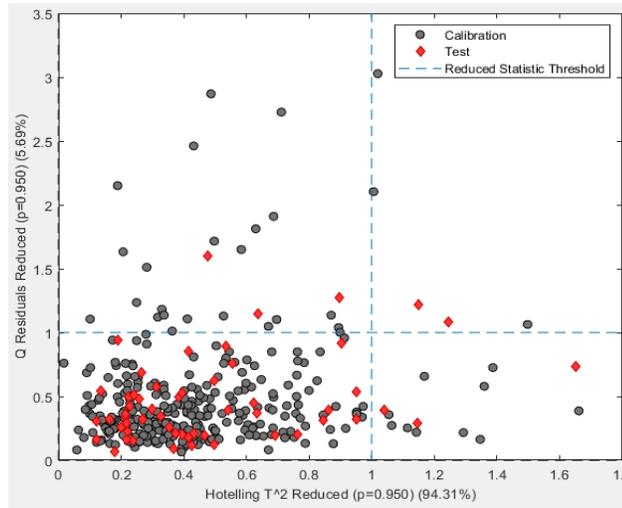
Prétraitements : 1050-2535nm – SNV – D2 pol3 21pts – Mean Center

Farines

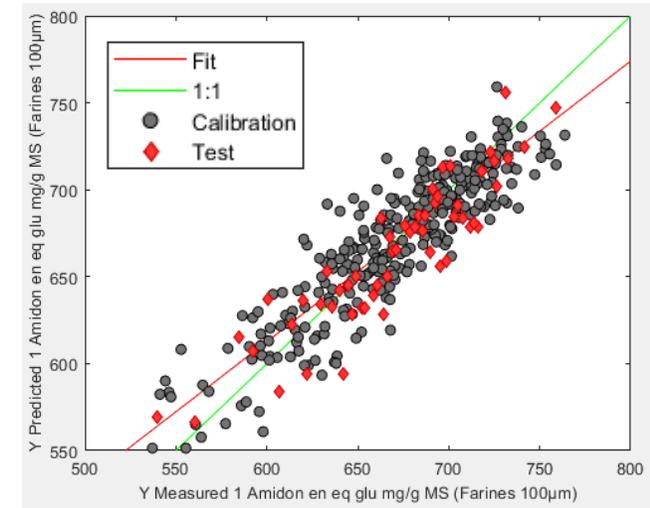
RMSE vs LVs



Graphique Q residual/T²

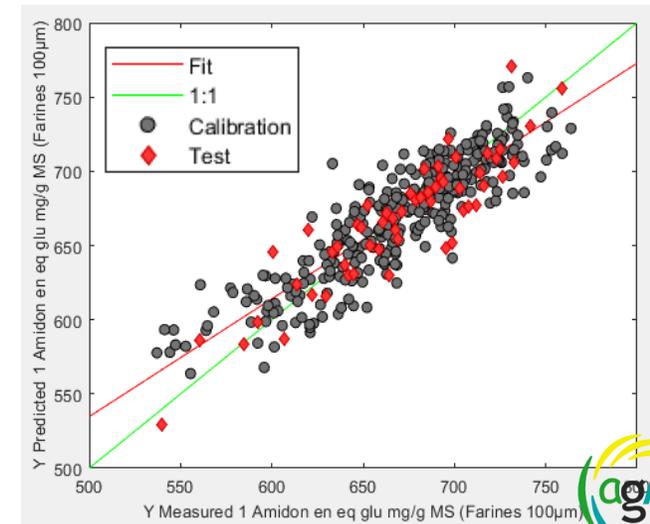
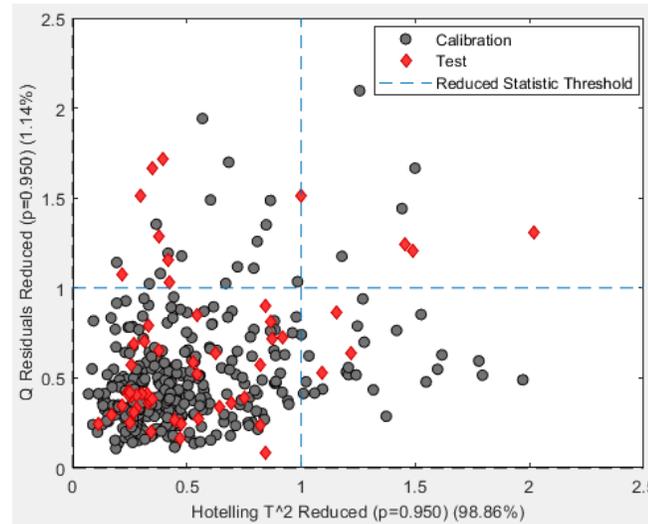
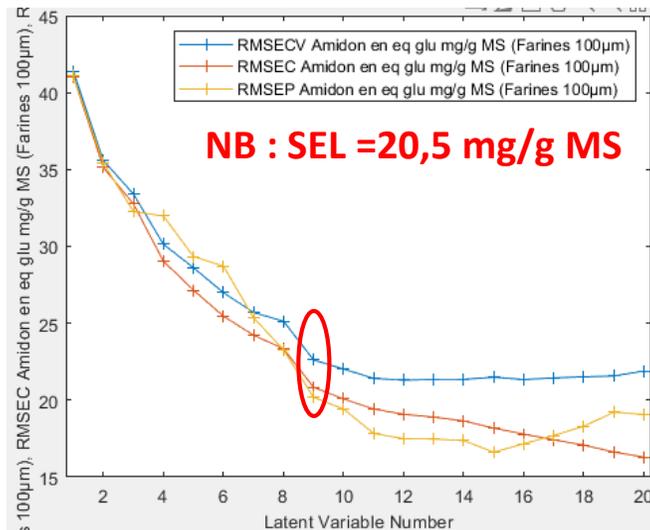


Projection ech test sur droite d'étalonnage

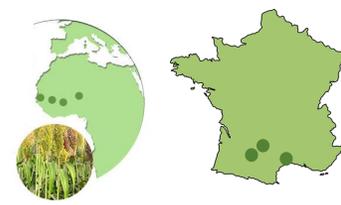


Grains Entiers

RMSE vs LVs



Etalonnage Farines vs Grains Entiers

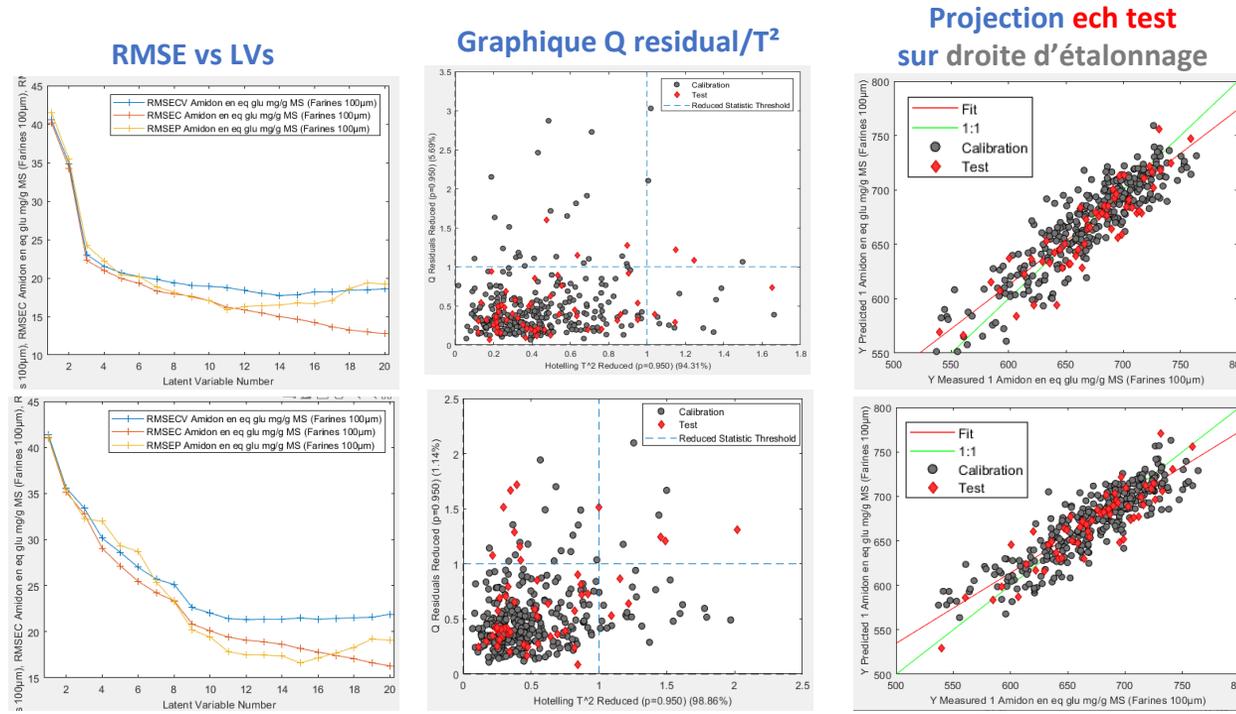


➤ Logiciel : SOLO / Cross validation - venitian blinds - 5 blocks

Prétraitements : 1050-2535nm – SNV – D2 pol3 21pts – Mean Center

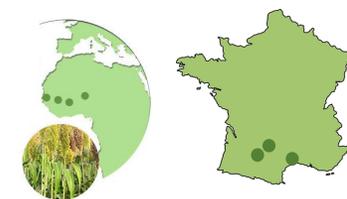
Farines

Grains Entiers



	Population		Labo	Cross Validation (327 échantillons)									Set de test (55 échantillons)			RPD (SD/SEP)
	N	SD		Nb LV	variance cumulative x	variance cumulative y	SEC	SECV	calib biais	CV biais	R ² C	R ² CV	SEP	Pred biais	R ² Pred	
Etalonnage Farines	327	45	SEL 20,5	5	94,3	80,2	19,9	20,7	0,00	0,05	0,80	0,79	20,4	-6,5	0,82	2,20
Etalonnage Grains	327	45	20,5	9	98,9	78,4	20,8	22,6	0,00	-0,13	0,78	0,75	20,2	-3,0	0,81	2,22

Etalonnage Farines vs Grains Entiers

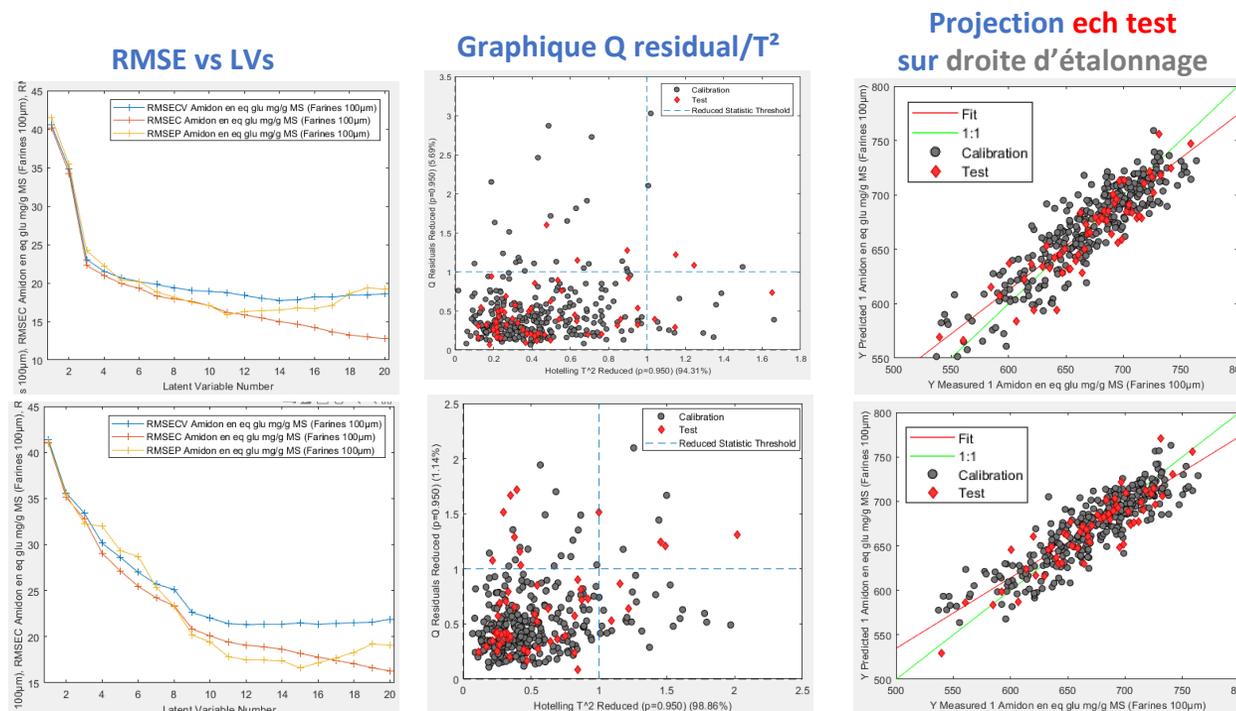


➤ Logiciel : SOLO / Cross validation - venitian blinds - 5 blocks

Prétraitements : 1050-2535nm – SNV – D2 pol3 21pts – Mean Center

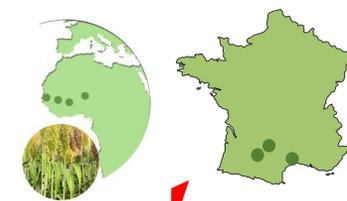
Farines

Grains Entiers



	Population		Labo	Cross Validation (327 échantillons)								Set de test (55 échantillons)			RPD (SD/SEP)	
	N	SD	SEL	Nb LV	variance cumulative x	variance cumulative y	SEC	SECV	calib biais	CV biais	R ² C	R ² CV	SEP	Pred biais		R ² Pred
Etalonnage Farines	327	45	20,5	5	94,3	80,2	19,9	20,7	0,00	0,05	0,80	0,79	20,4	-6,5	0,82	2,20
Etalonnage Grains	327	45	20,5	9	98,9	78,4	20,8	22,6	0,00	-0,13	0,78	0,75	20,2	-3,0	0,81	2,22

Etalonnage Farines vs Grains Entiers

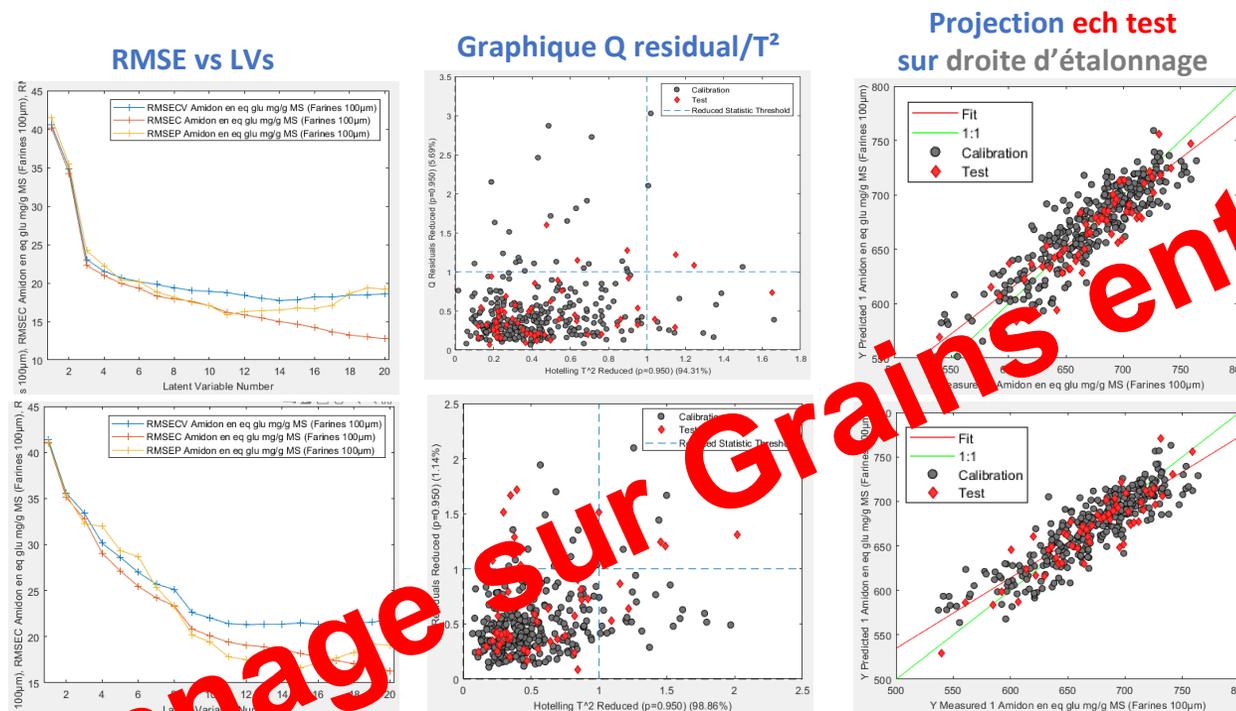


Logiciel : SOLO / Cross validation - venitian blinds - 5 blocks

Prétraitements : 1050-2535nm – SNV – D2 pol3 21pts – Mean Center

Farines

Grains Entiers



Etalonnage sur Grains entiers validé

	Population		Cross Validation (327 échantillons)										Set de test (55 échantillons)			RPD (SD/SEP)
	N	SEL	Nb LV	variance cumulative x	variance cumulative y	SEC	SECV	calib biais	CV biais	R ² C	R ² CV	SEP	Pred biais	R ² Pred		
Etalonnage Farines	327	45	5	94,3	80,2	19,9	20,7	0,00	0,05	0,80	0,79	20,4	-6,5	0,82	2,20	
Etalonnage Grains	327	45	9	98,9	78,4	20,8	22,6	0,00	-0,13	0,78	0,75	20,2	-3,0	0,81	2,22	

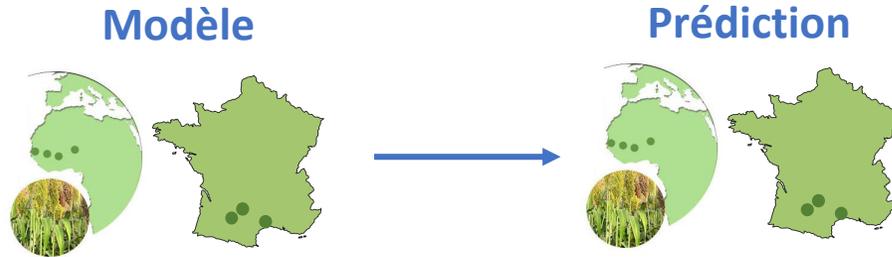


Etalonnage Afrique vs Afrique&France

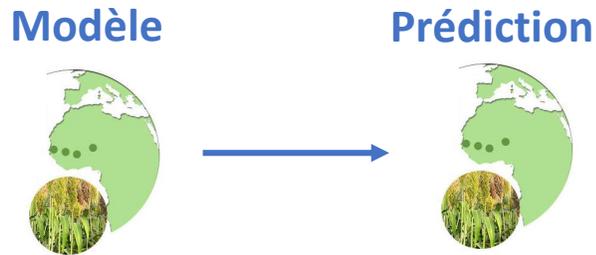


Questions ?

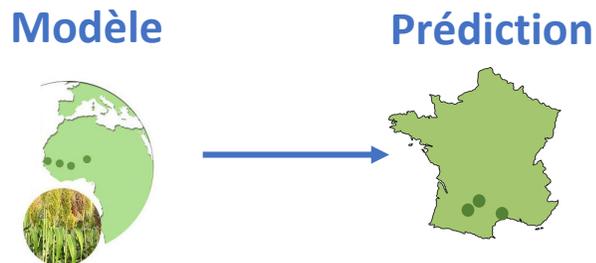
→ Etalonnage « Afrique + France » validé sur spectres NIRs de grains entiers



1- Amélioration du modèle si une seule origine géographique ? (Afrique)



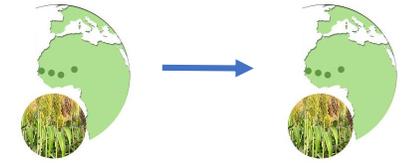
2- Robustesse du nouveau modèle pour la prédiction d'échantillons de toutes localités?



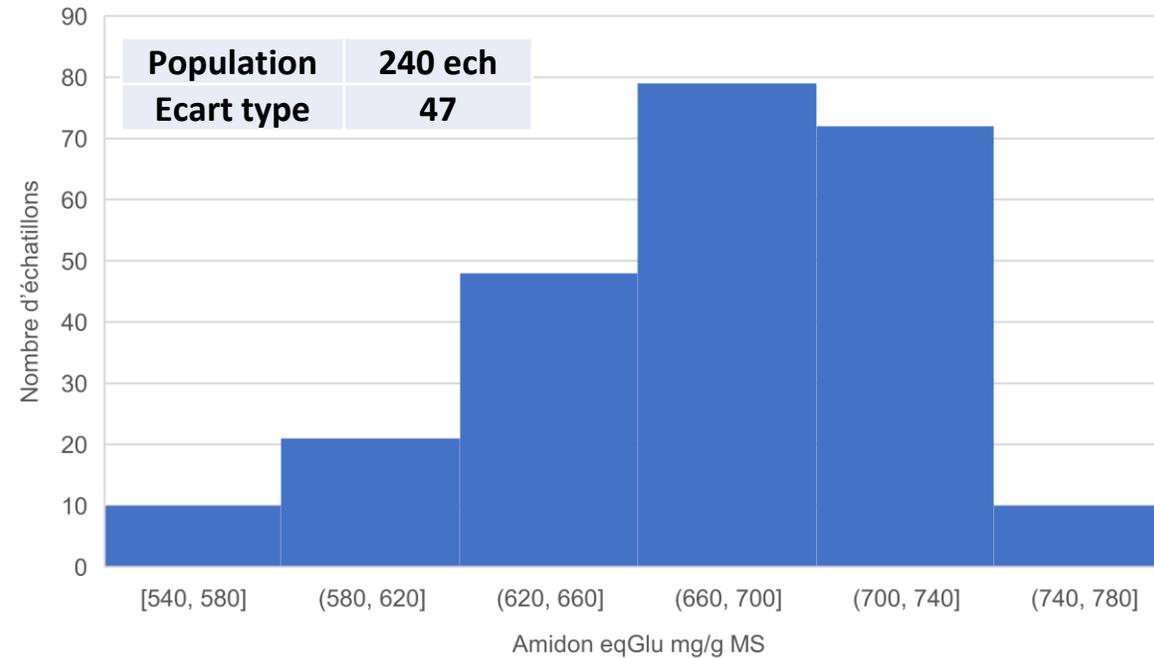
Dispersion des données amidon - Afrique

Modèle

Prédiction



Base de données Amidon
Afrique

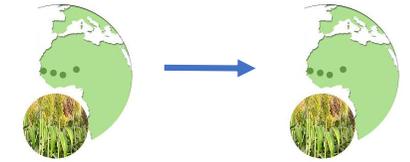


- Set de test indépendant de l'étalonnage
- Sélection dans la variabilité des valeurs de référence Amidon

Set d'étalonnage / Set de Test - Afrique

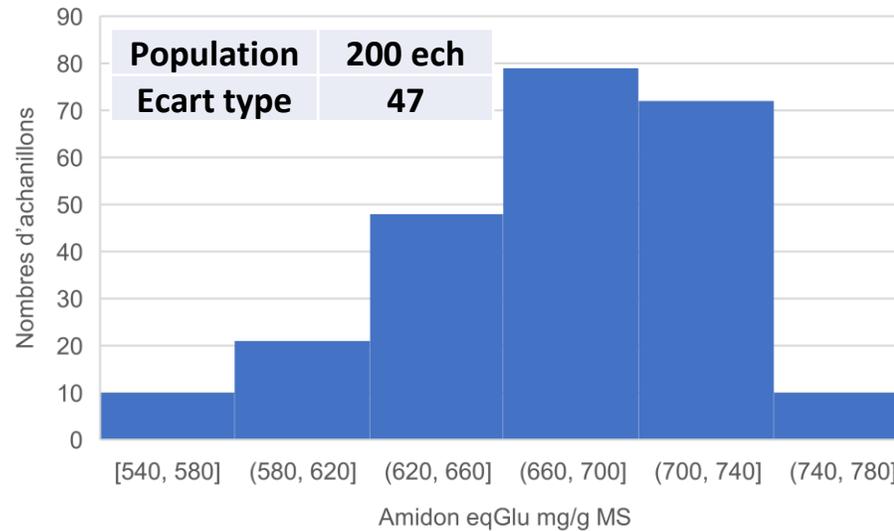
Modèle

Prédiction

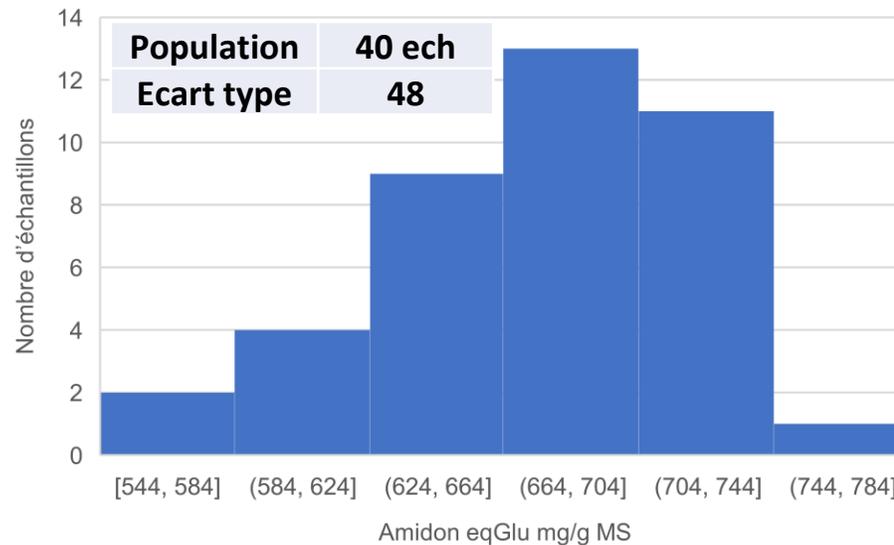


1- sélection dans la variabilité des valeurs de référence Amidon

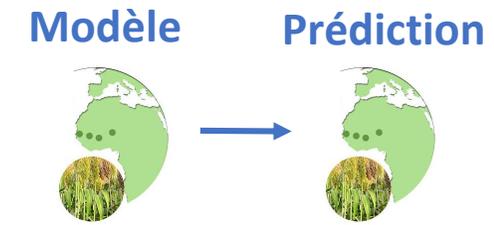
Set d'étalonnage



Set de Test

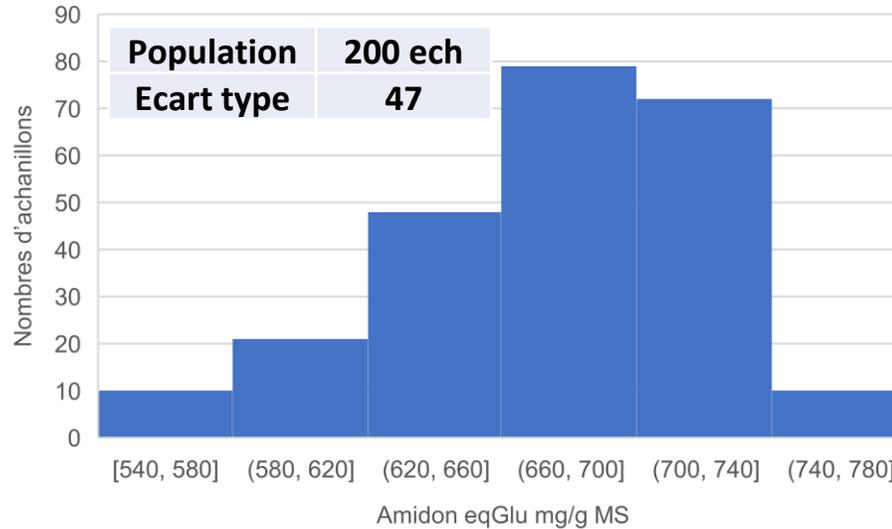


Set d'étalonnage / Set de Test - Afrique

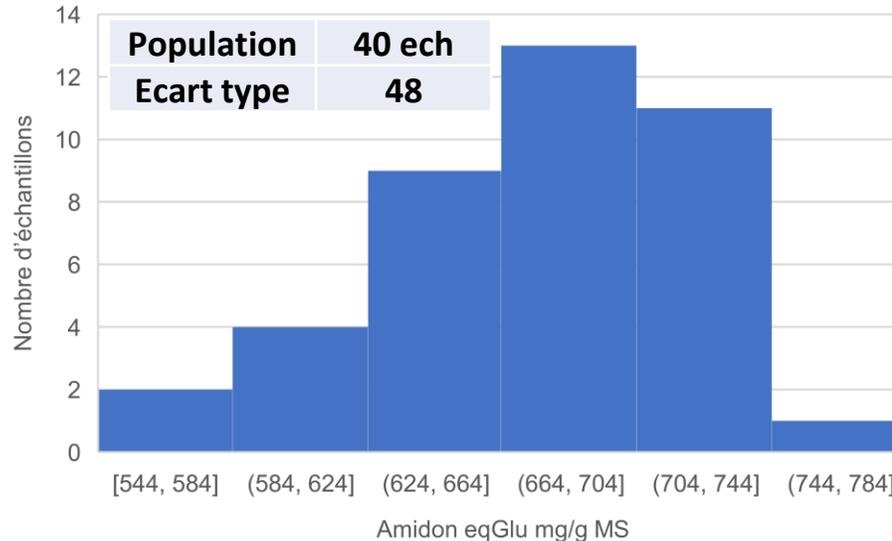


1- sélection dans la variabilité des valeurs de référence Amidon

Set d'étalonnage

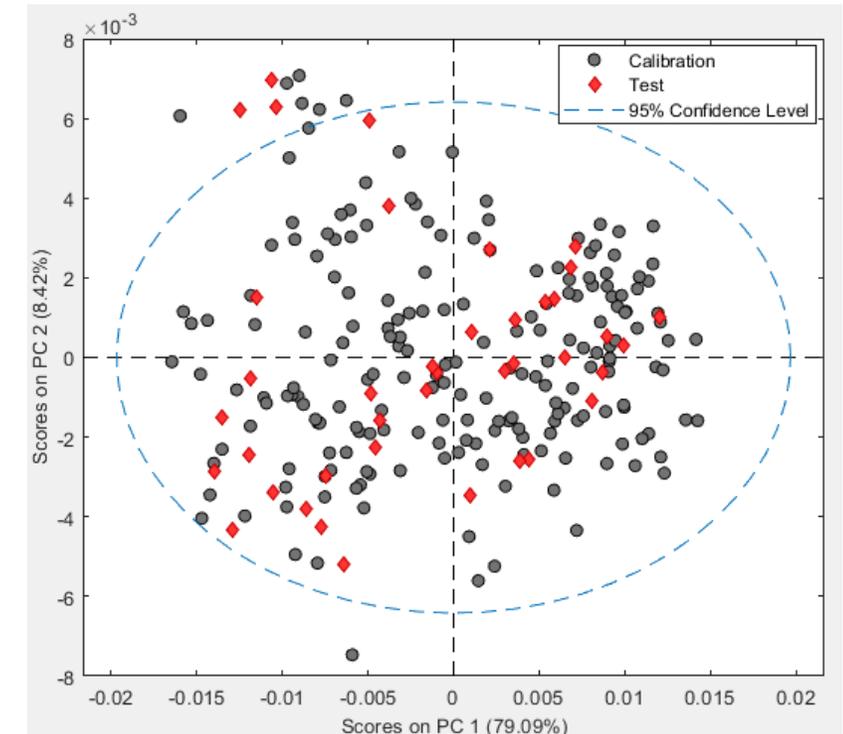


Set de Test



2- représentativité spectrale des échantillons Test dans l'ACP des échantillons d'étalonnage

PC1/PC2 – Grains Entiers



Etalonnage Grains Entiers - Afrique

➤ Logiciel : SOLO / **Cross validation** - venitian blinds - 5 blocks

Prétraitements : 1050-2535nm – SNV – D2 pol3 21pts – Mean Center

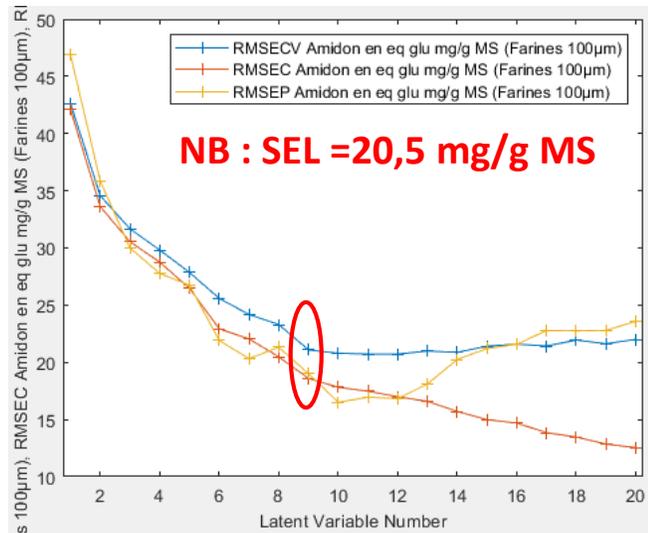
Modèle

Prédiction

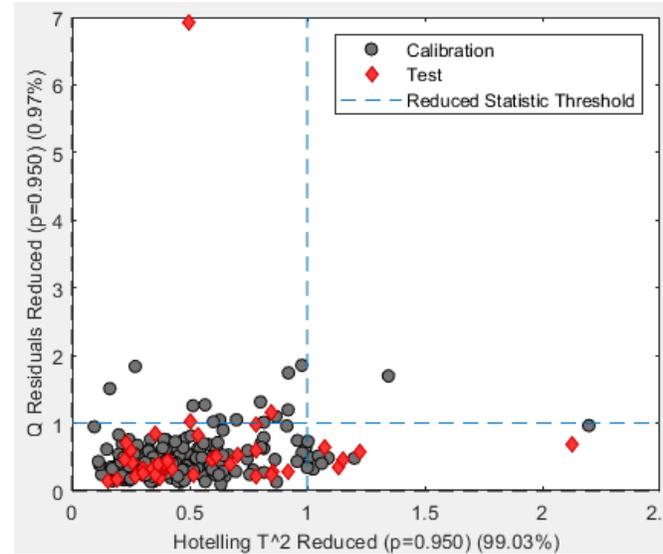


Afrique

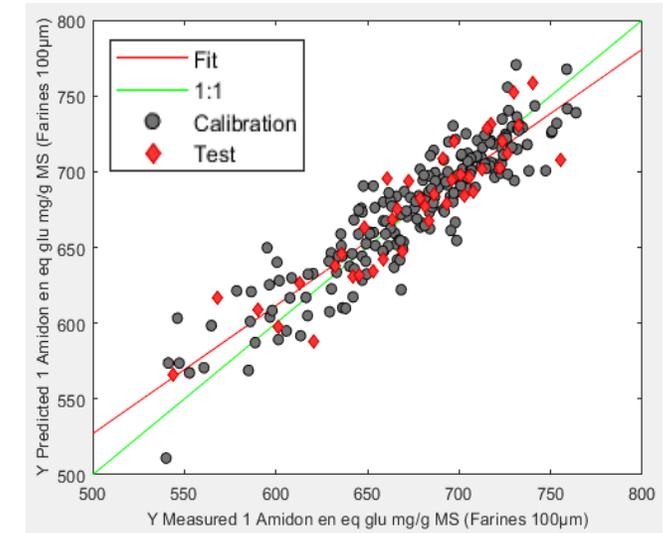
RMSE vs LVs



Graphique Q residual/T²



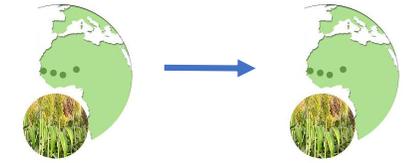
Projection ech test sur droite d'étalonnage



Etalonnage Grains Entiers - Afrique

Modèle

Prédiction

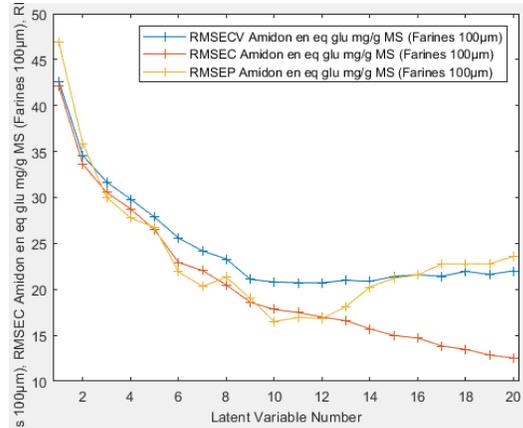


➤ Logiciel : SOLO / Cross validation - venitian blinds - 5 blocks

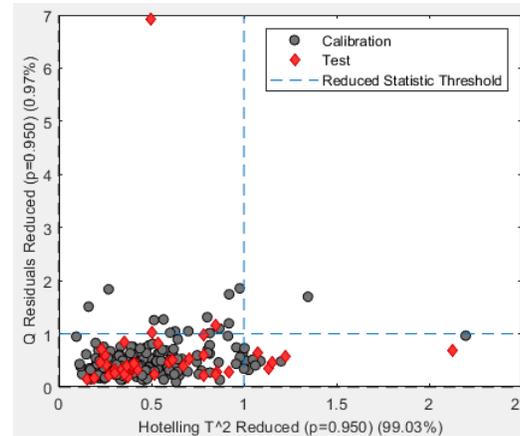
Prétraitements : 1050-2535nm – SNV – D2 pol3 21pts – Mean Center

Afrique

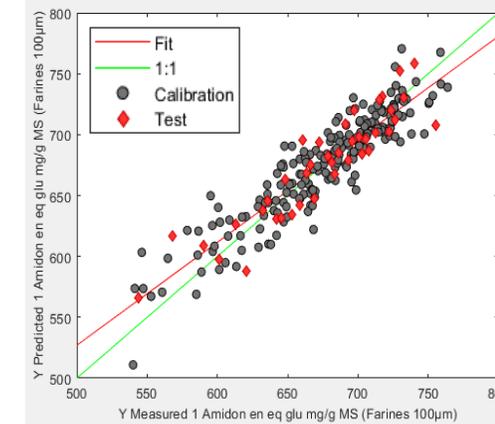
RMSE vs LVs



Graphique Q residual/T²



Projection ech test sur droite d'étalonnage

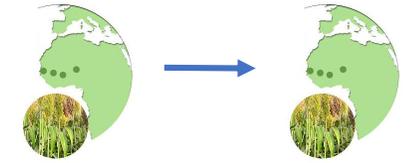


	Population		Labo	Cross Validation (327 échantillons)									Set de test			RPD (SD/SEP)
	N	SD	SEL	Nb LV	variance cumulative x	variance cumulative y	SEC	SECV	calib biais	CV biais	R ² C	R ² CV	SEP	Pred biais	R ² Pred	
Etalonnage Afrique	200	47	20,5	9	99,0	84,3	18,6	21,1	0,00	-0,01	0,84	0,80	19,0	0,2	0,84	2,47
Etalonnage Afrique & France	327	45	20,5	9	98,9	78,4	20,8	22,6	0,00	-0,13	0,78	0,75	20,2	-3,0	0,81	2,22

Etalonnage Grains Entiers - Afrique

Modèle

Prédiction

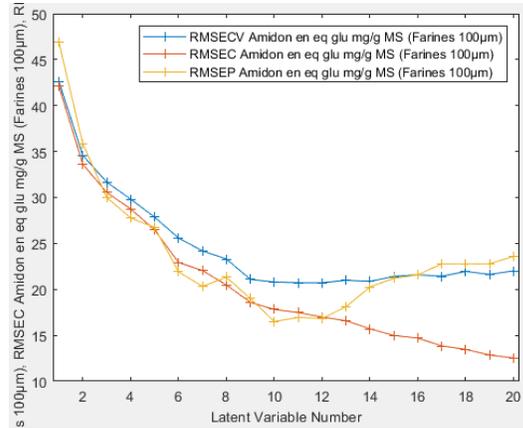


Logiciel : SOLO / Cross validation - venitian blinds - 5 blocks

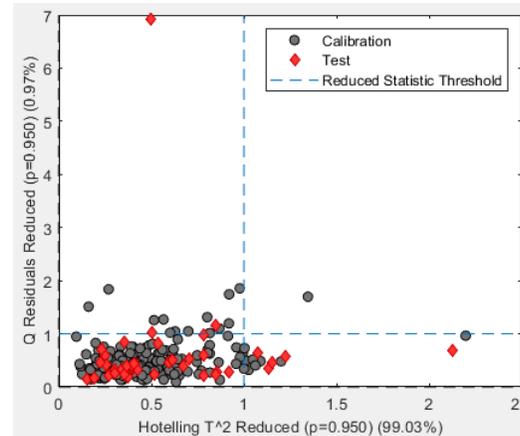
Prétraitements : 1050-2535nm – SNV – D2 pol3 21pts – Mean Center

Afrique

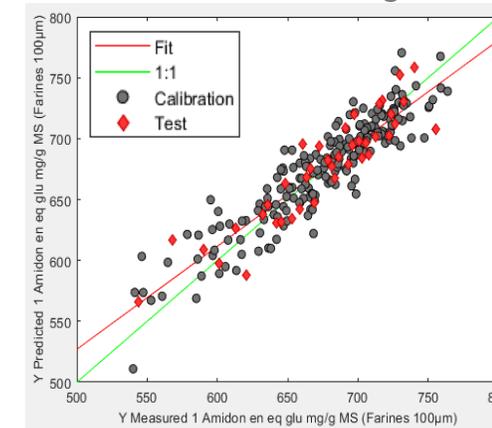
RMSE vs LVs



Graphique Q residual/T²



Projection ech test sur droite d'étalonnage



	Population		Labo	Cross Validation (327 échantillons)								Set de test			RPD (SD/SEP)	
	N	SD	SEL	Nb LV	variance cumulative x	variance cumulative y	SEC	SECV	calib biais	CV biais	R ² C	R ² CV	SEP	Pred biais		R ² Pred
Etalonnage Afrique	200	47	20,5	9	99,0	84,3	18,6	21,1	0,00	-0,01	0,84	0,80	19,0	0,2	0,84	2,47
Etalonnage Afrique & France	327	45	20,5	9	98,9	78,4	20,8	22,6	0,00	-0,13	0,78	0,75	20,2	-3,0	0,81	2,22

↪ Faible gain de performance de l'étalonnage Afrique vs Afrique&France

Etalonnage Grains Entiers - Afrique

Modèle

Prédiction

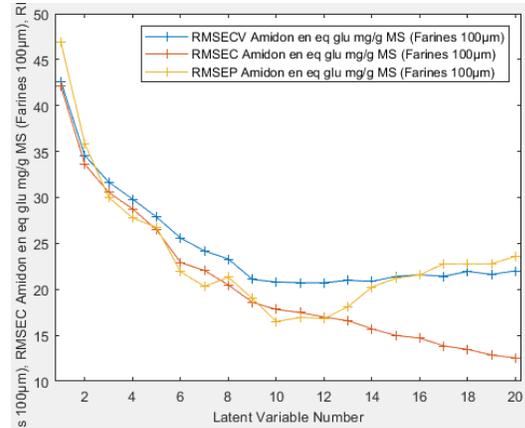


➤ Logiciel : SOLO / Cross validation - venitian blinds - 5 blocks

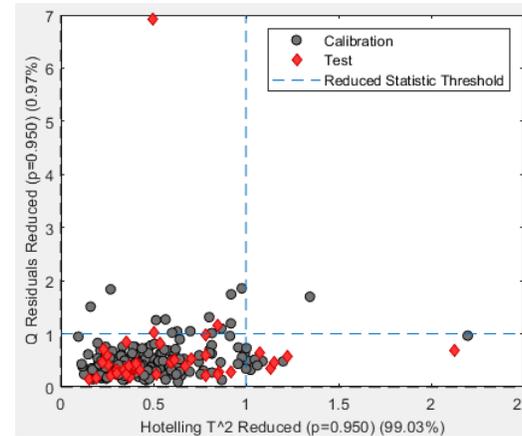
Prétraitements : 1050-2535nm – SNV – D2 pol3 21pts – Mean Center

Afrique

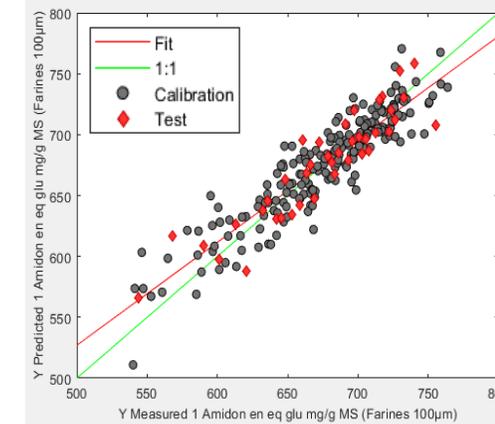
RMSE vs LVs



Graphique Q residual/T²



Projection ech test sur droite d'étalonnage



	Population		Labo	Cross Validation (327 échantillons)								Set de test			RPD (SD/SEP)	
	N	SD	SEL	Nb LV	variance cumulative x	variance cumulative y	SEC	SECV	calib biais	CV biais	R ² C	R ² CV	SEP	Pred biais		R ² Pred
Etalonnage Afrique	200	47	20,5	9	99,0	84,3	18,6	21,1	0,00	-0,01	0,84	0,80	19,0	0,2	0,84	2,47
Etalonnage Afrique & France	327	45	20,5	9	98,9	78,4	20,8	22,6	0,00	-0,13	0,78	0,75	20,2	-3,0	0,81	2,22

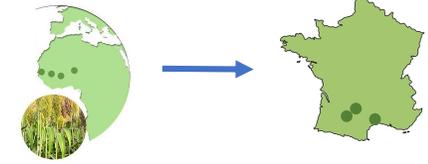
➤ Faible gain de performance de l'étalonnage Afrique vs Afrique&France

➤ Faible gain de prédiction d'échantillons provenant de la même origine (Afrique)

Étalonnage Grains Entiers - Afrique

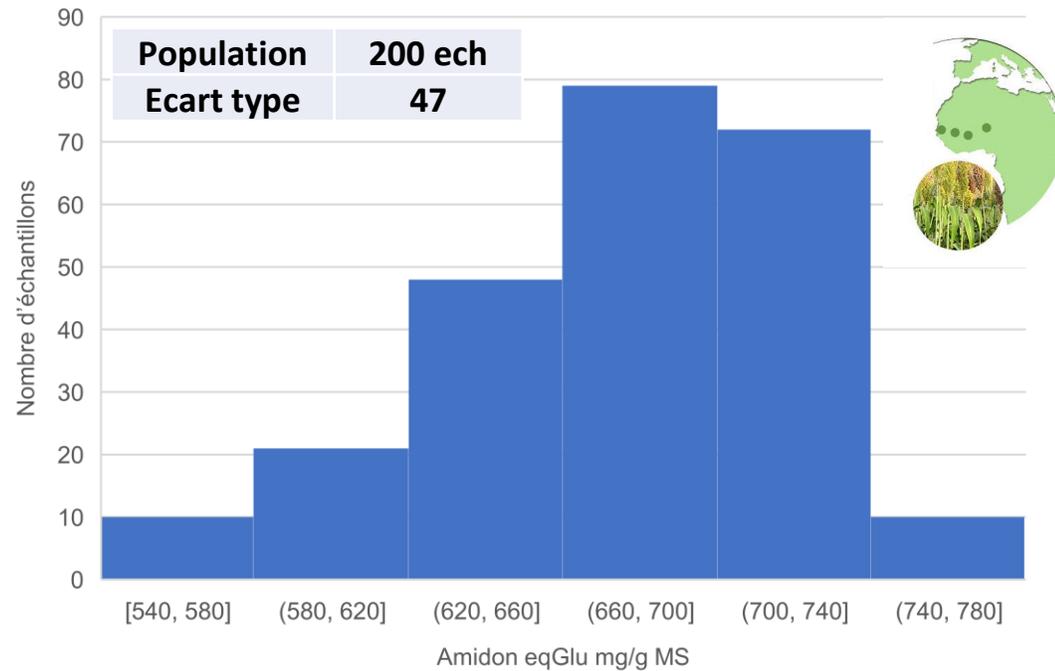
Modèle

Prédiction

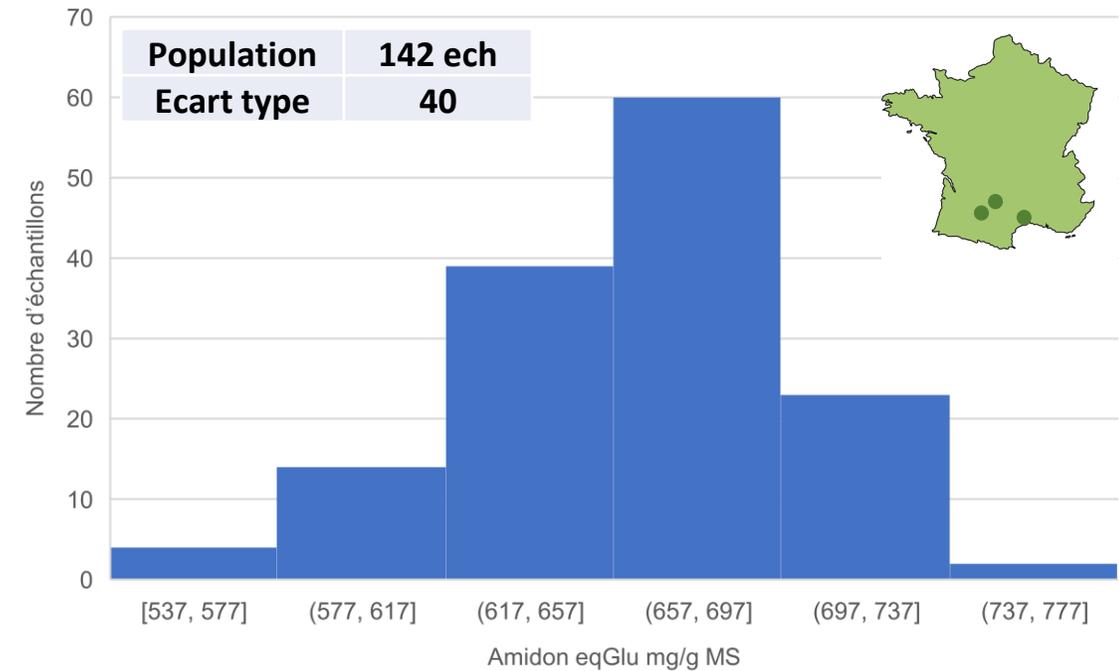


➤ Possibilité de prédire des échantillons France avec une étalonnage Afrique ?

Set d'étalonnage Afrique



Echantillons à prédire France



⇒ Teneurs Amidon échantillons France semblables aux échantillons de l'étalonnage Afrique

Etalonnage Grains Entiers - Afrique

Modèle



Prédiction



Modèle



Prédiction



Etalonnage Grains Entiers - Afrique

Modèle



Prédiction



Performance des Prédictions

Performance de prédiction			
SEP	Pred biais	R ² Pred	RPD (SD/SEP)
32,1	3,5	0,51	1,46

Modèle



Prédiction



Performance des Prédictions

Validation (55 échantillons)			
SEP	Pred biais	R ² Pred	RPD (SD/SEP)
20,2	-3,0	0,81	2,22

Etalonnage Grains Entiers - Afrique

Modèle



Prédiction



Performance des Prédictions

Performance de prédiction			
SEP	Pred biais	R ² Pred	RPD (SD/SEP)
32,1	3,5	0,51	1,46

Modèle



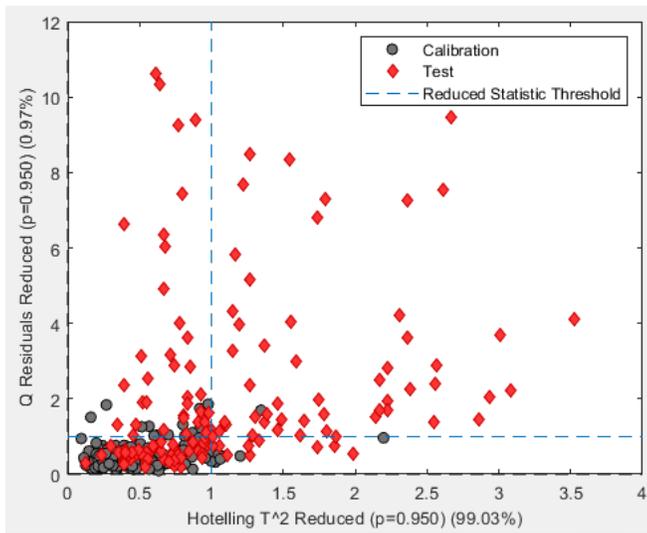
Prédiction



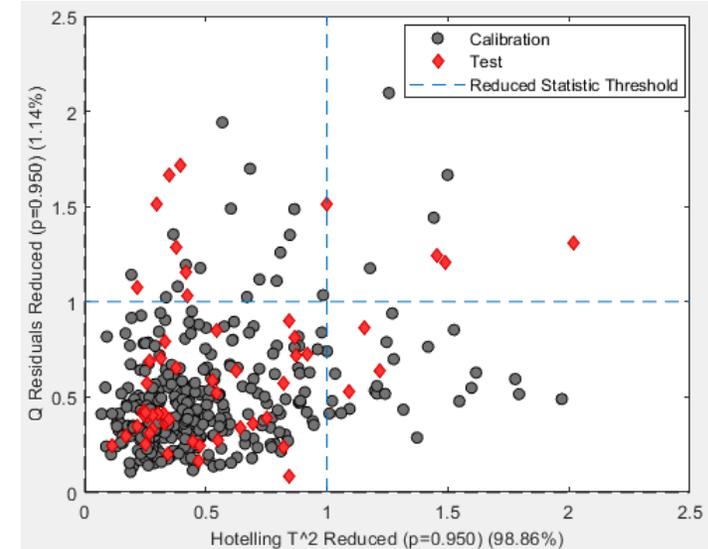
Performance des Prédictions

Validation (55 échantillons)			
SEP	Pred biais	R ² Pred	RPD (SD/SEP)
20,2	-3,0	0,81	2,22

Graphique Q residual/T²



Graphique Q residual/T²



Etalonnage Grains Entiers - Afrique

Modèle



Prédiction



Performance des Prédictions

Performance de prédiction			
SEP	Pred biais	R ² Pred	RPD (SD/SEP)
32,1	3,5	0,51	1,46

Modèle



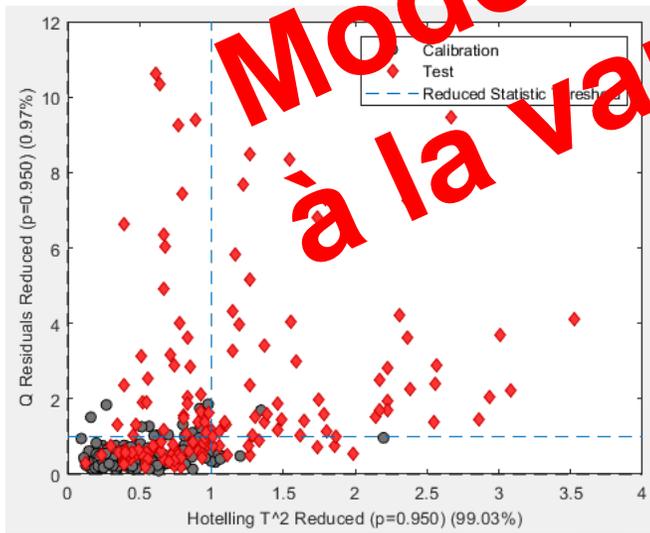
Prédiction



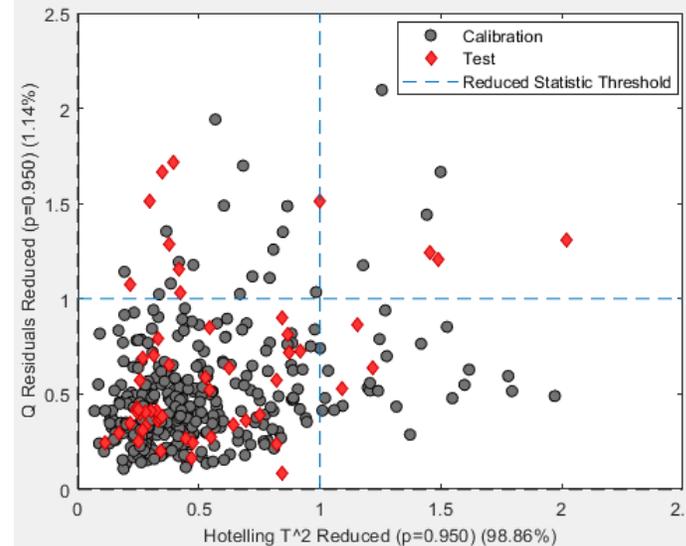
Performance des Prédictions

Validation (5.16 échantillons)			
SEP	Pred biais	R ² Pred	RPD (SD/SEP)
20,2	-3,0	0,81	2,22

Graphique Q residual/T²

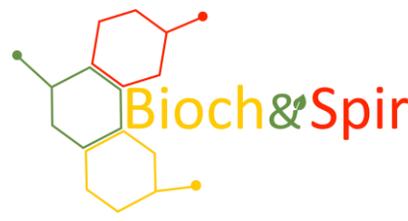


Graphique Q residual/T²



Modèle Afrique moins robuste à la variabilité géographique

Remerciements Financeurs / Partenaires



Financé par l'Union européenne



 Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	AVEC LA CONTRIBUTION FINANCIÈRE DU COMPTE D'AFFECTATION SPÉCIALE DÉVELOPPEMENT AGRICOLE ET RURAL
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION	



UE PEAT



