



# Analyse en composantes principales d'images hyperspectrales Proche infrarouge de grains de blé : étude de la dureté et de la vitrosité.



Eloïse Lancelot  
Valérie Lullien-Pellerin – Dominique Bertrand - Benoît Jaillais

3<sup>ème</sup> Colloque Scientifique de la SFPT-GH - Porquerolles  
Vendredi 16 mai 2014

# INRA - BIBS

Centre ANGERS-NANTES  
(France)

Research unit  
Biopolymers, Interactions,  
Assemblies

[www.bibs.inra.fr](http://www.bibs.inra.fr)



## Microscopies Spectroscopies de Masse RMN

Phénotypage/chémotypage

Analyses multi-échelles de biopolymères

- *Structure, organisation*
- *Interactions*
- *Localisation*
- *Mobilité, dynamique*
- *Variabilité de composition et de structure*



ANALYSES MULTI-ECHELLES DE BIOPOLYMERES

# Qu'est-ce que le phénotypage?

**Phénotype** : Ensemble des caractères observables (morphologiques, anatomiques et physiologiques) d'un individu résultant de l'expression de ses gènes (génotype) et de leurs éventuelles interactions avec le milieu environnant.

**L'activité du phénotypage au sein de la plateforme BIBS** consiste à établir la cartographie de la structure interne des graines de grande culture (blé, pois, maïs) au moyen de signatures spectrales spécifiques des tissus. L'apport de la chimométrie permet de traiter ces images complexes et de relier les signatures spectrales aux conditions écophysiologiques et génétiques des graines.



# Projet PHENOME

2012-2019



<http://www.phenome-fppn.fr/>



**PHENOME** est une infrastructure de phénotypage **haut-débit** qui équipera la communauté scientifique française avec un réseau national de plateformes destinées à étudier la variabilité naturelle d'une grande collection d'espèces végétales sous divers scénarios environnementaux associés aux changements climatiques.

Ses objectifs sont:

- ❖ Construire ou finaliser des plates formes fortement instrumentées sur sept sites en France, répondant aux besoins des principales espèces agronomiques et permettant de tester les contraintes environnementales majeures.
- ❖ Développer des applications matérielles et logicielles comportant des sauts technologiques, avec le **développement de nouveaux capteurs, méthodes d'analyse statistiques** et bases de données.
- ❖ Diffuser les techniques et méthodes vers la communauté française de phénotypage (sociétés semencières, instituts techniques, recherche publique)
- ❖ Faciliter l'émergence de PME françaises impliquées dans le développement de méthodes de phénotypage.

# Développement de nouvelles méthodes d'analyse

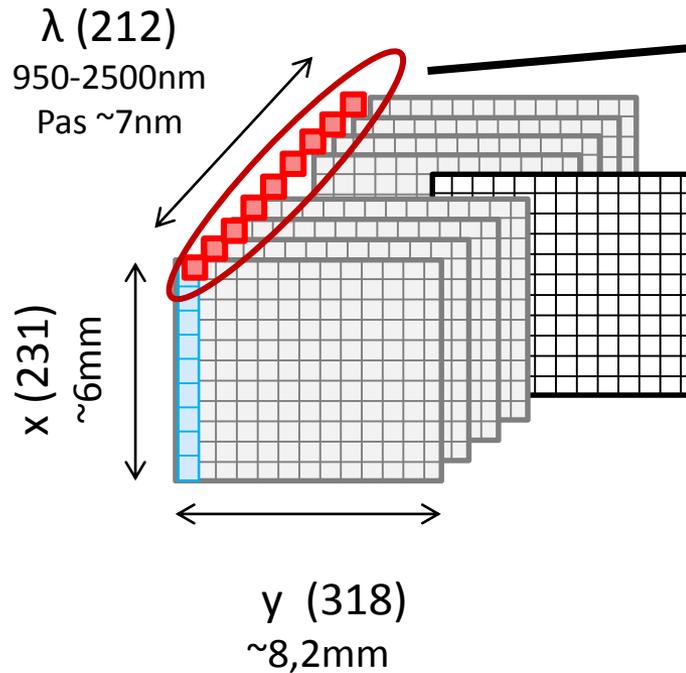
## Imagerie hyperspectrale Proche Infrarouge:

- ❖ Spectroscopie Proche Infrarouge bien maîtrisée
- ❖ Méthode non-destructive
- ❖ Rapide
- ❖ Précise et reproductible
- ❖ Pas ou peu de préparation des échantillons, verre et quartz transparents
- ❖ Pas de consommable/faible coût de fonctionnement
- ❖ Analyse multiparamétrique
- ❖ Possibilité de faire de l'imagerie

# Développement de nouvelles méthodes d'analyse

## Système d'imagerie hyperspectrale Proche Infrarouge:

### Système HyperPro (BurgerMetrics)



### Spectre d'un point xy donné

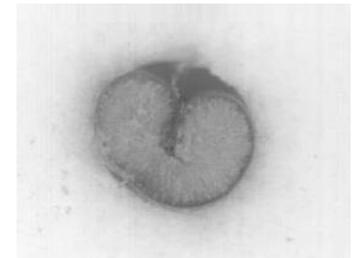
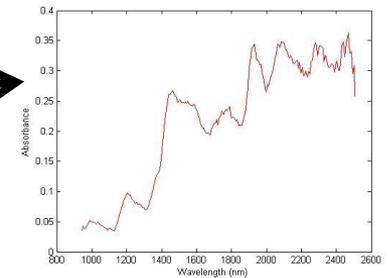


Image à la  
longueur d'onde  
sélectionnée

**1min20s/image**

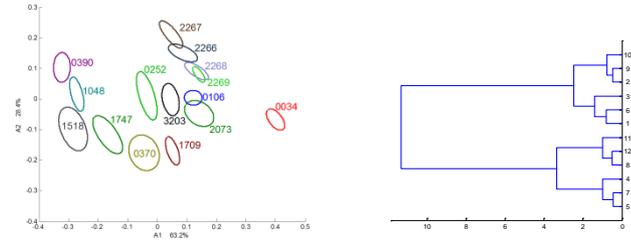
Système d'acquisition de type « pushbroom »:

- Acquisition d'une ligne entière (résolution spatiale  $26\mu\text{m}$ )
- Le tapis avance selon la direction y et une nouvelle ligne est acquise

# Développement de nouvelles méthodes d'analyse

## Traitement des données:

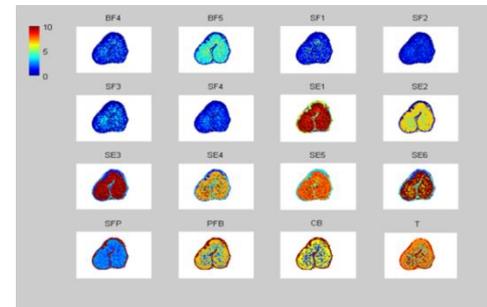
Extraction de paramètres de l'image → ACP, classification, régression



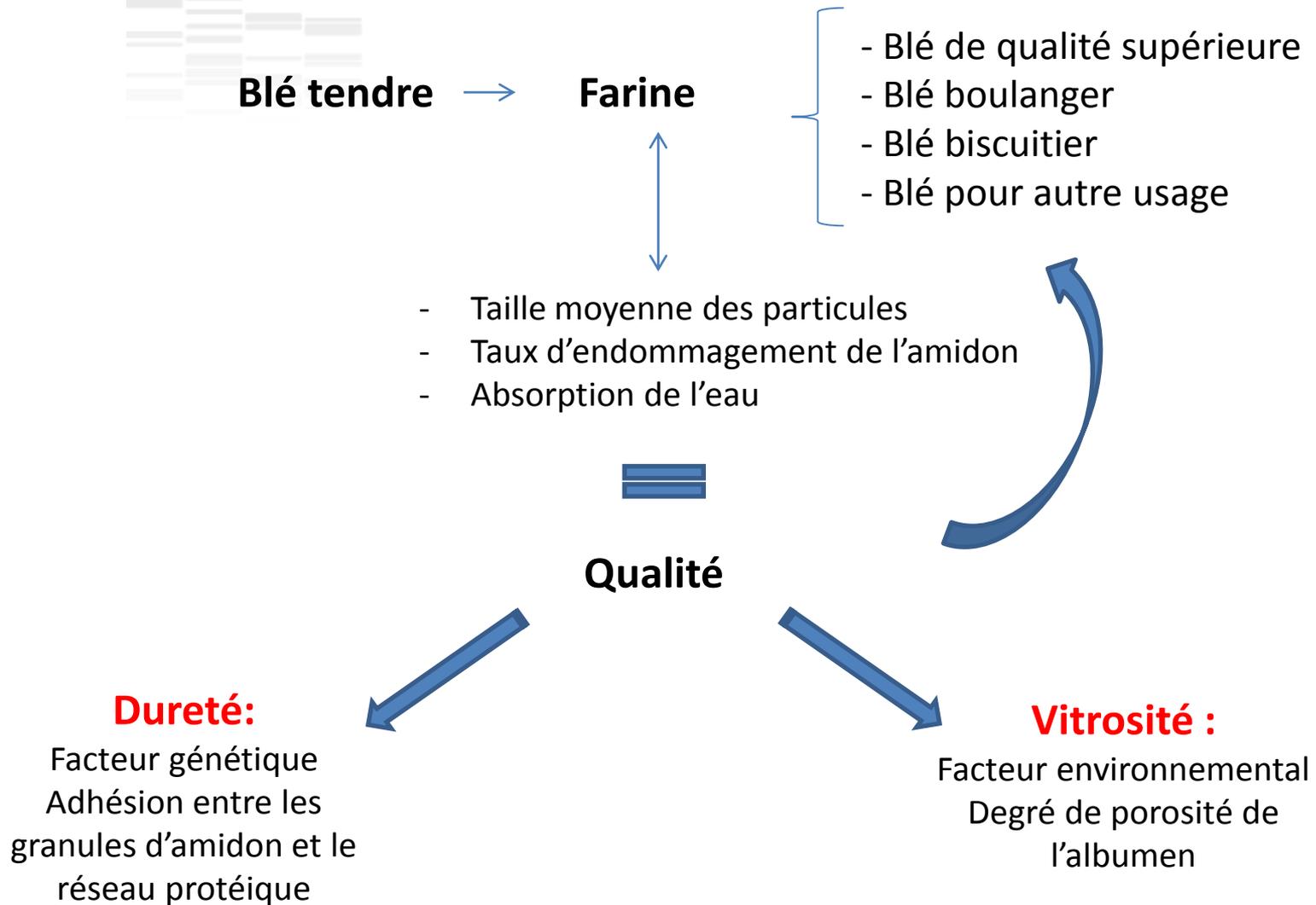
Traitement de l'image entière → ACP concaténée



Prédiction, Quantification → Classification, régression



# Problématique



# Problématique

## Méthodes utilisées pour mesurer la dureté apparente

- AACC approved NIR method 39-70.02
- AACC approved Particle Size Index (PSI) method 55-30.01
- AACC approved Single Kernel Characterization System (SKCS) method 55-31.01

➡ nécessite de broyer les grains      **Techniques destructives**

## Méthodes utilisées pour mesurer la vitrosité

- Inspection visuelle, mesure moyenne sur plusieurs grains

➡ opérateur dépendant      **Peu précis, fastidieux**

# Description des échantillons

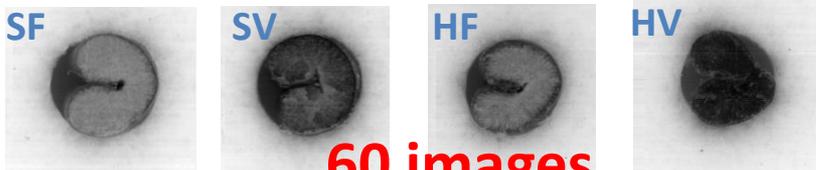
4 lots de lignées de blés tendres quasi-isogéniques (97%) qui ne diffèrent que par le caractère de dureté et de lieux de culture différents qui permettent l'obtention de vitrosités contrastées.

	<i>Indice de dureté NIRS</i>	<i>Indice de vitrosité</i>
<b>SF</b> (Friable et farineux)	17	21
<b>HF</b> (Dur et farineux)	51	23
<b>SV</b> (Friable et vitreux)	25	48
<b>HV</b> (Dur et vitreux)	63	68

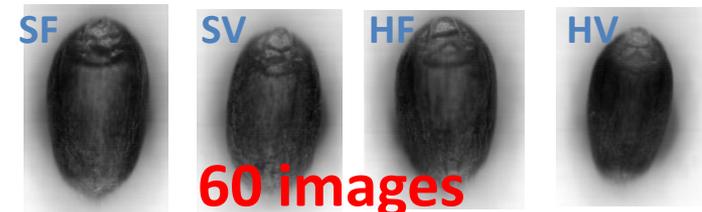
**2 groupes**

Grains coupés à 50%  
15grains/lot

Grains entiers  
15 grains/lots



**60 images**

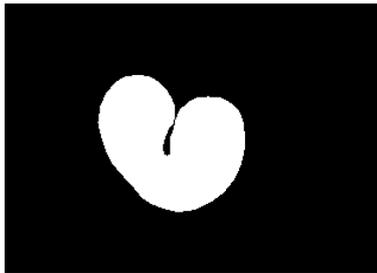


**60 images**

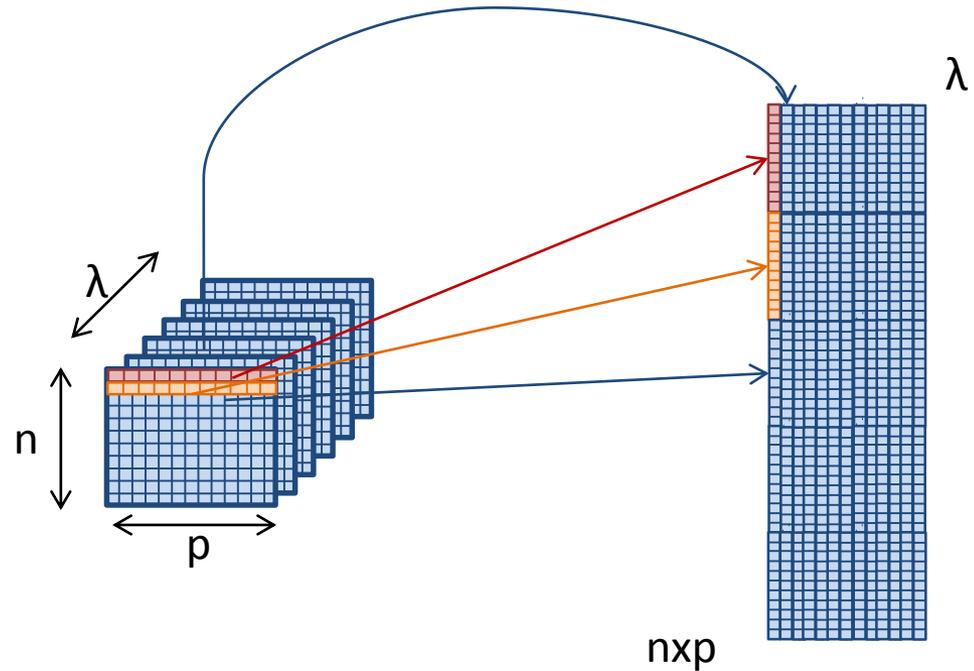
# Pré-traitement des données

## Sélection d'une région d'intérêt:

Création d'un masque binaire pour chaque grain afin de supprimer le fond.

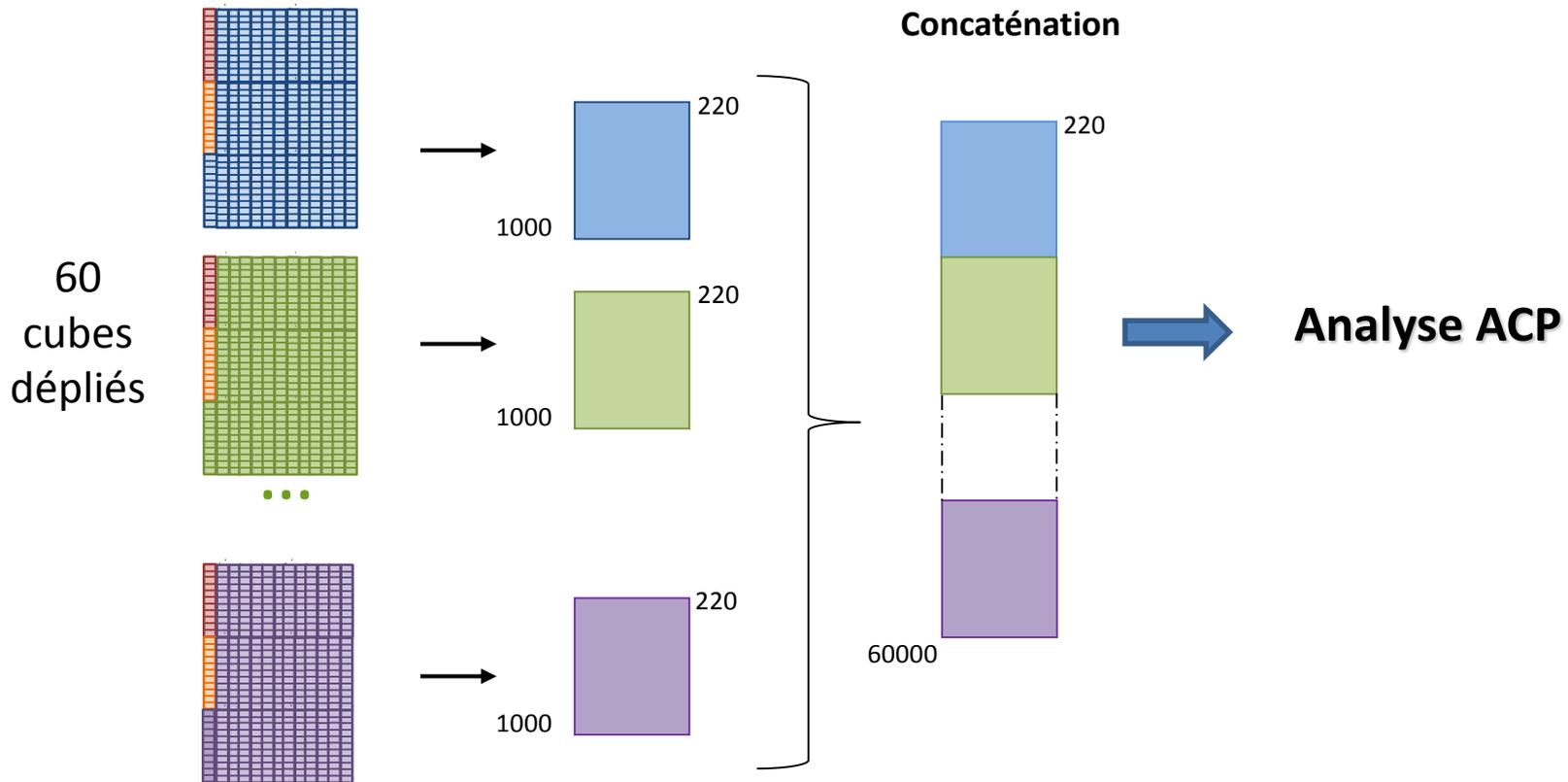


## Dépliage de l'hypercube:



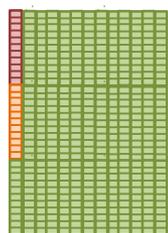
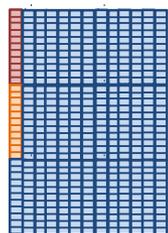
# Méthode ACP classique

Échantillonnage aléatoire :  
1000 pixels dans ROI/image

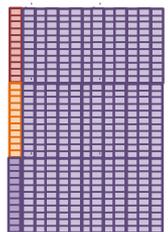


# Méthode ACP concaténée

Cubes images dépliés



...

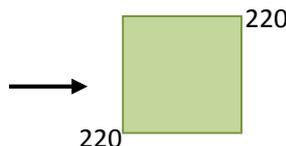


**1<sup>ère</sup> étape**

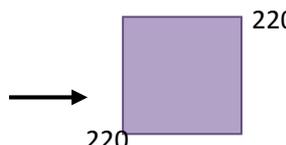


$\oplus$

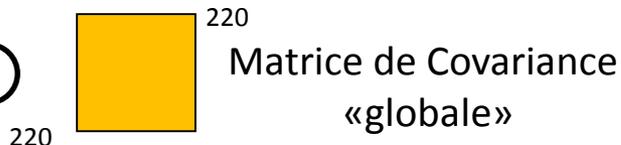
Cumulation des matrices de covariance



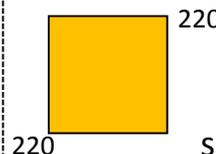
$\oplus$



$=$



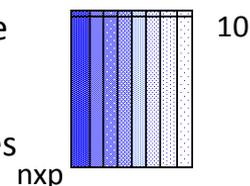
**2<sup>ème</sup> étape**



1. Diagonalisation de la matrice globale

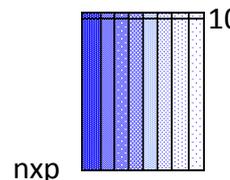
2. Projection sur les vecteurs propres

**Scores**



**3<sup>ème</sup> étape**

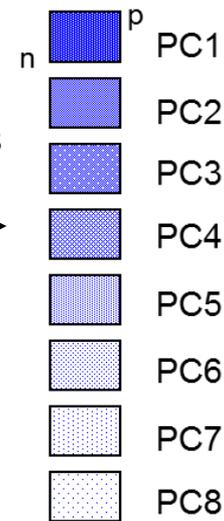
**Scores**



Repliement des scores dans les dimensions

initiales de l'image

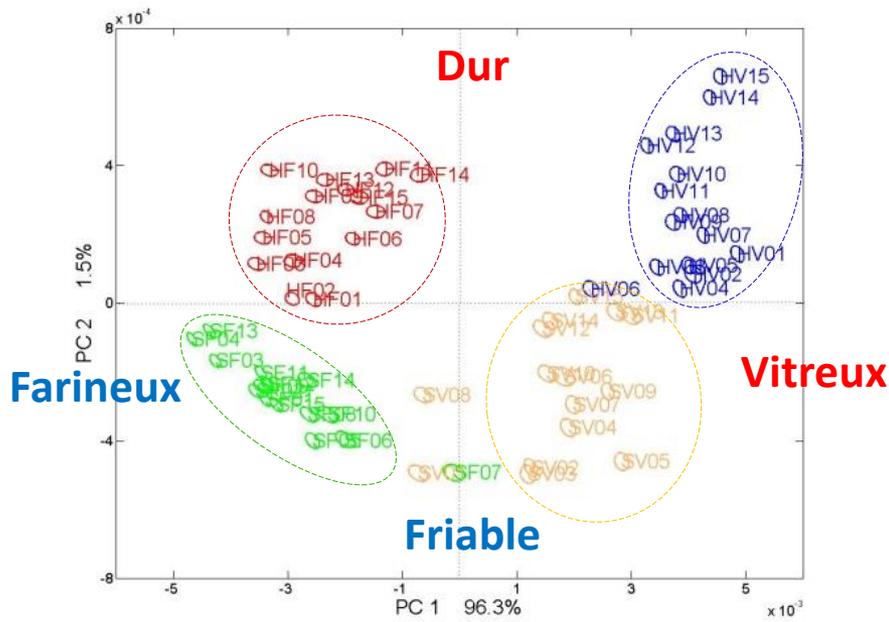
**Scores repliés**



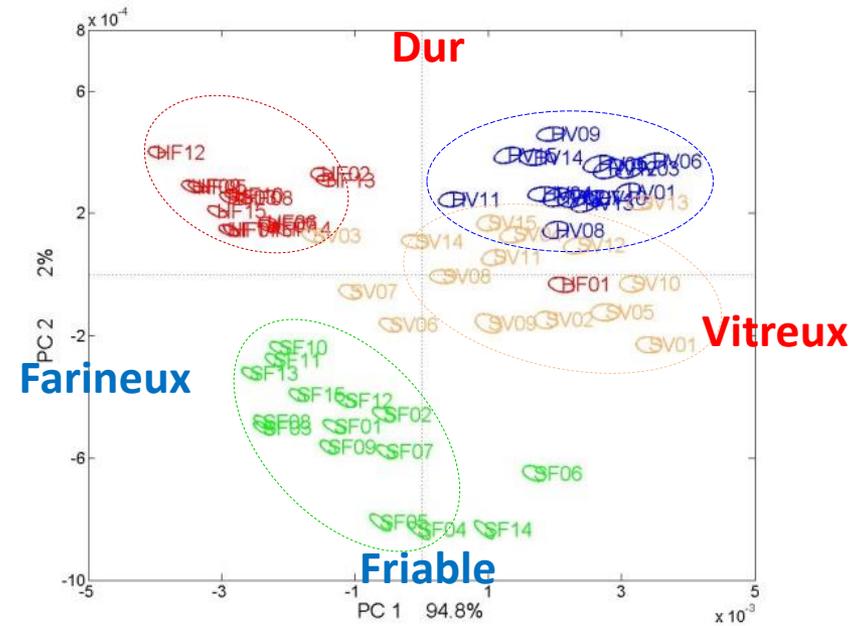
# Résultats

## ACP Classique:

Sur sélection des longueurs d'onde comprises entre 1900 et 2500nm



Grains coupés



Grains entiers

PC1 → Vitrosité

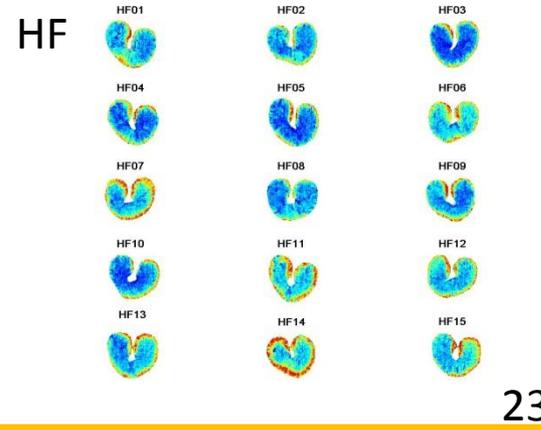
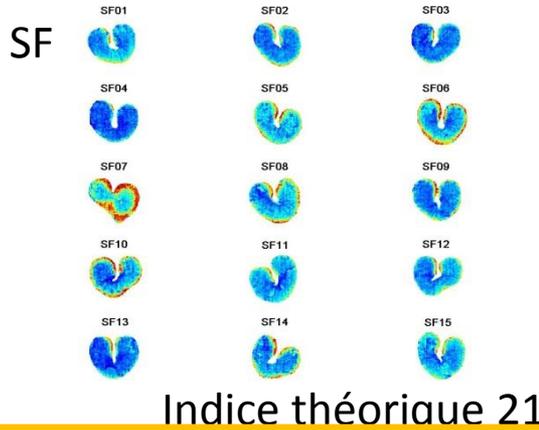
PC2 → Dureté

# Résultats

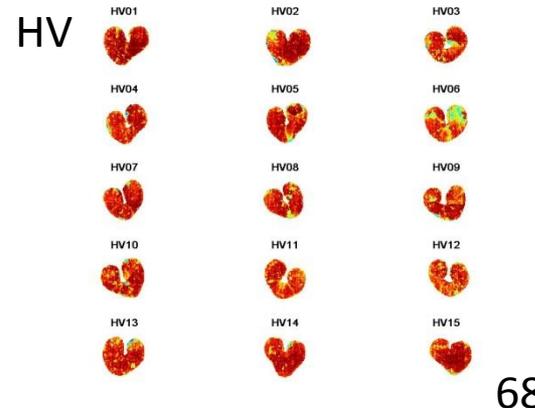
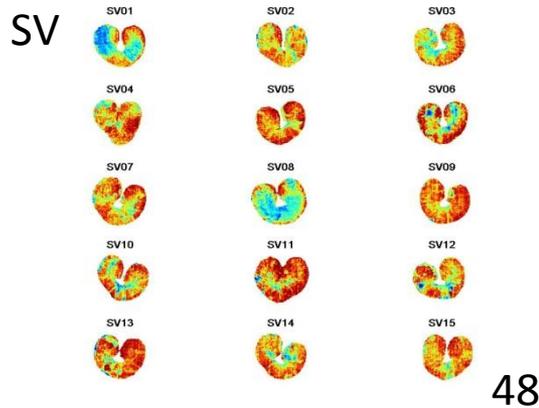
ACP Concaténée

Score image PC1 des grains coupés

Farineux



Vitreux



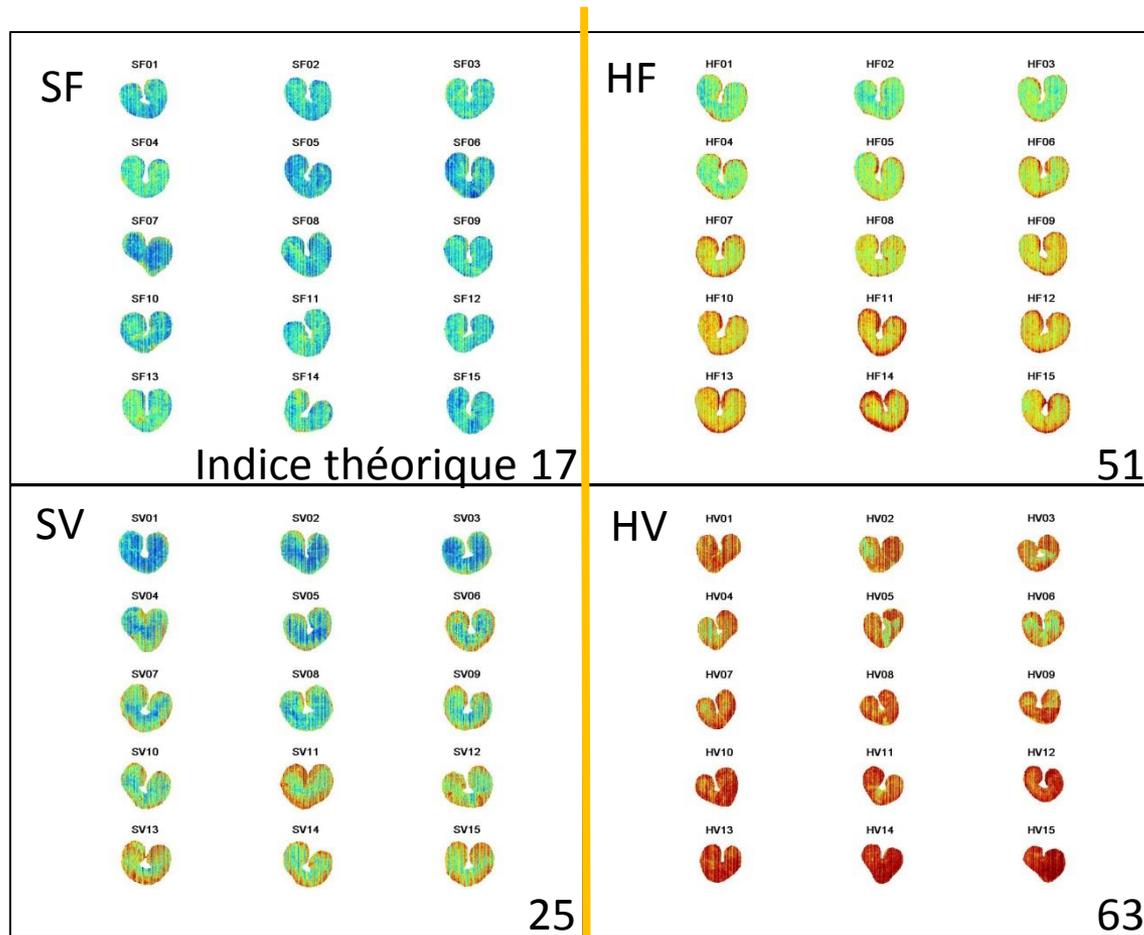
# Résultats

ACP Concaténée

Score image PC2 des grains coupés

Friable

Dur

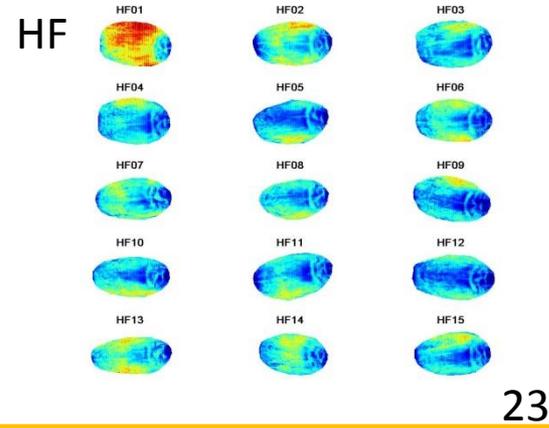
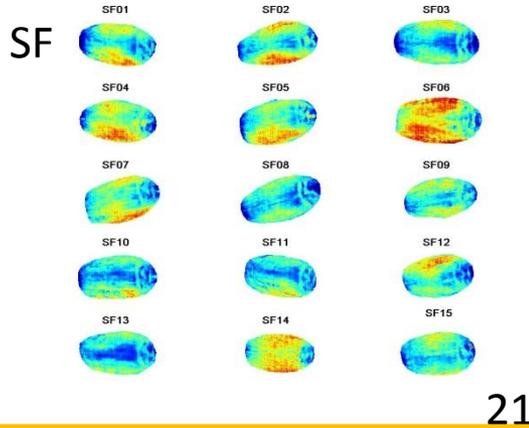


# Résultats

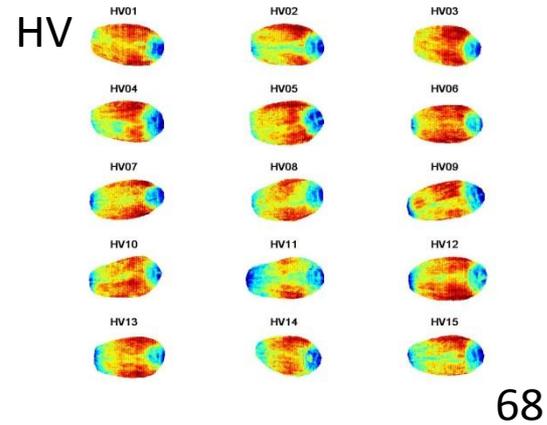
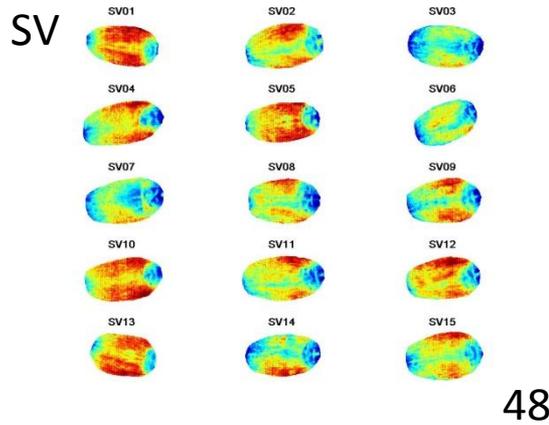
ACP Concaténée

Score image PC1 des grains entiers

Farineux



Vitreux



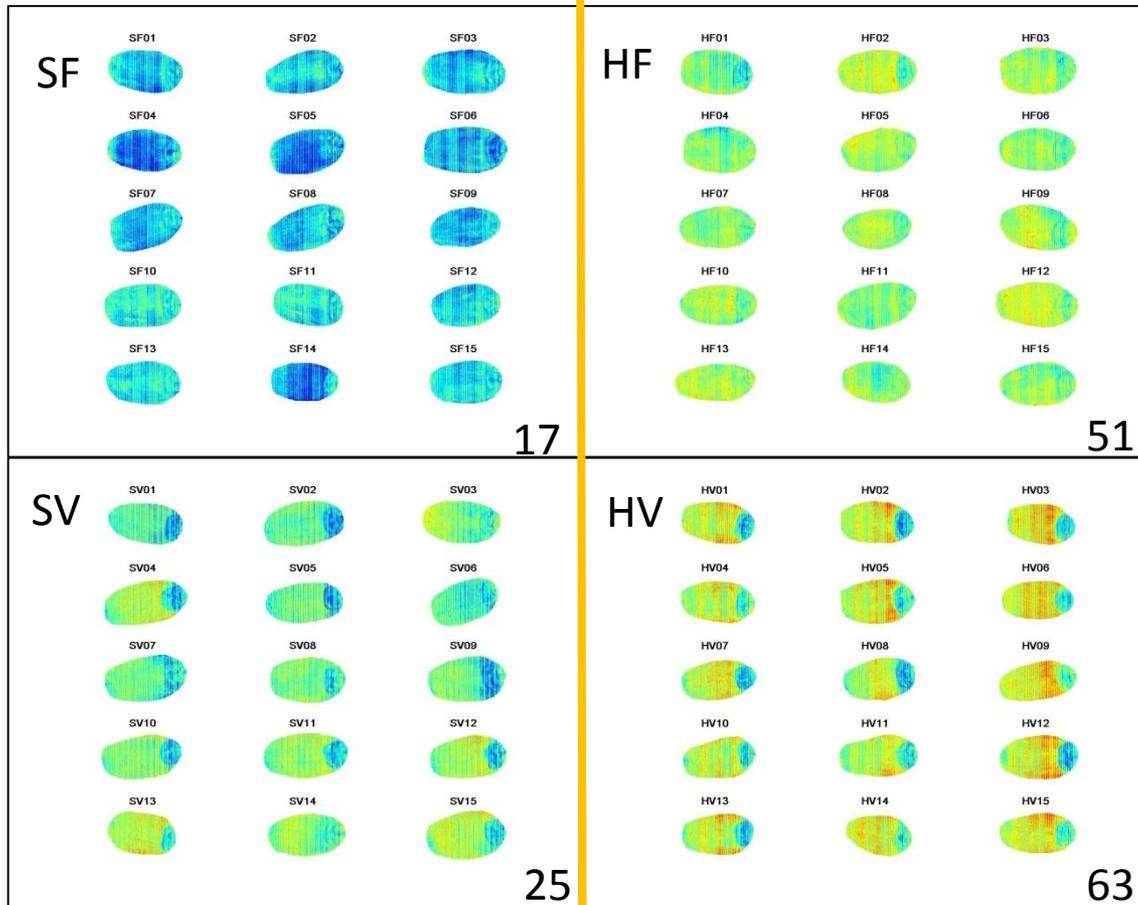
# Résultats

ACP Concaténée

Score image PC2 des grains entiers

Friable

Dur



# Conclusion/Perspectives

- ❖ Utilisation de l'imagerie hyperspectrale Proche Infrarouge pour distinguer les caractéristiques de vitrosité et de dureté sur deux groupes de grains de blé : coupés à 50% et grains entiers.
- ❖ Développement de méthodes d'analyse basées sur ACP
- ❖ Bonne discrimination des échantillons vitreux et farineux pour les deux groupes
- ❖ Meilleure discrimination de la dureté dans le cas des grains coupés
- ❖ Technique moins destructive que les techniques traditionnelles et plus informative (distribution interne), sans biais lié à l'opérateur
- ❖ Validation de la méthode sur d'autres échantillons
- ❖ Développement d'une méthode de régression entre les images et les valeurs de référence



**Merci pour votre attention**