

FsoV

INRAE



GlutNSafe :

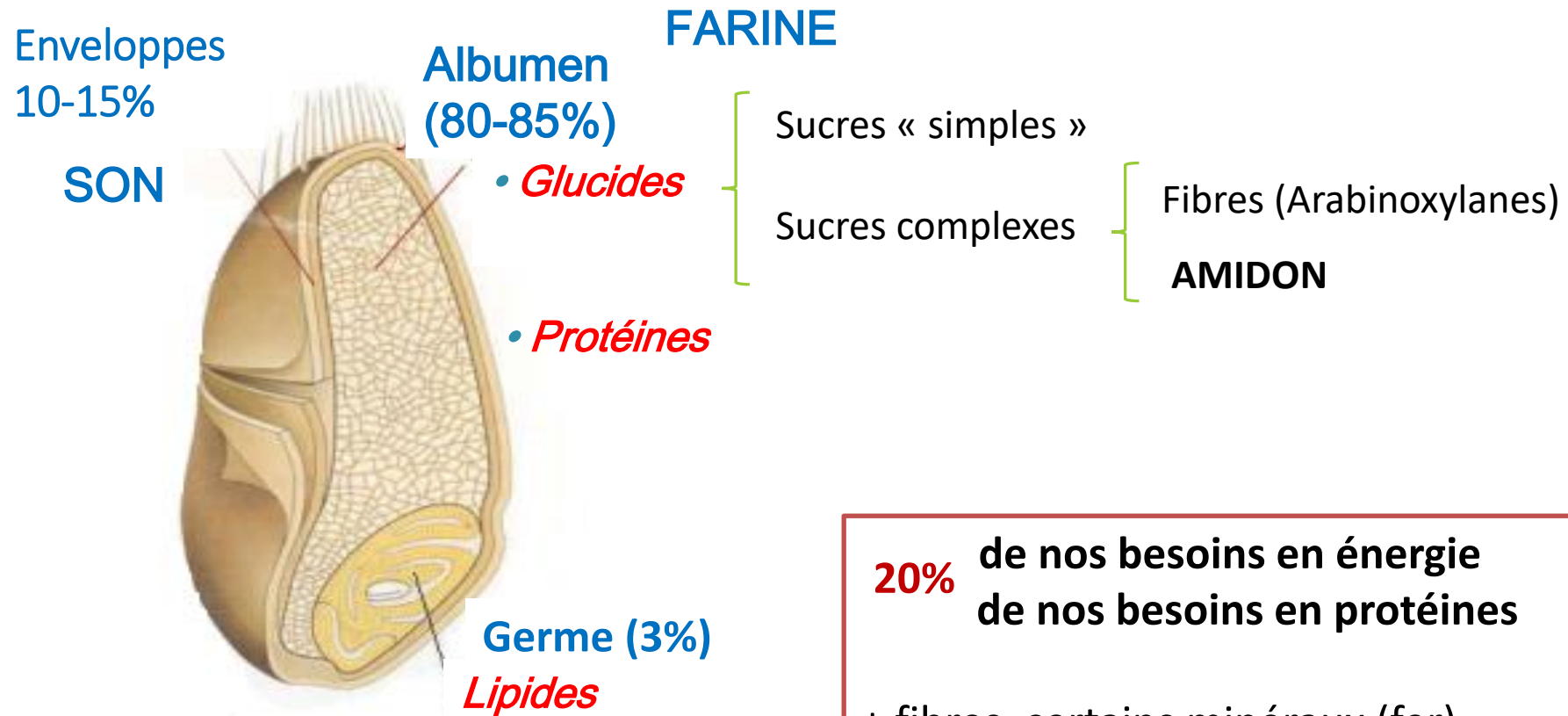
Vers la sélection de variétés de blés au gluten plus digestible?

Présentateur : Catherine Ravel

Porteurs : Catherine Ravel, Emmanuelle Bancel



# Le grain de blé

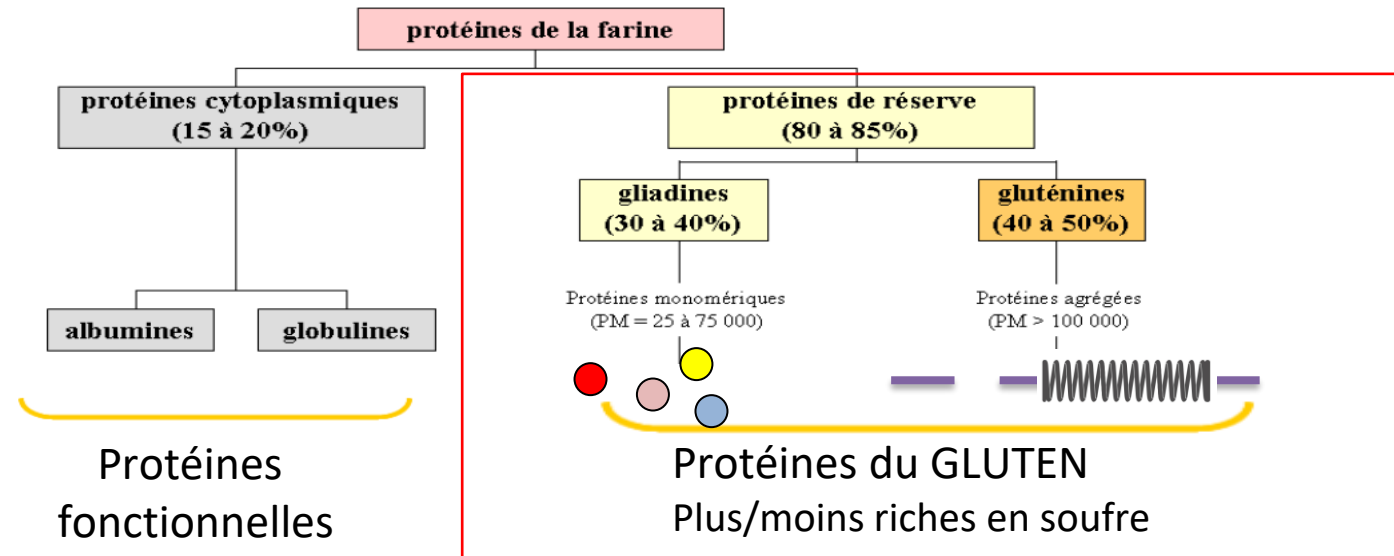
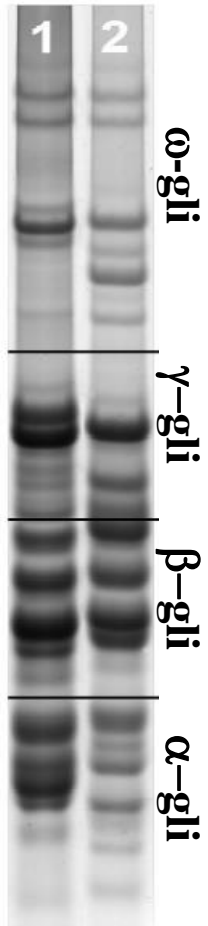


**20%** de nos besoins en énergie  
de nos besoins en protéines

+ fibres, certains minéraux (fer)  
/vitamines (certaines du groupe B)



# Ses protéines



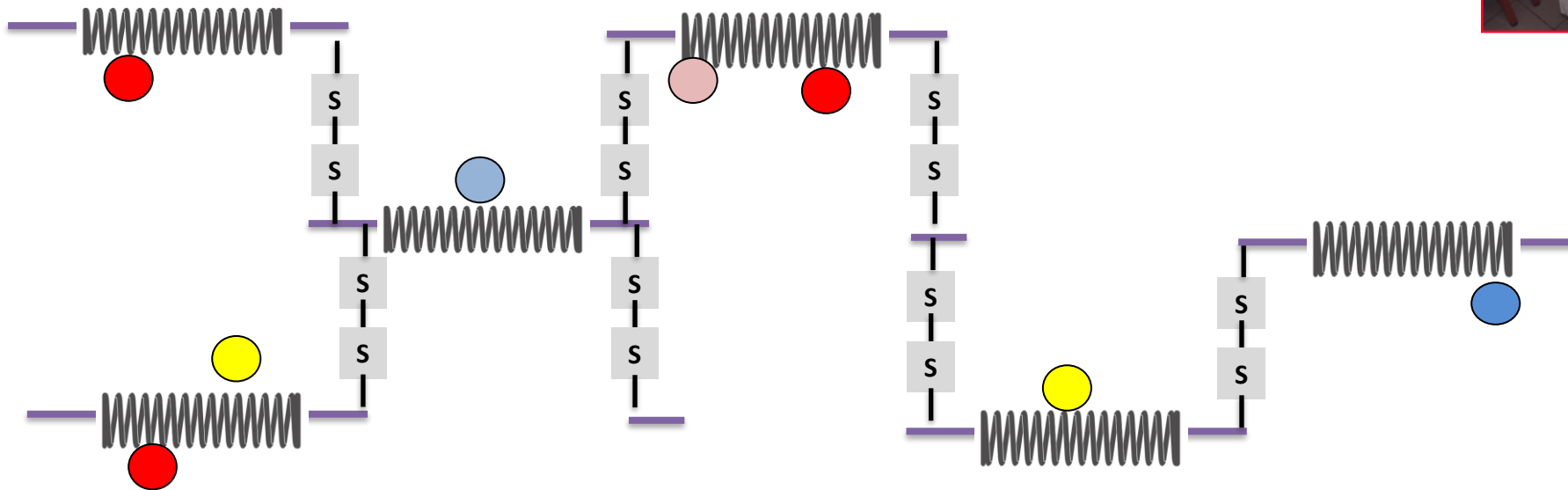
Grande variabilité des protéines de réserve  
Des similitudes de séquence avec des protéines d'autres espèces (orge, seigle, triticale)

Quelles sont les propriétés des protéines de réserve du blé?



# Ses protéines et leurs propriétés

Modèle structural simplifié du gluten, d'après Lamacchia et al., 2014



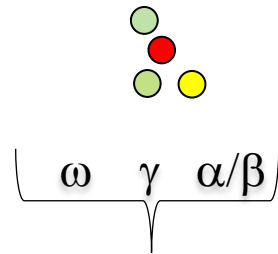
Elles sont capables de **s'agréger** après hydratation et pétrissage pour former **le réseau de gluten** qui confère à la pâte ses propriétés de **visco-élasticité**



# Ses protéines et leurs propriétés

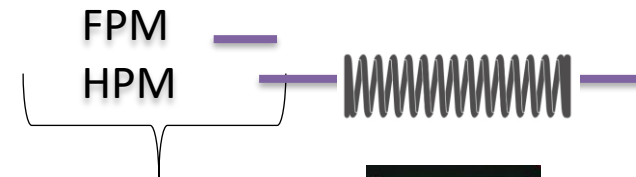


GLIADINES  
Monomères



Viscosité  
Extensibilité

GLUTENINES  
Polymères, squelette  
du réseau



Ténacité (FPM)  
Elasticité (HPM)  
Viscosité (FPM)



Le gluten confère à la pâte des propriétés de visco-élasticité uniques. Sans gluten pas de transformation! **Mais...**



# Le contexte : inquiétudes autour du gluten

L'idée que le gluten peut entraîner des **problèmes de santé**, parfaitement relayée par les médias, s'est répandue chez les consommateurs



## Contexte anxigène

Eviction **sans indication médicale** dans un contexte sociétal propice (mode du «sans », croyance, appartenance à une tribu...) au **risque d'un régime coûteux déséquilibré**, à l'origine d'autres problèmes



Plus qu'un site de rencontre



Magazine en ligne pour les personnes souffrant de particularités alimentaires

- Inquiétude sociétale autour du gluten
- Inquiétude de la filière



Le pain qui fait du bien



# Gluten et santé

D'après Sapone A, et al. 2012

Pathologies liées au gluten

Autoimmunes

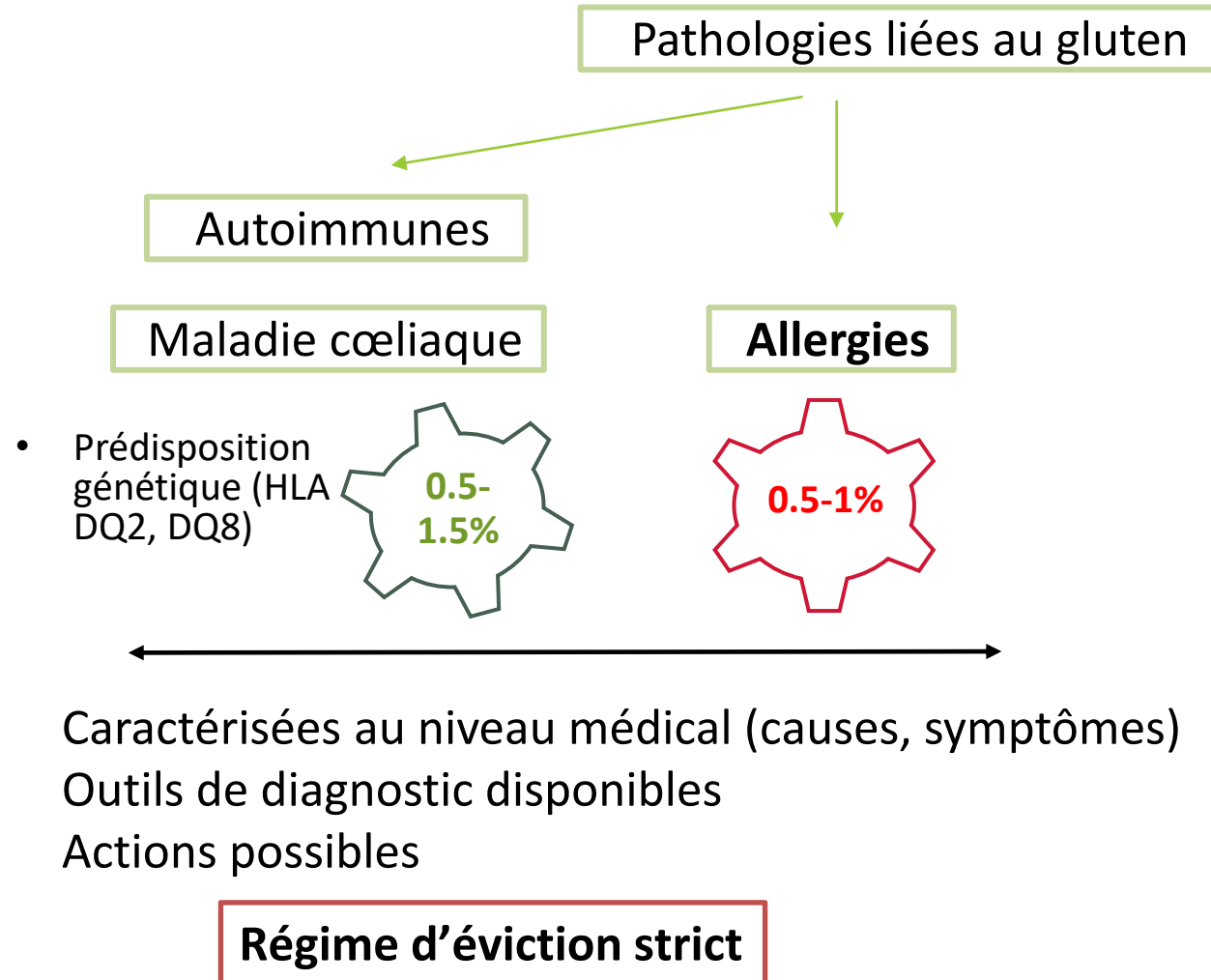
Maladie cœliaque

- Prédilection génétique (HLA DQ2, DQ8)



# Gluten et santé

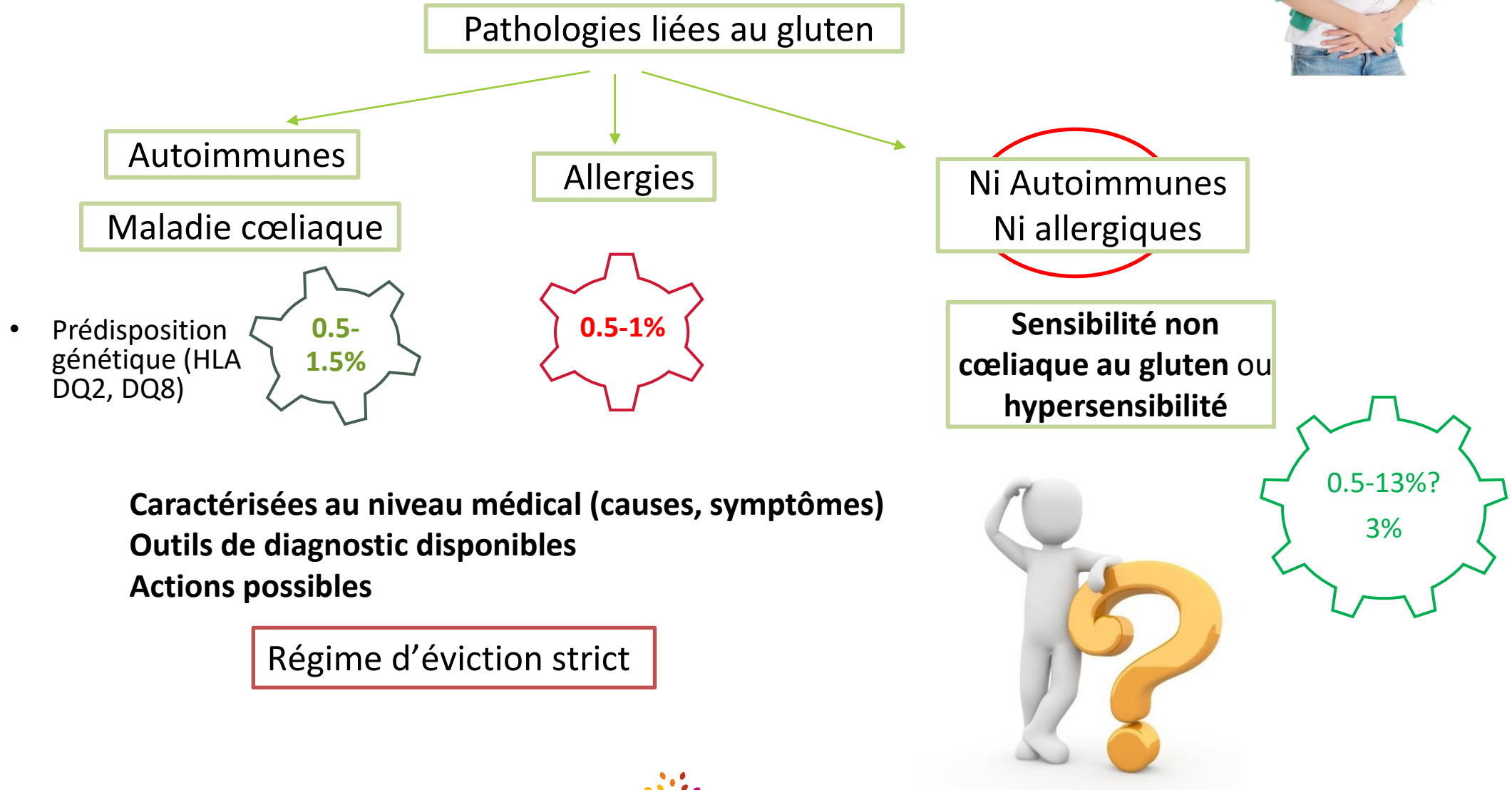
D'après Sapone A, et al. 2012





# Gluten et santé

D'après Sapone A, et al. 2012



# Gluten et santé : l'hypersensibilité

Décrite pour la 1<sup>ère</sup> fois en 1978 par Ellis & Linaker  
Littérature scientifique à partir des années 2010, deviendrait moins abondante

## Définition des Conférences de consensus (2012)

« Entité clinique au cours de laquelle l'ingestion de gluten entraîne des symptômes digestifs et/ou extradiigestifs et qui régressent sous régime sans gluten, après élimination d'une allergie au blé et d'une maladie cœliaque »

*Apparition rapide  
des symptômes  
après ingestion de  
gluten*

Absence de marqueur diagnostique : Diagnostic d'élimination

↪ **Régime sans gluten +/- strict? à vie?**

De **nombreux verrous** à lever, y compris l'implication du gluten



# GlutNsafe : un projet pour avancer



Et aussi : volonté d'identifier des caractères à prendre en compte en sélection pour améliorer la digestibilité du gluten

## Hypothèse

Le gluten serait de plus en plus résistant aux enzymes digestives :

- Sélection pour la force boulangère
- Augmentation de la taille des polymères due à l'élévation des températures pendant le remplissage



## GlutNsafe

### Objectifs :

- **Valider/infirmier l'hypothèse**
- **Identifier des caractères phénotypiques** pour améliorer la digestibilité *in vitro* des protéines



# GlutNsafe : un projet pour avancer



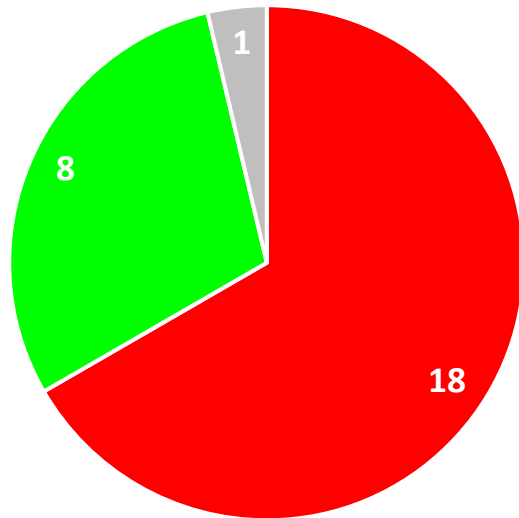
**Un choix : présenter les travaux blé dur**  
En complément, un poster général et un article blé tendre



# Acquisition des données plantes



Du matériel diversifié



■ Moderne ■ RG ■ Ancêtre

Phénotypé dans 2 environnements

	Méthode	CF (n=25)	Mp (n=26)
Teneur	NIRS/CNS	✓	✓
Composition	RP-HPLC	✓	✓
Gluten index	Glutomatic	✓	
Taille	SE_HPLC	✓	✓
Caractéristiques	A4F	✓	

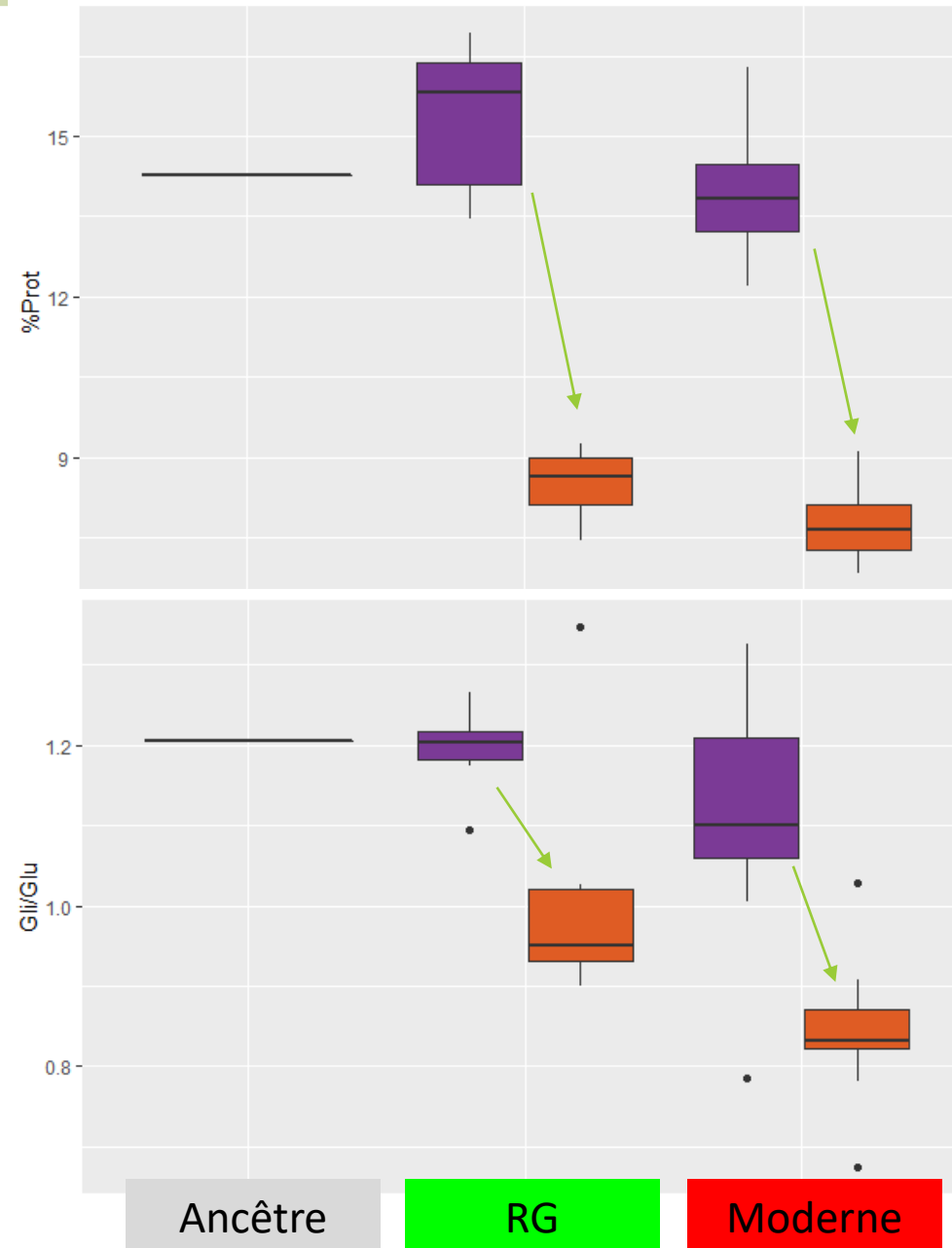
et génotypé



# Deux environnements très contrastés



Lieux  
CF  
Mp

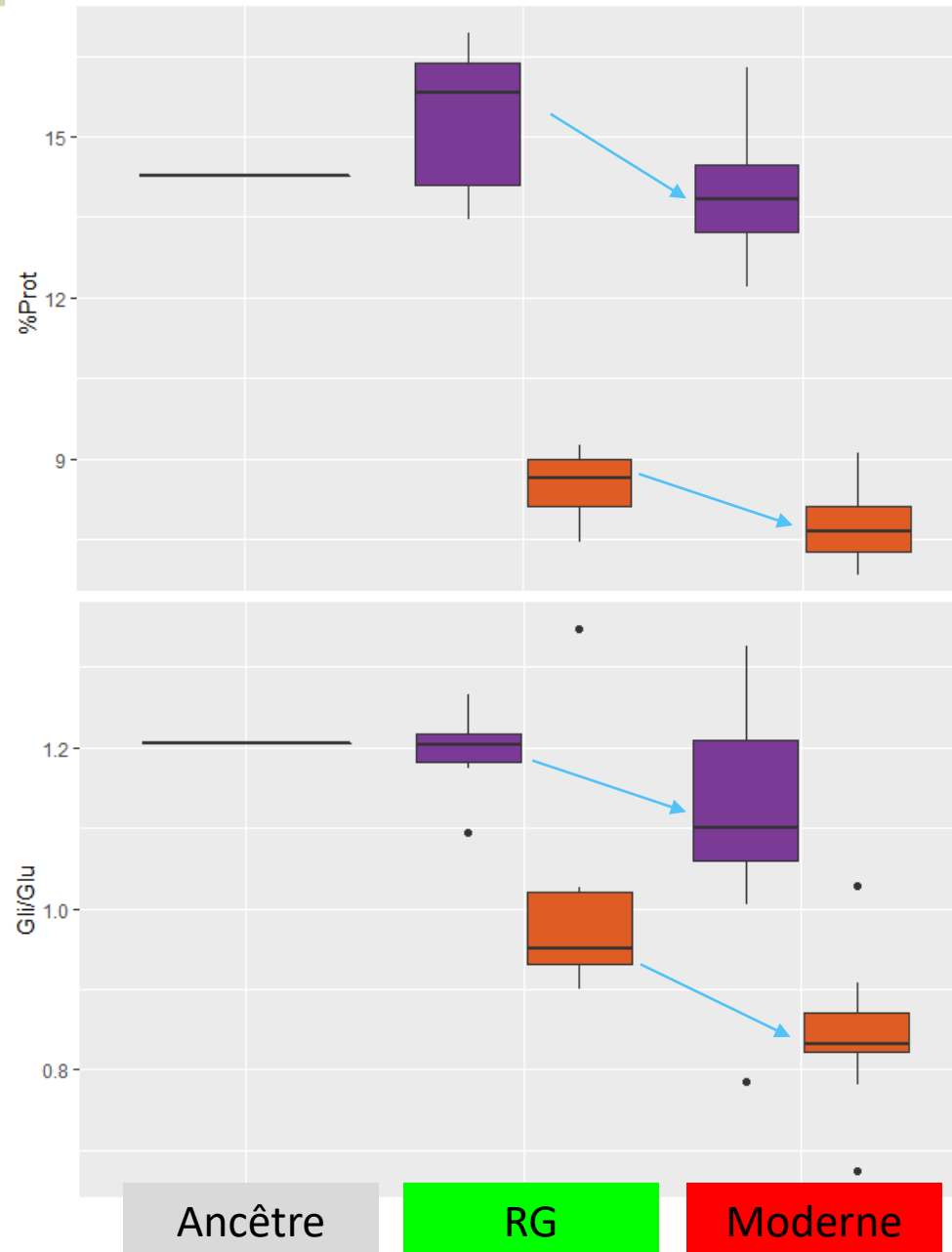


**Un effet environnement marqué** pour la teneur en protéines, et pour l'ensemble des variables

# Le groupe d'âge a aussi un effet



Lieux  
CF  
Mp



**Un effet « groupe d'âge » moins marqué**

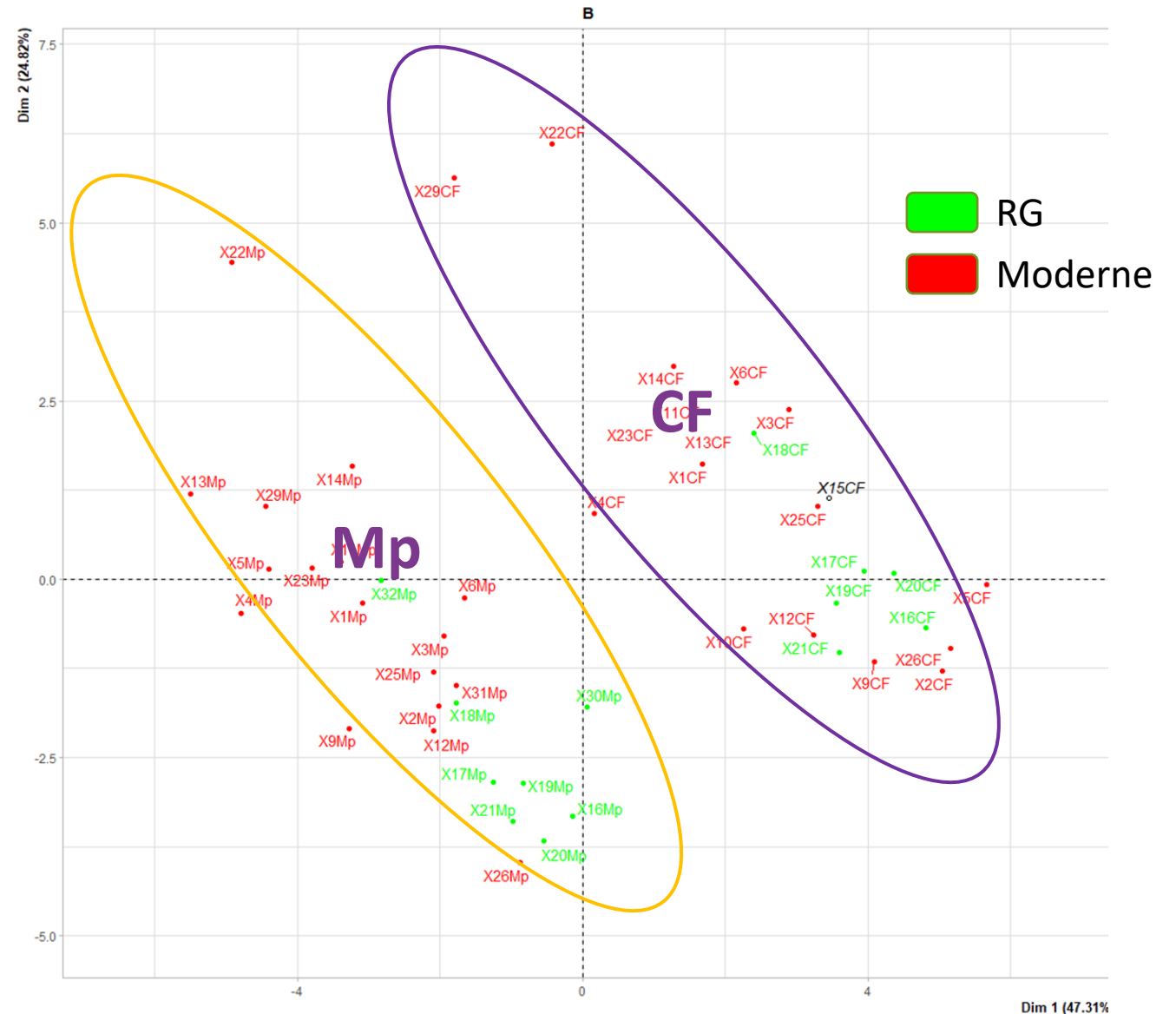
Le matériel plus ancien est plus riche en protéines et diffère du matériel plus récent pour la composition en protéines (ce sont surtout les gluténines qui sont affectées, les variétés élites en contenant plus)

# Choix du matériel contrasté à transformer



**ACP sur les variables phénotypiques confirme l'influence de l'environnement et du groupe d'âge :**

- 72% de la variabilité totale
- Deux éléments de structuration :
  - l' environnement (axe 1)
  - le groupe d'âge (axe 2)



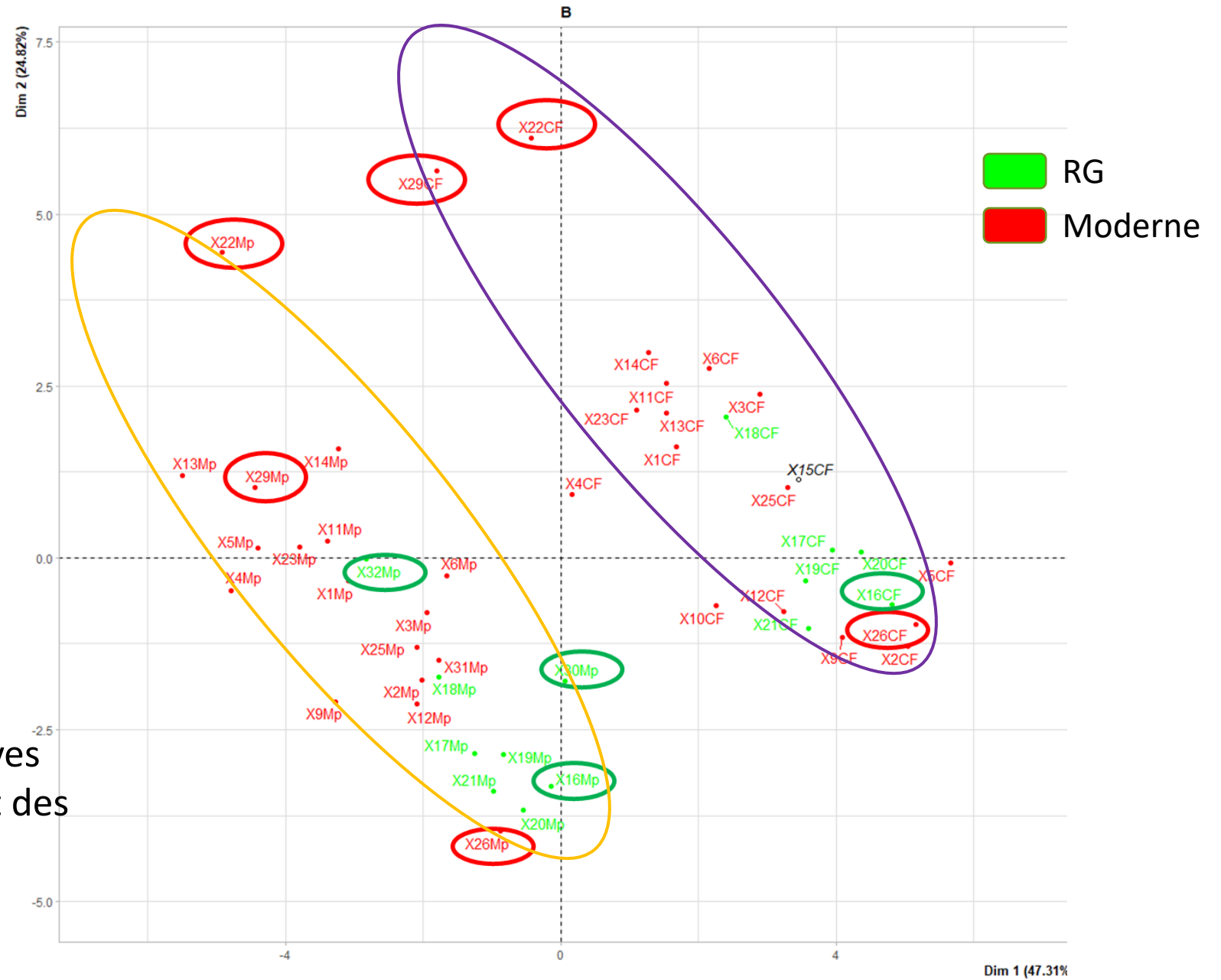


# Choix du matériel contrasté à transformer



## ACP sur les variables phénotypiques

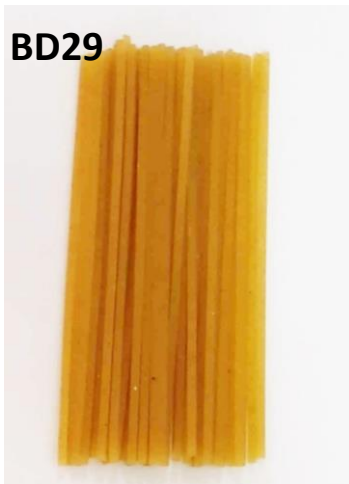
- 72% de la variabilité totale
- Deux éléments de structuration :
  - l' environnement (axe 1)
  - le groupe d'âge (axe 2)
- Des variétés à pastifier représentatives de la variabilité par environnement et des deux groupes d'âge



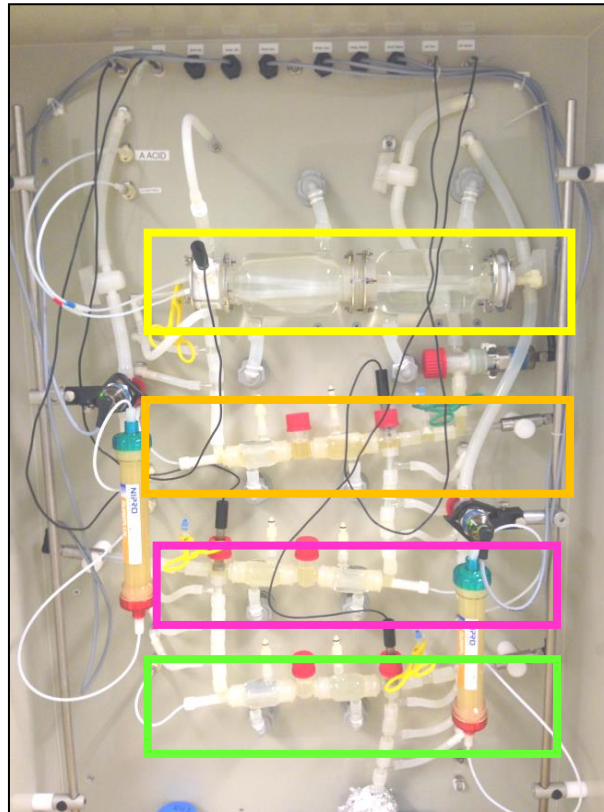
# Pastification - digestion *in vitro*

- **Pastification** selon un procédé **standard** (IATE)

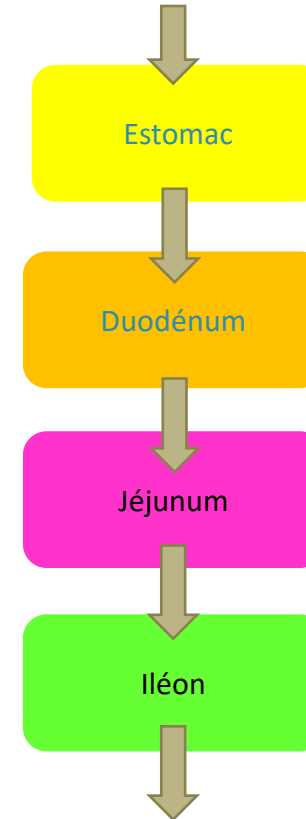
- **Deux heures de digestion *in vitro*** avec le digesteur TIM (MEDIS) qui imite la digestion gastro-intestinale d'un adulte en bonne santé



Digesteur TIM



Bol alimentaire



$N_f$

Fuites coliques  
Azote fuites coliques



# La digestibilité partielle des protéines



Mesures à 2 heures de digestion

- bilan azoté
- état agrégation par HPLC
- peptidomique

Comment refléter la digestibilité partielle des protéines?

Calcul de variables synthétiques

Ind1 = bilan azoté

Ind2.1 = bilan azoté + peptidomique

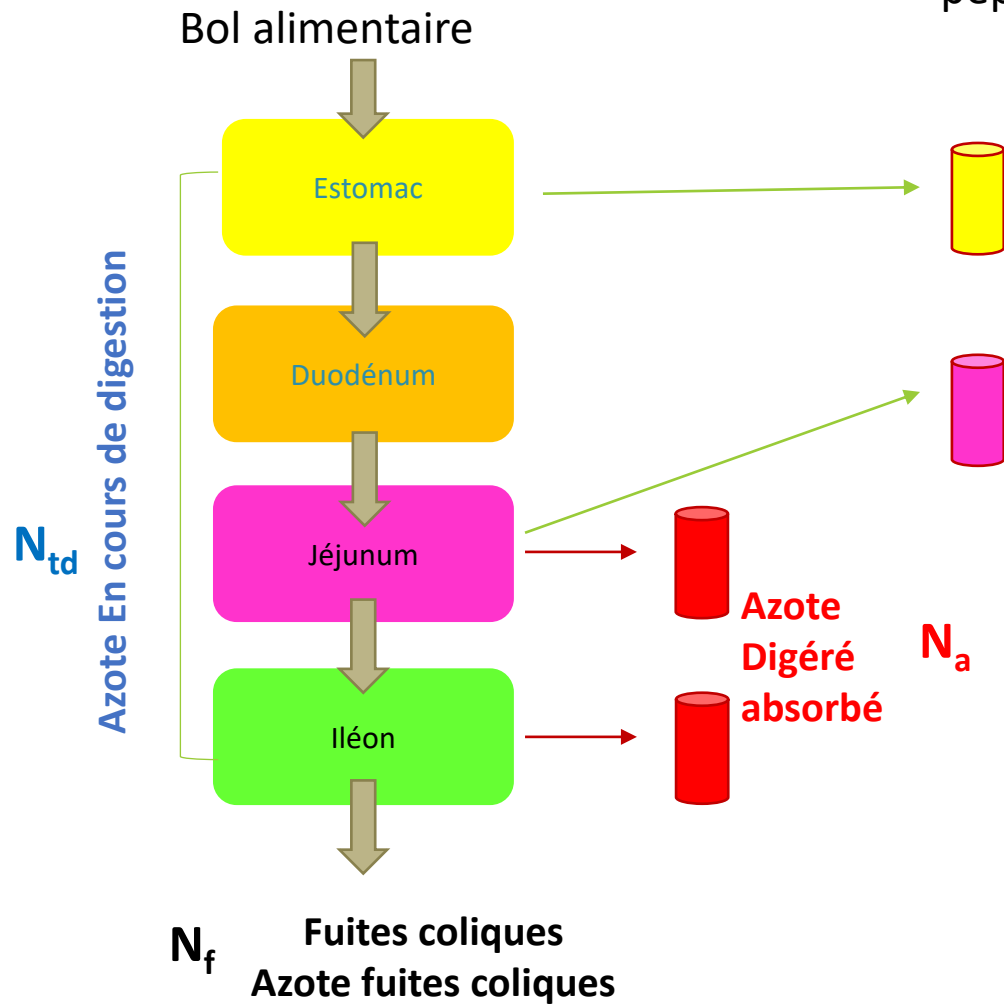
Ind2.2 = bilan azoté + HPLC

Ind3 = bilan azoté + HPLC + peptidomique

Analyses

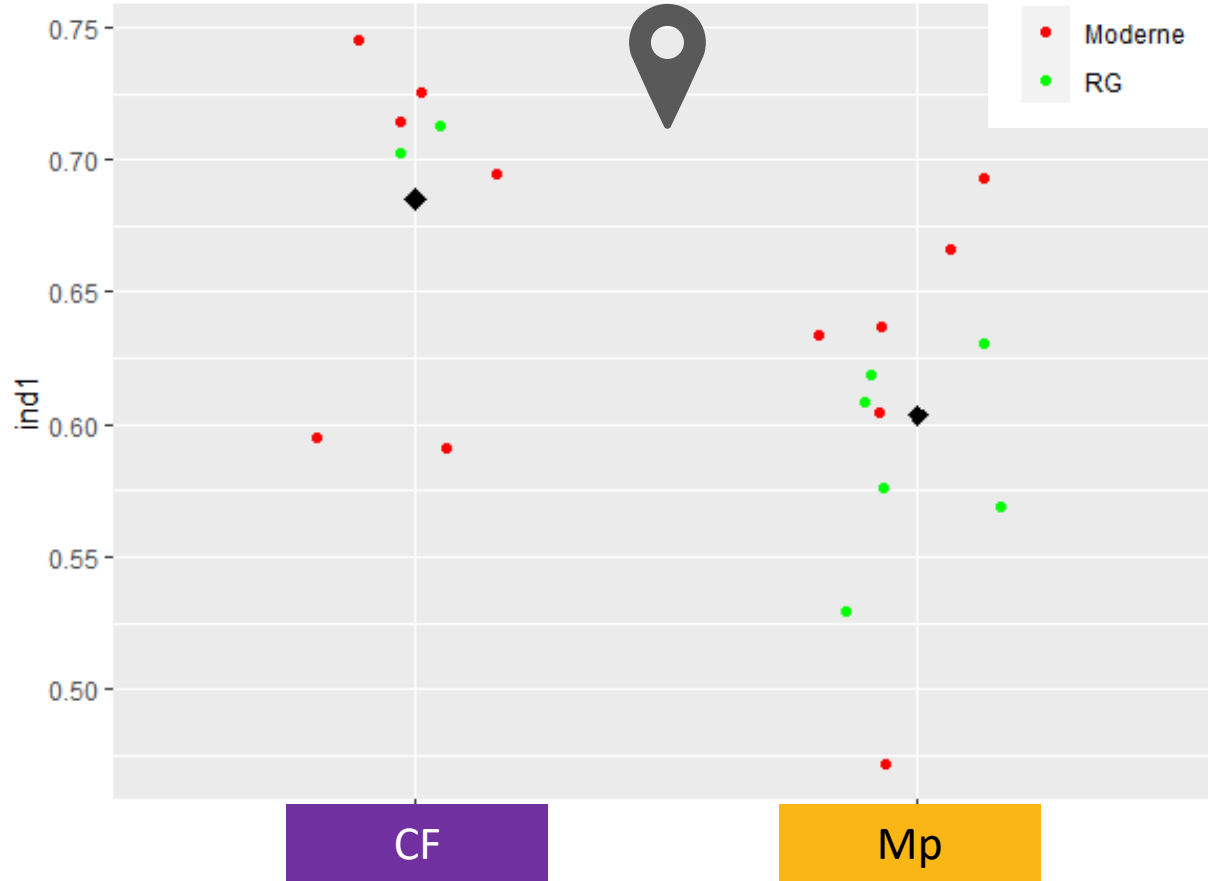
Analyse de variance

Analyse Factorielle Multiple (adaptée aux données structurées en groupes) => ind sont des variables illustratives

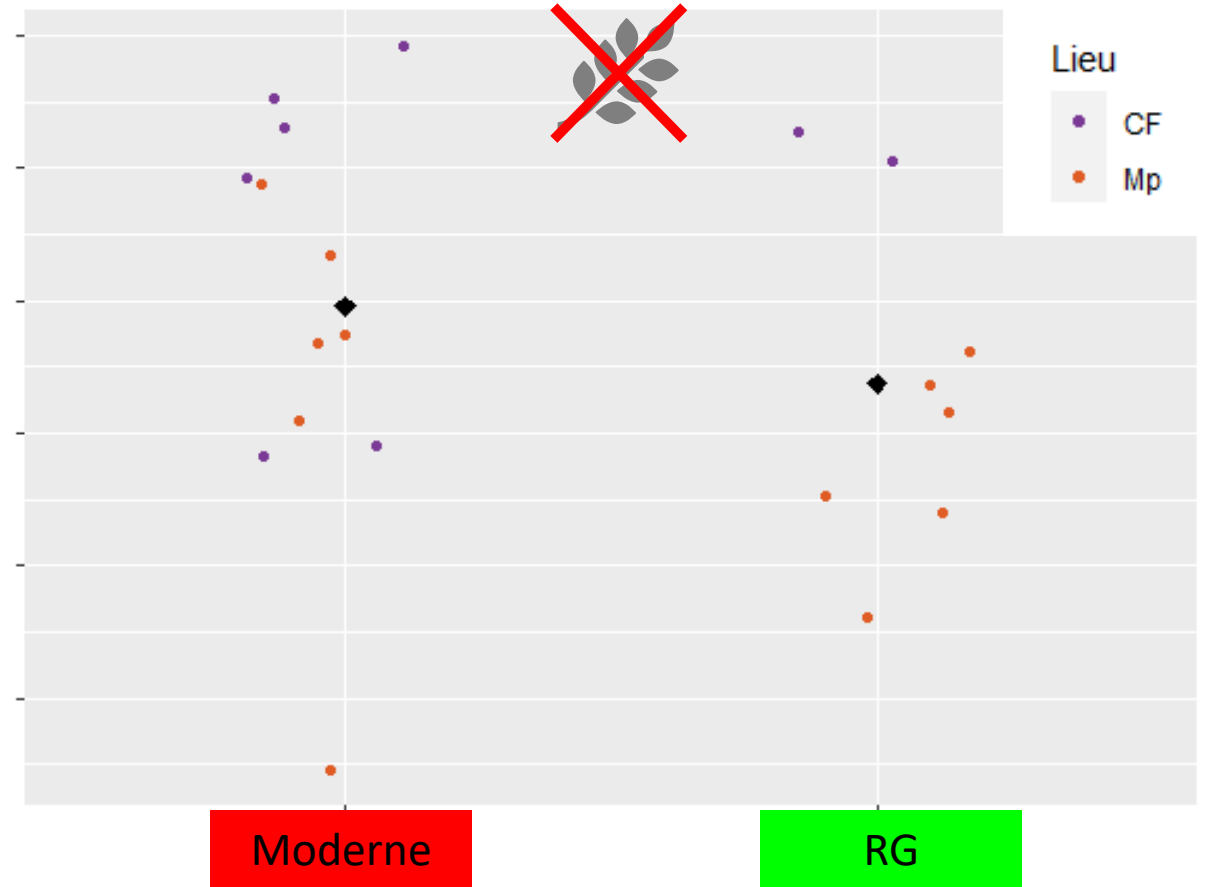


# Diversité des index de digestion (exemple : ind1)

Un effet environnement



Pas d'effet de l'âge de la variété



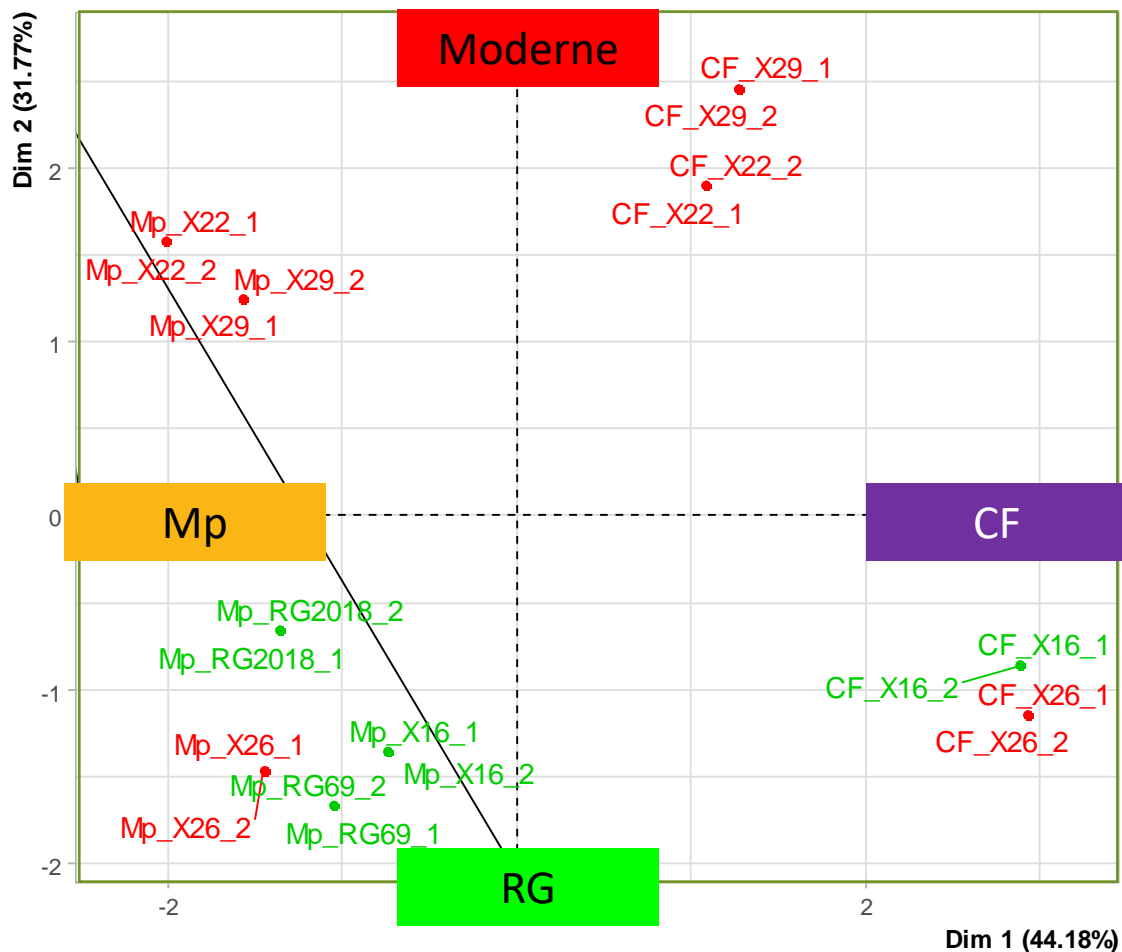
← \* →

← NS →

La digestibilité (ind1) varie entre 0,47 et 0,75



# Lien entre la digestibilité et les variables plantes



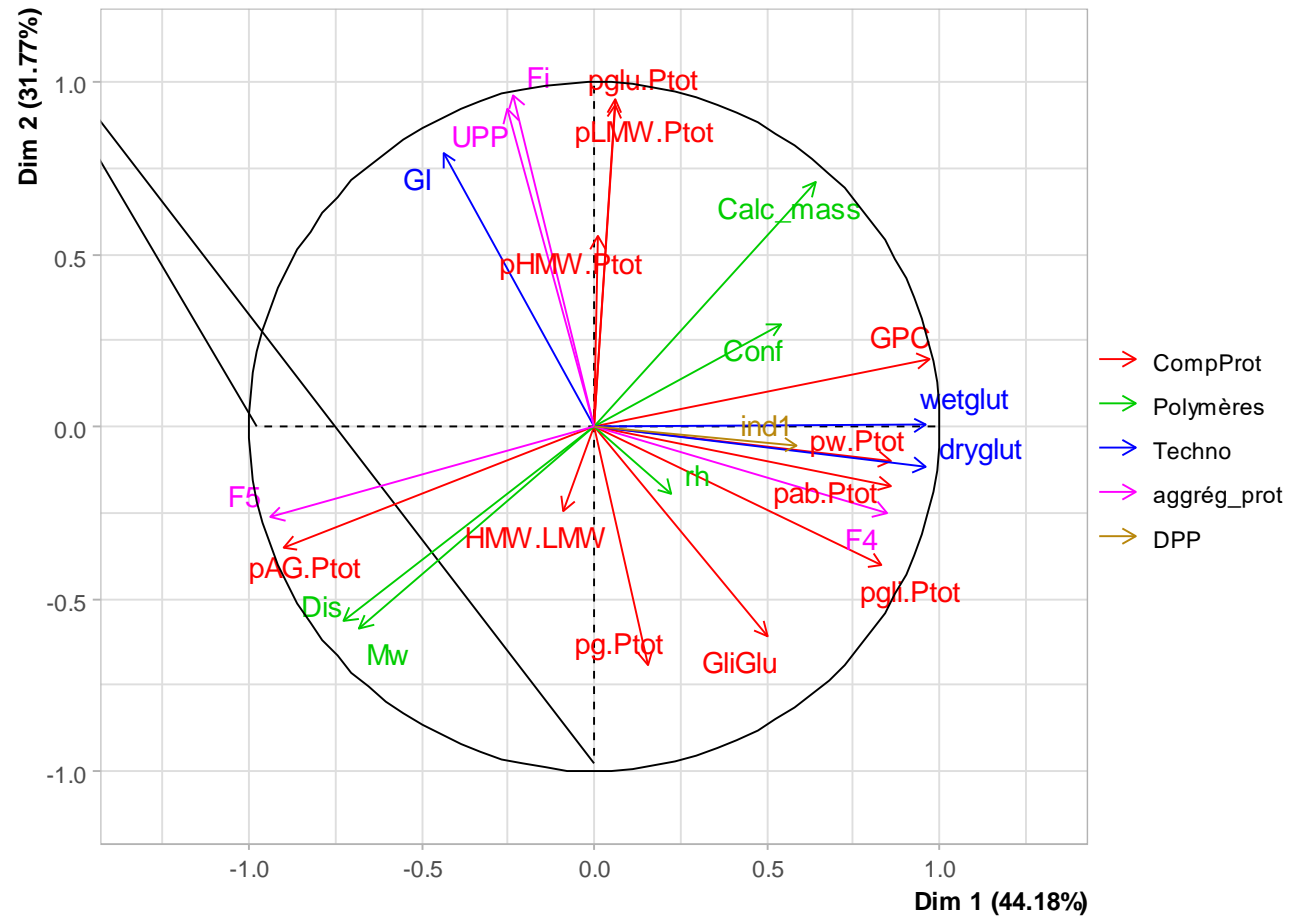
Presque 76 % de la variance totale expliquée par le plan 1-2

L'axe 1 oppose les environnements

L'axe 2 oppose les groupes d'âge



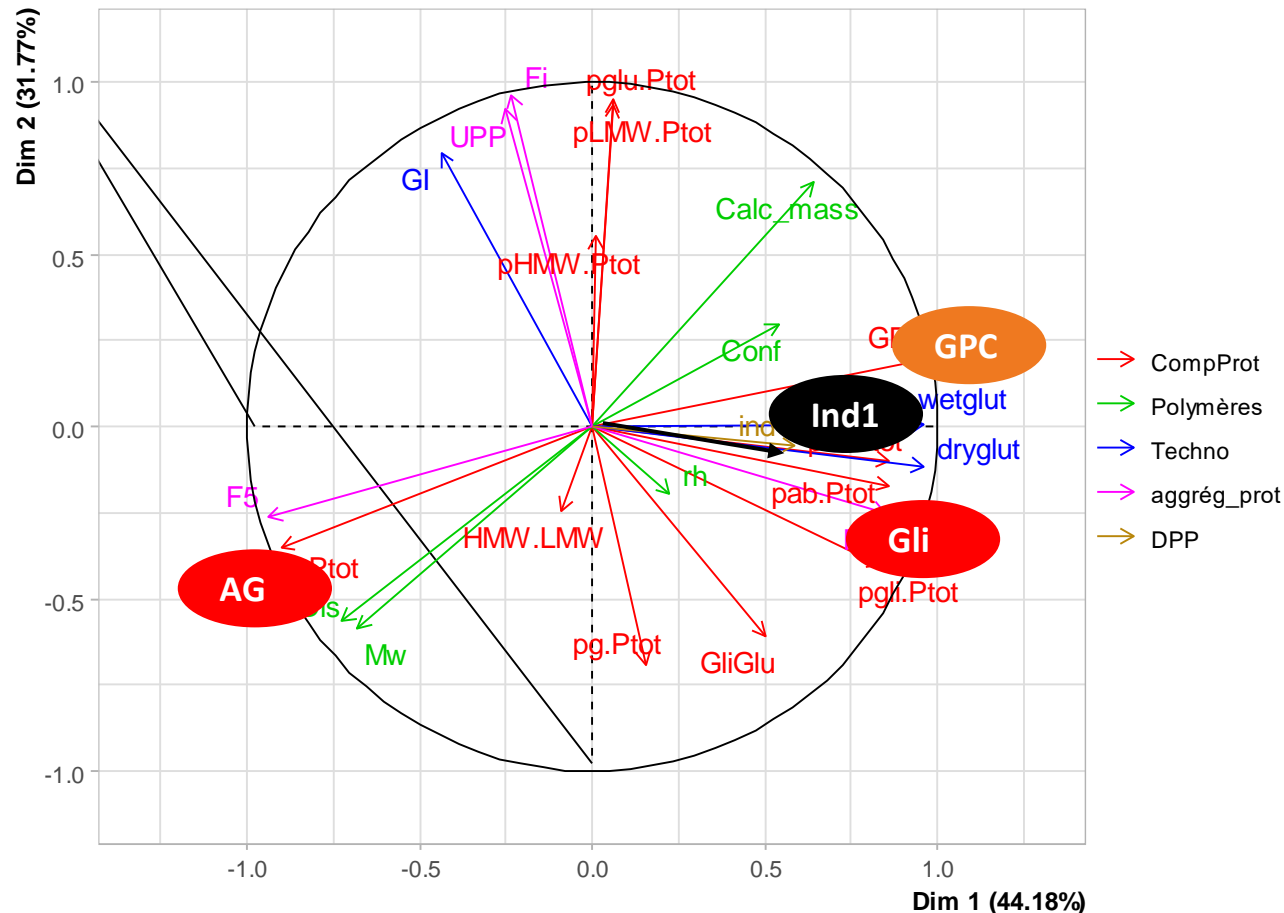
# Lien entre la digestibilité et les variables plantes



Variables avec un  $\cos^2 > 0,25$



# Lien entre la digestibilité et les variables plantes



Variables avec un  $\cos^2 > 0,25$

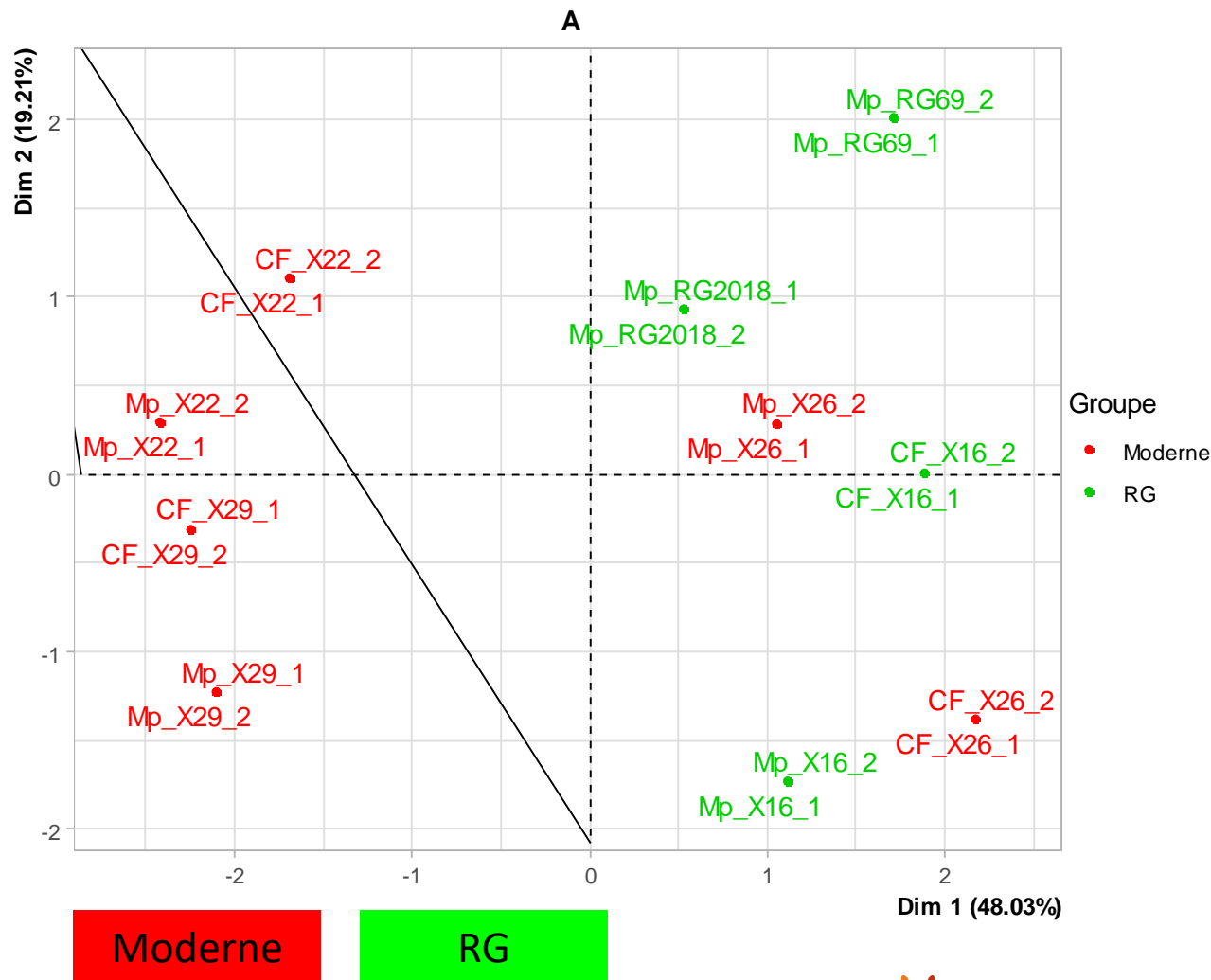
Ind1 n'est pas très bien projeté  
Il se projette sur l'axe 1  
(environnements), pas sur l'axe 2  
(groupes d'âge)

La teneur en protéines du grain  
ne semble pas s'opposer à la  
digestibilité (Ind1),  
contrairement à la proportion  
d'albumines-globulines



# Lien entre la digestibilité et les variables plantes

Après correction de l'effet environnement



Encore plus de 67% de variance totale expliquée par le plan 1-2

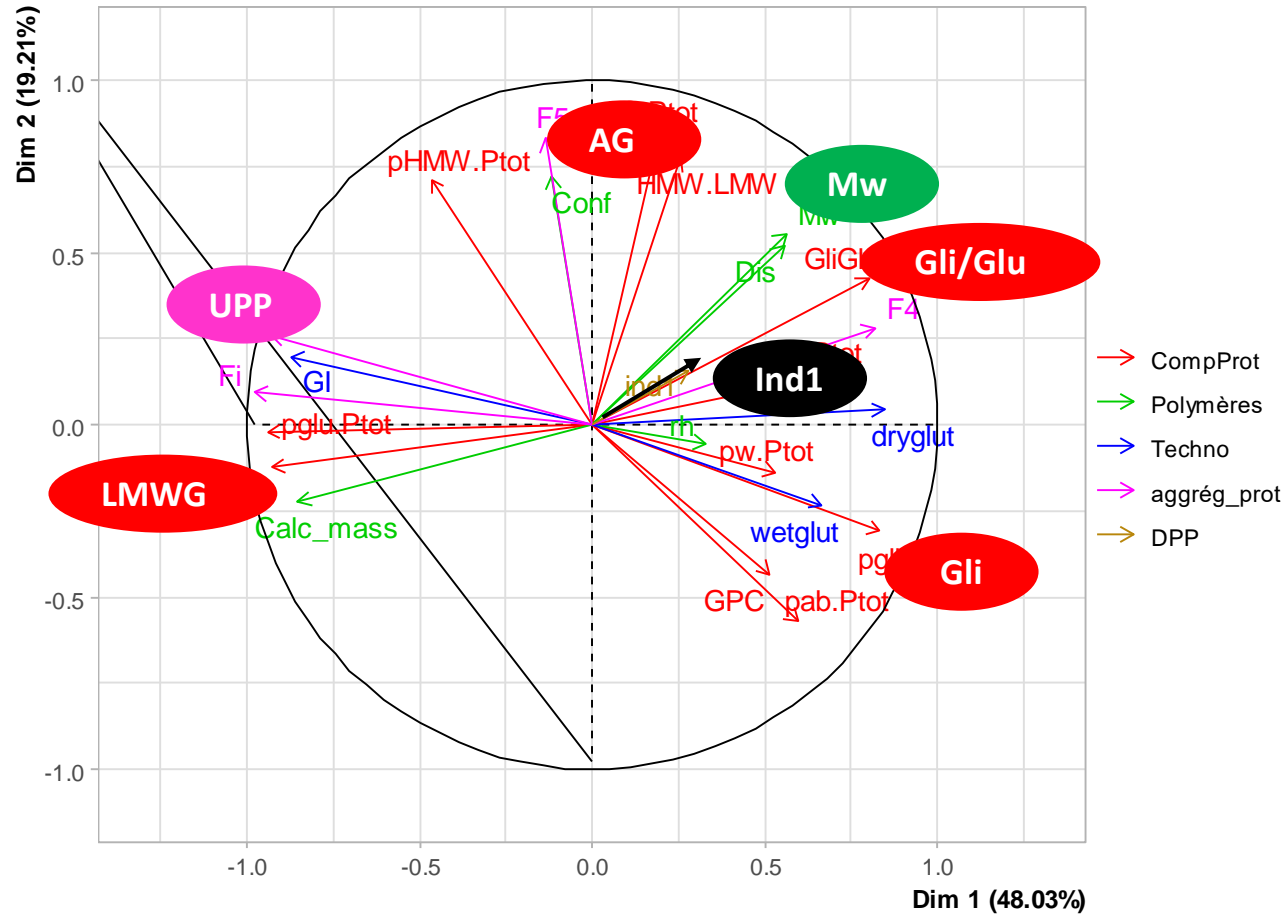
Pas de séparation nette des groupes d'âge





# Lien entre la digestibilité et les variables plantes

Après correction de l'effet lieu



Ind1 n'est pas très bien projeté  
 $\cos^2 = 0,28$

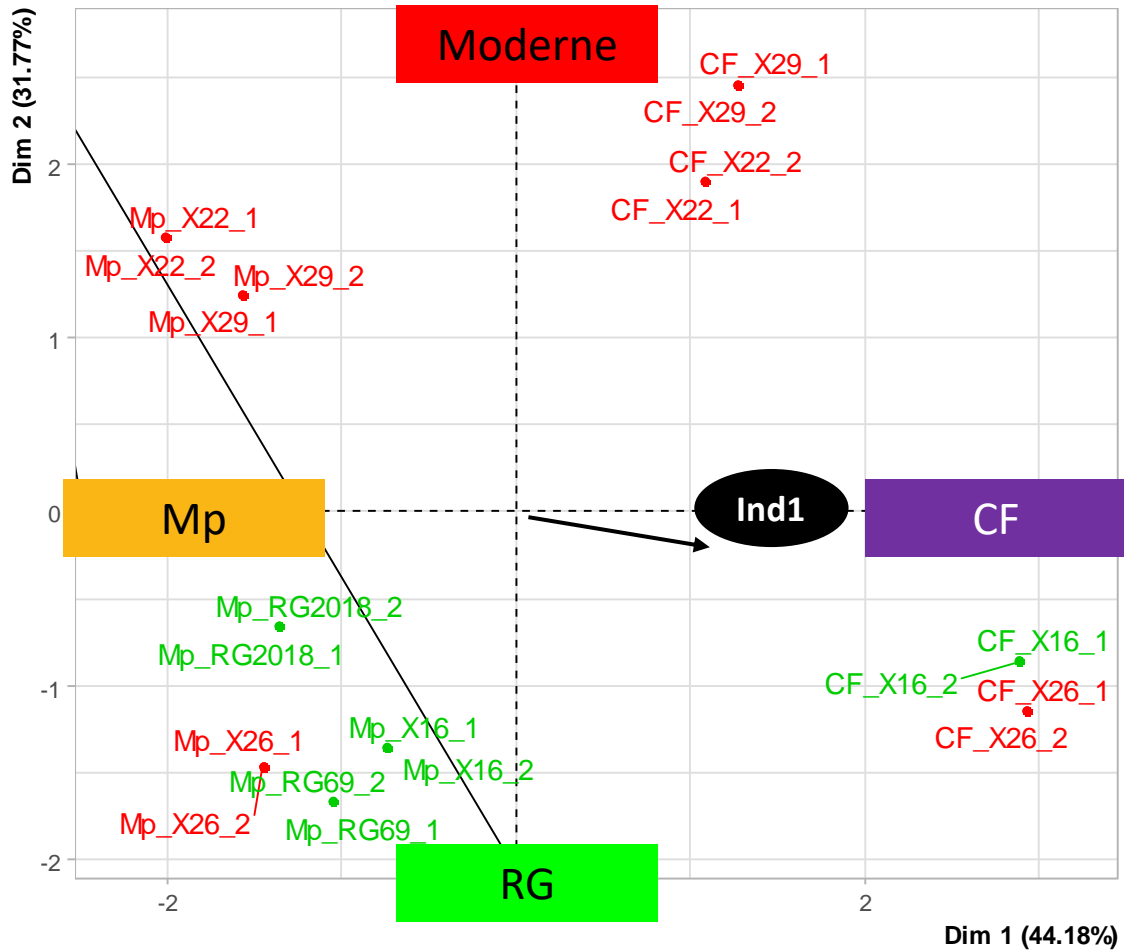
La composition en protéines de réserve semble importante pour la digestibilité (Ind1)

La masse des polymères (Mw) ne semble pas s'opposer à la digestibilité, contrairement aux UPP (proportion de polymères insolubles)



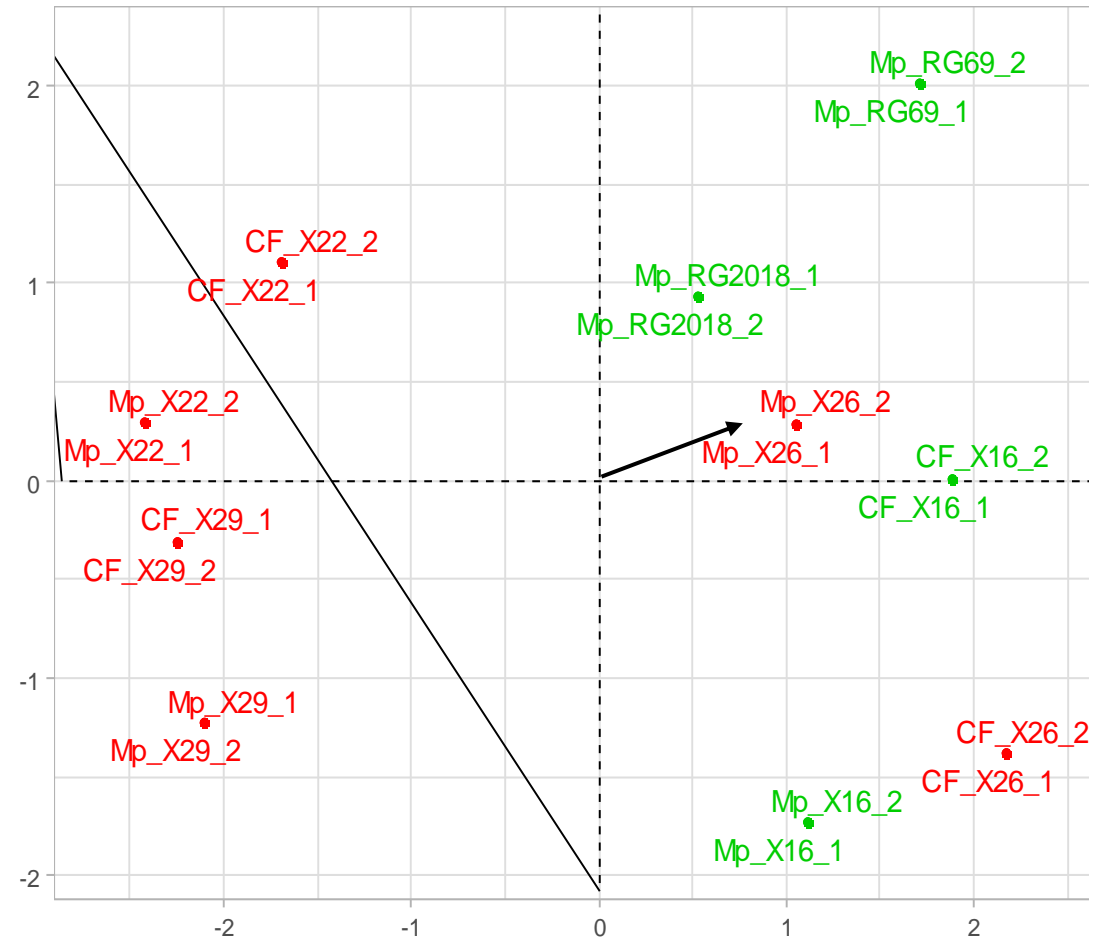
# Les « gagnants »

Avant correction de l'effet lieu



X29

Après correction de l'effet lieu



X26 et X16



# Conclusions

On observe une variabilité pour la digestibilité



La digestibilité ne dépend pas du groupe d'âge des variétés

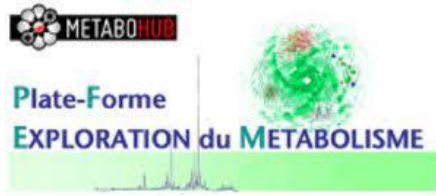
Confirmer les liens potentiels entre la digestibilité et les variables phénotypiques ( $\cos^2$  pour ind1 faible)



Peu de variétés transformées par un seul procédé



# INRAE



07/05/2022



# merci



**VEGEPOLYS VALLEY**  
CULTIVONS L'AUDACE VÉGÉTALE

