



# **Création variétale de blé de qualité avec des technologies performantes , adaptée aux exigences de la filière**

## **Brabant Cécile, Fossati Dario, Mascher Fabio**

20 mars 2015



# Besoins qualitatifs en boulangerie

- Pain traditionnel suisse

Force boulangère élevée, bonne ténacité de la pâte



- Biscuits



Type petits beurre (laminé): **pâte très extensible**, faible force boulangère, faible absorption d'eau et faible taux de protéines

Moulé: faible force boulangère, faible absorption d'eau et faible taux de protéines

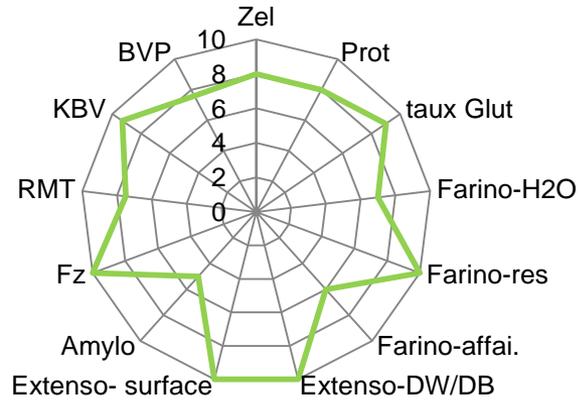
- Pousse froide, pâton congelés, buns, pain de mie, pâte feuilletée, viennoiserie

Force boulangère élevée, **taux de protéine élevé**, **forte extensibilité** de la pâte

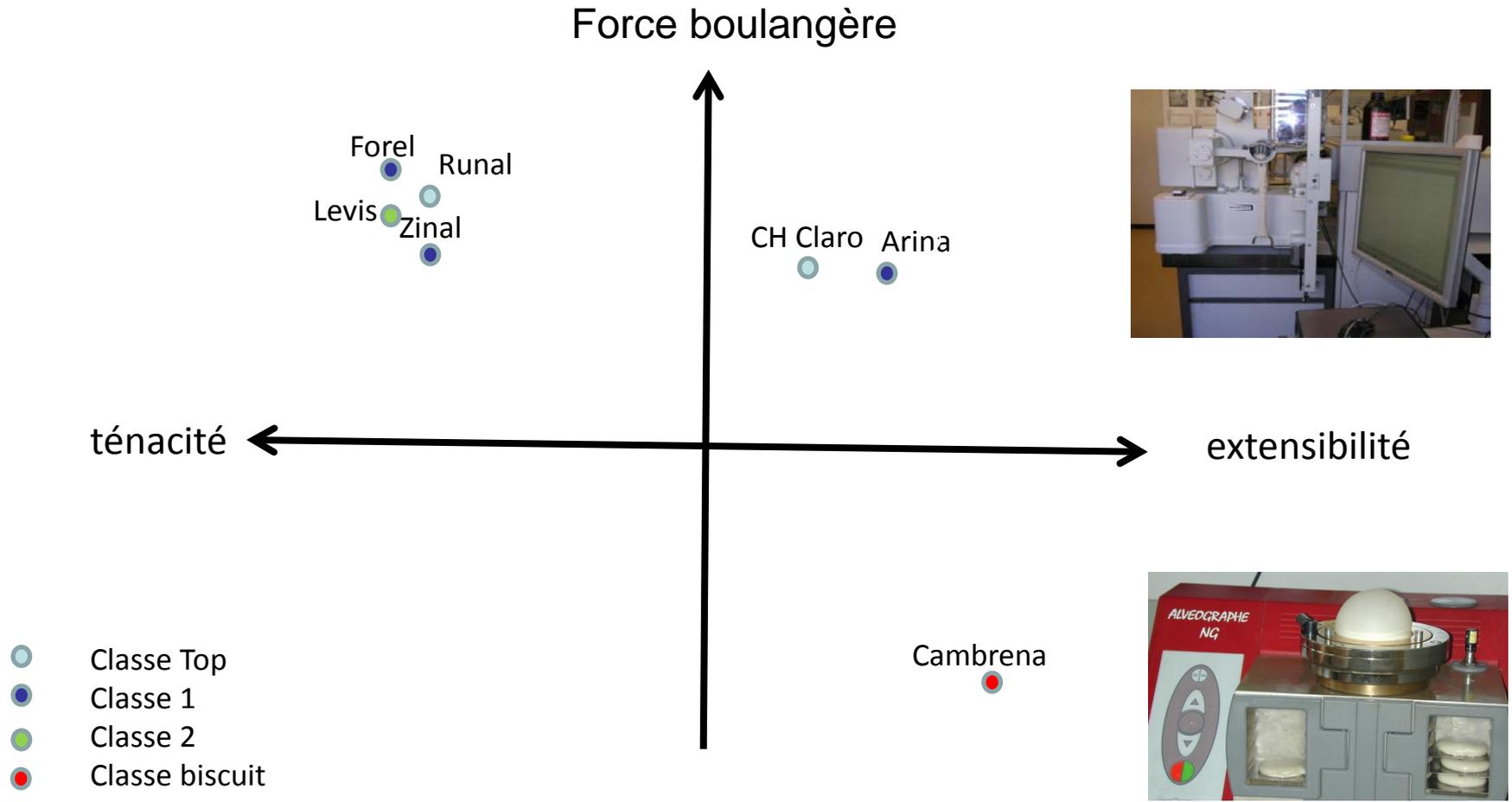




# Tests rhéologiques et de panification



# Classification selon la force boulangère et l'extensibilité

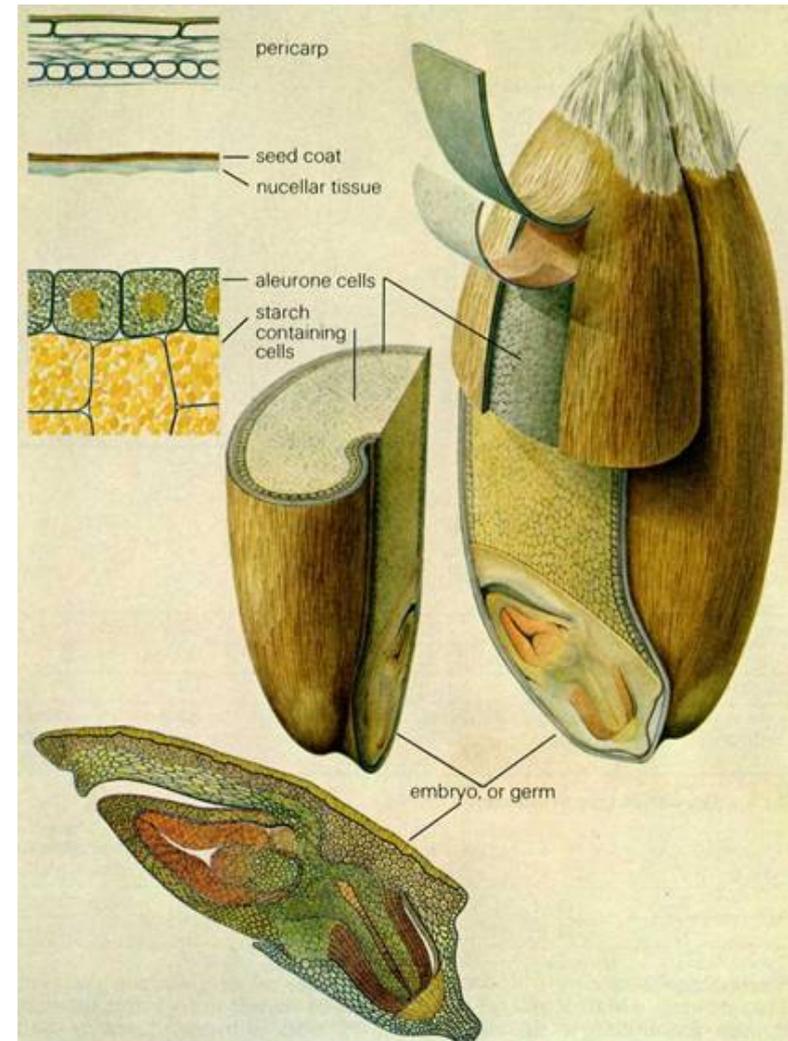




# Les protéines du blé

**Les protéines du blé**, bien que ne représentant que de **8 à 18%** du grain de blé, jouent un rôle primordial dans la qualité boulangère.

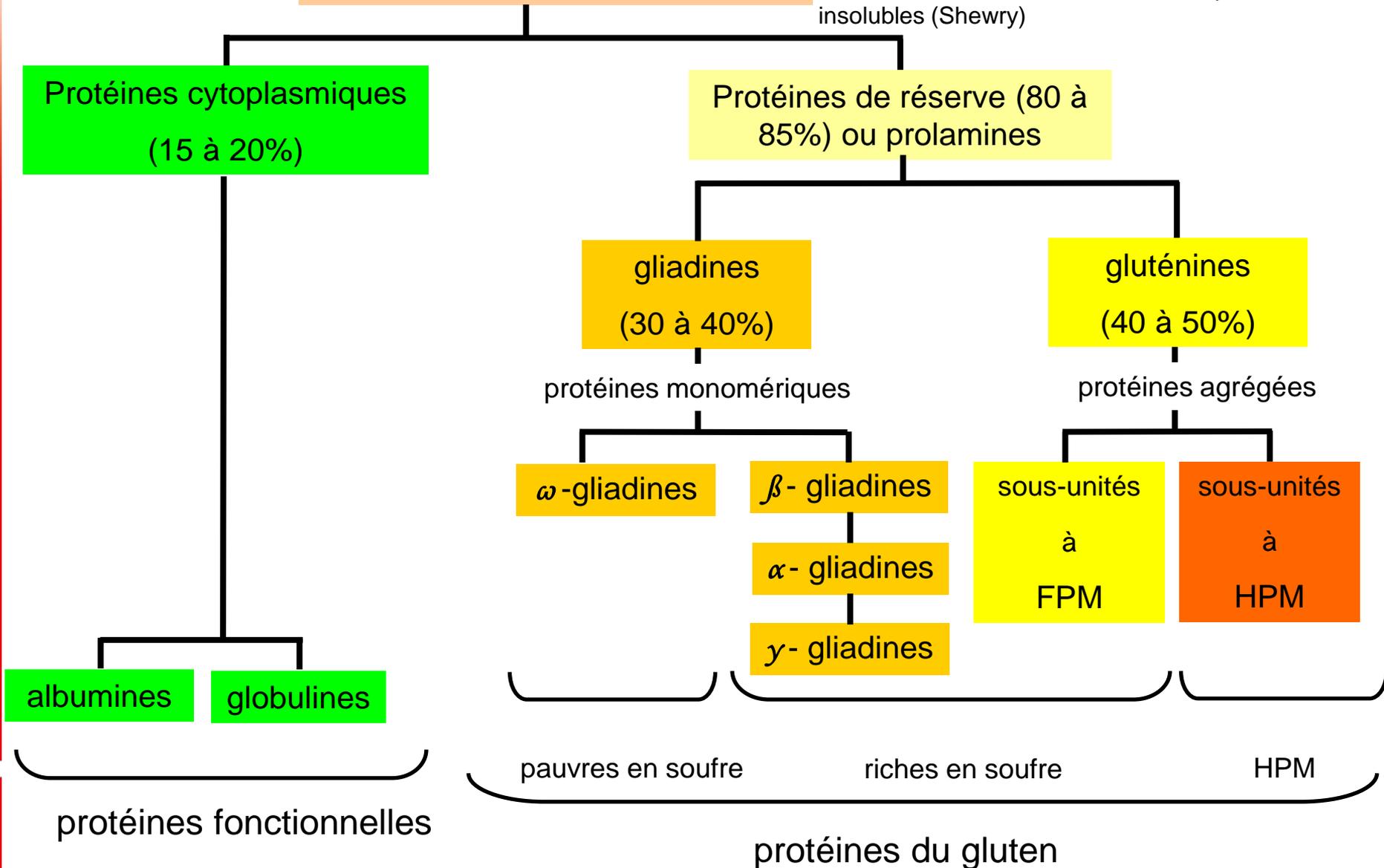
En pratique, les taux de protéines sont plutôt compris entre 10 et 15%, mais dans ces 5 %, on trouve de grandes différences de qualité: du blé fourrager au blé de force !





# Protéines de la farine

Classification selon le degré de polymérisation et la teneur en acides aminés sulfurés des protéines insolubles (Shewry)





# Objectifs et approches

## Les besoins de la filière :

Variétés avec une teneur en protéines et une extensibilité élevée combinées avec une bonne force boulangère.

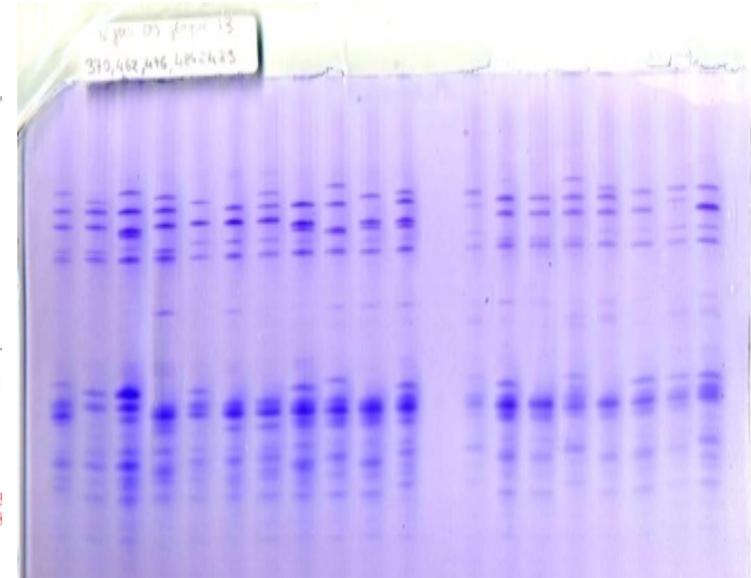
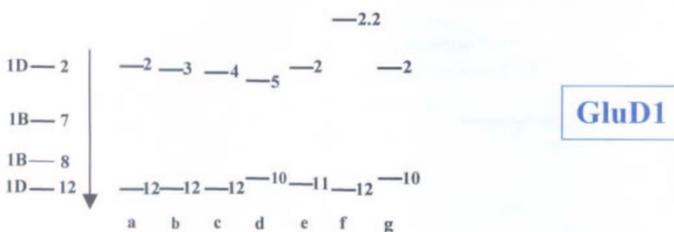
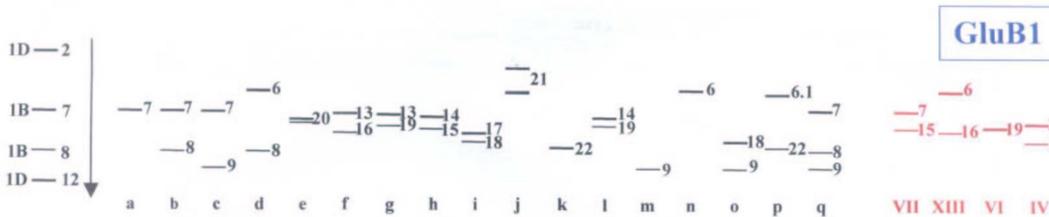
## Objectif de la présente étude:

Pour la sélection, il est important de connaître le rôle des protéines du blé sur l'extensibilité.

## Approches:

- Impact des gluténines à Haut Poids Moléculaire (HPM) et d'autres protéines sur l'extensibilité de la pâte.
- Impact des fractions protéiques des gluténines et gliadines.
- Impact du taux de protéines sur l'extensibilité de la pâte.
- Utilité du triage sur le taux de protéines pour la sélection variétale.

# Identification des gluténines à HPM par électrophorèse SDS-PAGE



- Sur les géniteurs suisses blé d'automne et blé de printemps
- Sur les variétés locales suisses
- Sur une population HD: étude de certains allèles sur la qualité boulangère

# **Effet de 3 loci et les allèles respectifs sur l'extensibilité / ténacité et la force boulangère**

Index qualitatif selon INRA/Agroscope

POINTS	Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1
0	nul		
2		6 + 8	
		20	
5		21	4 + 12
7			2 + 12
			2 + 11
8		7	
9			3 + 12
15	1		
18		7 + 8	
		17 + 18	
20		7 + 9	
30			5 + 10
	2*		
	2''		
32		13 + 16	
40		14 + 15	

**Effet des loci:**

**Locus GLU-B1 ≥ locus GLU-D1 > GLU-A1**

Brabant and al, 2006, La sélection du blé de printemps en Suisse, Revue suisse Agric. 38 (2):73-80,2006

Branlard and al., 1992, Selection indexes for quality evaluation in wheat breeding. Theor. Appl. Genetics 84, 57-64



# Composition allélique des variétés suisses

## Blé de printemps

Cultivar Name	Year of registration	HMW-GS			Quality score
		<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>	
SW1	1927	1	7 8	5 10	63
SW2	1963	1	7 9	5 10	65
SW3	1972	nul	7 8	5 10	48
SW4	1979	2*	7 9	5 10	80
SW5	1982	1	7 9	5 10	65
SW6	1984	nul	7 8	5 10	48
SW7	1986	2*	7 9	5 10	80
SW8	1987	nul	7 9	5 10	50
SW9	1991	1	14 15	2 12	42
SW10	1994	1	7 9	5 10	65
SW11	1994	2*	7 9	5 10	80
SW12	1995	1	7 9	5 10	65
SW13	1996	2*	7 9	5 10	80
SW14	1997	1	7	5 10	53
SW15	1997	nul	7 8	5 10	48
SW16	2001	1	14 15	5 10	65
SW17	2002	2*	7 9	5 10	80
SW18	2002	1	7 8	5 10	63
SW19	2004	nul	7 9	5 10	50
SW20	2004	nul	14 15	2 12	27
SW21	2004	1	7 8	5 10	63
SW22	2005	1	7 9	5 10	65
SW23	2006	1	14 15	2 12	42
SW24	2006	2*	7 9	5 10	80
SW25	2007	nul	7 9	5 10	50
SW26	2007	nul	7 8	2 12	25
SW27	2007	2*	7 9	5 10	80
SW28	2008	nul	14 15	2 12	27
SW29	2009	1	7 8	5 10	63
SW30	2009	2*	7 8	5 10	78
SW31	2010	1	7 9	5 10	65
SW32	2010	1	7 9	2 12	42
SW33	2010	2*	7 9	5 10	80
SW34	2011	nul	13 16	5 10	62
SW35	2011	2*	7 9	5 10	80
SW36	2011	2*	7 9	5 10	80
SW37	2012	1	7 9	5 10	65
SW38	2012	nul	7 9	5 10	50
SW39	2012	1	7 9	5 10	65
SW40	2013	2*	7 9	5 10	80
SW41	2013	1	7 9	5 10	65
SW42	2014	2*	7 9	5 10	80

## Blé d'automne

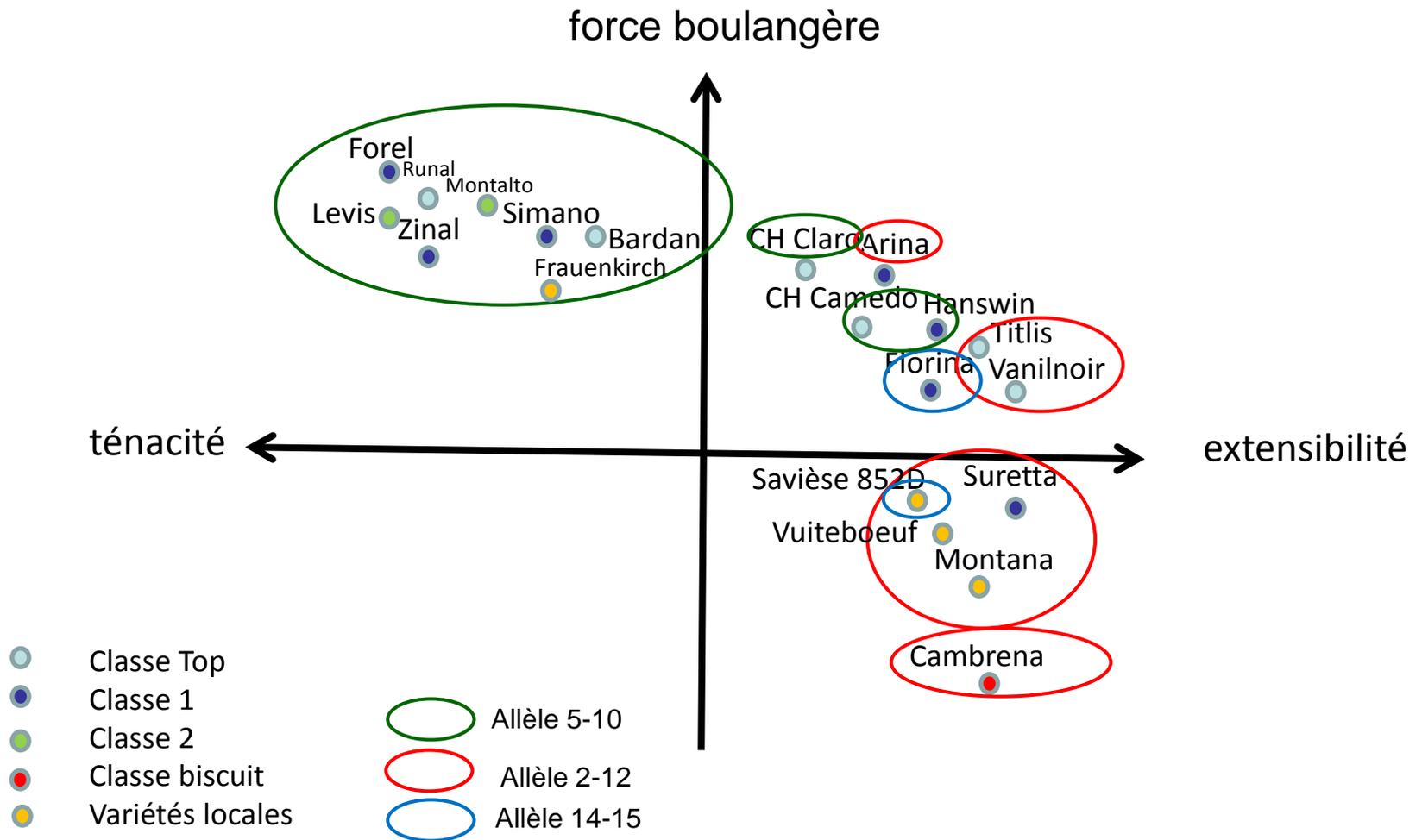
Cultivar Name	Year of registration	HMW-GS			Quality score
		<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>	
WW1	1913	nul	6 8	2 12	9
WW2	1926	nul	7	2 12	15
WW3	1926	1	6 8	2 12	24
WW4	1948	1	6 8	2 12	24
WW5	1969	nul	7 9	3 12	29
WW6	1979	nul	7 9	4 12	25
WW7	1980	2*	7 9	4 12	55
WW8	1980	2*	7 9	5 10	80
WW9	1981	nul	7 8	2 12	22
WW10	1983	nul	7 8	5 10	27
WW11	1986	nul	7 9	5 10	50
WW12	1987	nul	7 8	2 12	22
WW13	1989	1	7 8	5 10	38
WW14	1990	nul	6 8	2 12	9
WW15	1992	1	7 9	5 10	65
WW16	1993	2*	7	2 12	45
WW17	1994	nul	6 8	2 12	5
WW18	1995	1	7 9	5 10	65
WW19	1996	1	7 9	2 12	42
WW20	1996	1	7 8	2 12	40
WW21	1997	1	7 8	5 10	63
WW22	2003	2*	7 8	5 10	78
WW23	2003	nul	7 8	2 12	22
WW24	2004	1	7 8	2 12	40
WW25	2004	nul	7 8	5 10	45
WW26	2004	nul	7 8	5 10	45
WW27	2005	1	7 8	5 10	63
WW28	2006	nul	7 8	5 10	45
WW29	2006	nul	7 8	2 12	22
WW30	2007	2*	7 8	5 10	78
WW31	2007	1	7 9	5 10	65
WW32	2007	2*	7 8	5 10	78
WW33	2007	2*	7 8	5 10	78
WW34	2007	1	7 9	5 10	65
WW35	2007	2*	7 9	2 12	57
WW36	2007	1	7 9	5 10	65
WW37	2007	nul	6 8	2 12	9
WW38	2008	1	7	5 10	53
WW39	2008	nul	7 8	2 12	22
WW40	2008	nul	7 9	5 10	50
WW41	2009	nul	7 8	2 12	22
WW42	2010	1	7 8	5 10	63
WW43	2011	1	6 8	5 10	47
WW44	2011	nul	7 8	5 10	45
WW45	2011	1	7 8	2 12	40
WW46	2011	1	7 9	5 10	65
WW47	2011	nul	6 8	5 10	32
WW48	2012	1	14 15	5 10	65
WW49	2013	1	7 9	5 10	65
WW50	2013	1	7 9	5 10	65
WW51	2014	2*	7 8	5 10	78
WW52	2014	nul	7 9	5 10	50
WW53	2014	2*	7	2 12	30

# for biscuit

## Variétés locales blé d'automne

Local cultivar Name	HMW-GS	<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>	Quality score
loc2	1	7 8	2 12	40	
loc3	nul	7 8	2 12	22	
loc4	nul	7 8	2 12	22	
loc5	1	13 16	2 12	62	
loc6	1	7 8	2 12	40	
loc7	nul	14 15	4 12	52	
loc8	1	7 8	2 12	40	
loc9	1	17 18	2 12	40	
loc10	1	7 9	5 10	65	
loc11	1	7 9	5 10	65	
loc12	1	6 8	2 12	14	
loc13	1	17 18	2 12	40	
loc14	nul	7	2 12	15	
loc15	1	7 8	2 12	40	
loc16	nul	7 8	2 12	22	
loc17	1	7 9	5 10	65	
loc18	nul	7 9	2 12	27	
loc19	1	14 15	2 12	57	
loc20	nul	6 8	2 12	9	
loc21	1	7 9	2 12	42	
loc22	1	14 15	2 12	57	
loc23	1	7 8 et 7 9	2 12	41	
loc24	nul	7	2 12	15	
loc25	1	6 8	2 12	24	
loc26	nul	7	2 12	15	
loc27	1	7 8	2 12	40	
loc28	1	13 16	2 12	62	
loc29	nul	7 8	2 12	22	
loc30	1	6 8	2 12	24	
loc31	1	7 8	3 12	42	
loc32	1	17 18	2 12	40	
loc33	1	6 8	2 12	24	
loc34	2*	6 8	2 12	39	
loc35	1	7 8	2 12	40	
loc36	1	6 8	2 12	24	
loc37	nul	6 8	2 12	9	
loc38	nul	6 8	2 12	9	
loc39	1	6 8	2 12	24	
loc40	1	7 8	2 12	40	
loc41	1	7 9	2 12	42	
loc42	1	7	2 12	30	
loc43	1	14 15	2 12	47	
loc44	nul	7 8	5 10	55	
loc45	1	7 8	2 12	40	
loc46	nul	6 8	2 12	9	
loc47	nul	6 8	5 10	32	
loc48	1	7 9	5 10	65	
loc49	1	18 9	2 12	?	
loc50	1	6 8	5 10	47	
loc51	1	6 8	2 12	24	
loc52	1	7 9	2 12	42	
loc53	1	7 8	2 12	40	
loc54	1	6 8	2 12	24	

# Relation entre la qualité et les HPM



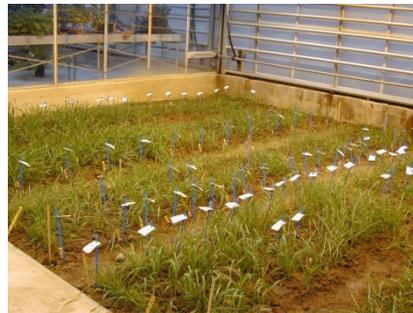
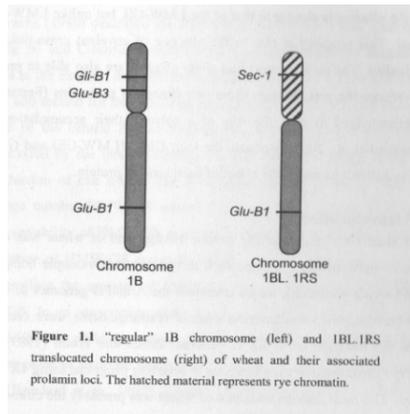
# Population haploïdes doublées

## Evaluation d'une population de 174 haploïdes doublés:

- Parent Toronit: avec translocation 1B/1R, porteur allèle j
- Parent 211.12014: sans translocation

## Etude de l'impact de 2 allèles:

- j (signe de la translocation 1B/1R, allèle null)
- 2'' (nouvellement décrit)

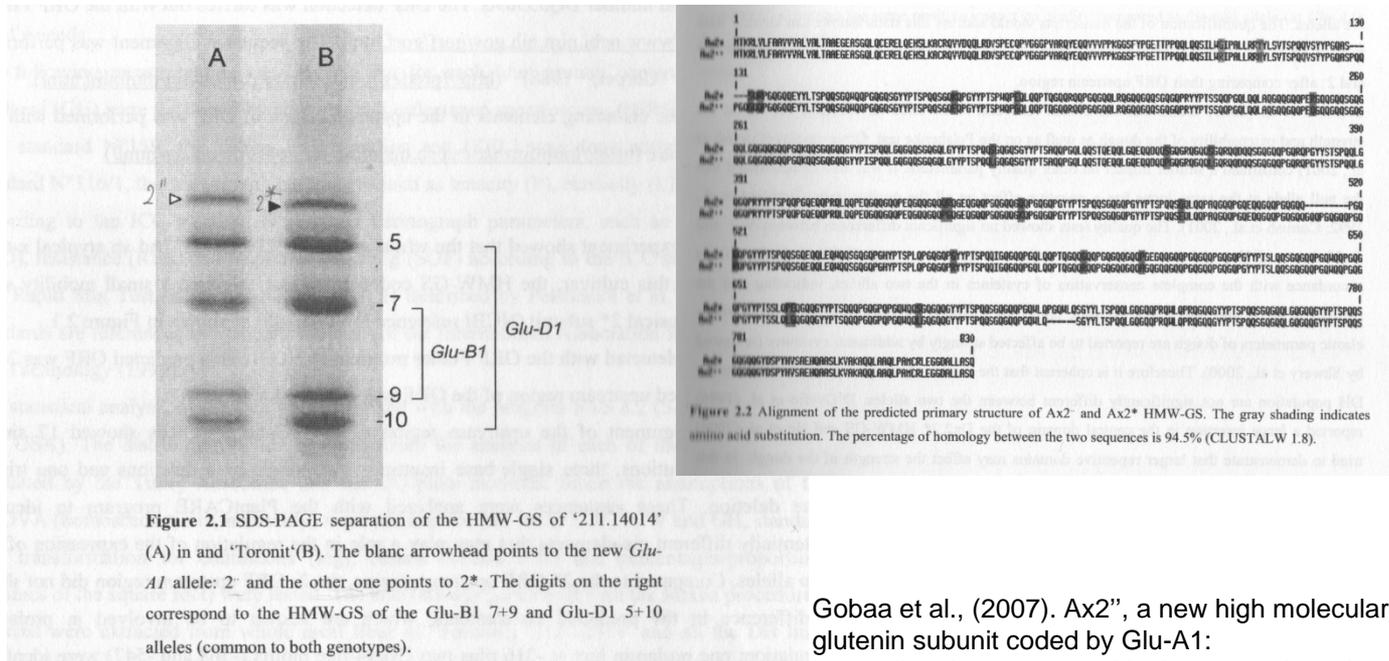


La translocation 1B/1R a été utilisée pour apporter des résistances du seigle dans le blé. Elle améliore généralement le rendement.



# Impact de l'allèle 2''

- Le nouvel allèle 2'' est aussi performant que l'allèle 2\* en terme de rhéologie et ceci s'explique par une composition en acides aminés très semblables



Gobaa et al., (2007). Ax2'', a new high molecular weight glutenin subunit coded by *Glu-A1*: its predicted structure and its impact on bread-making quality  
 Published in Plant Breeding.



# Impact de l'allèle j (1B/1R)

L'allèle j s'est montré défavorable sur tous les tests rhéologiques :

- réduction de la ténacité, de l'extensibilité, de la force boulangère
- réduction de la gélatinisation de l'amidon

Par contre :

- augmentation du taux de protéines et du volume du pain

Gobaa et al. (2008), Effect of 1BL.1 RS translocation and of the Glu-B3 variation on bread-making quality tests in a doubled haploid population  
[Journal of Cereal Science.](#)



# Analyse du protéome de la population

Des électrophorèses bidimensionnelles sur 16 lignées de la population ayant ou non la translocation ont permis de montrer que :

- **des  $\gamma$  – gliadines** étaient responsables du meilleur volume de pain chez les lignées transloquées
- une fraction monomérique des  **$\alpha$  – gliadines** a été trouvée chez les lignées de forte extensibilité
- l'absence d'un **inhibiteur dimeric d'alpha amylase** serait responsable du défaut de gélatinisation de l'amidon dans ces lignées

Gobaa et al. (2007), Proteomic analysis of wheat recombinant inbred lines (Part I): effect of 1BL.1RS translocation on the wheat grain proteome. Published in Proteomics

Gobaa et al. (2007), Proteomic analysis of wheat recombinant inbred lines (Part II): variations in prolamin and dough rheology. Published in Journal of Cereal Science

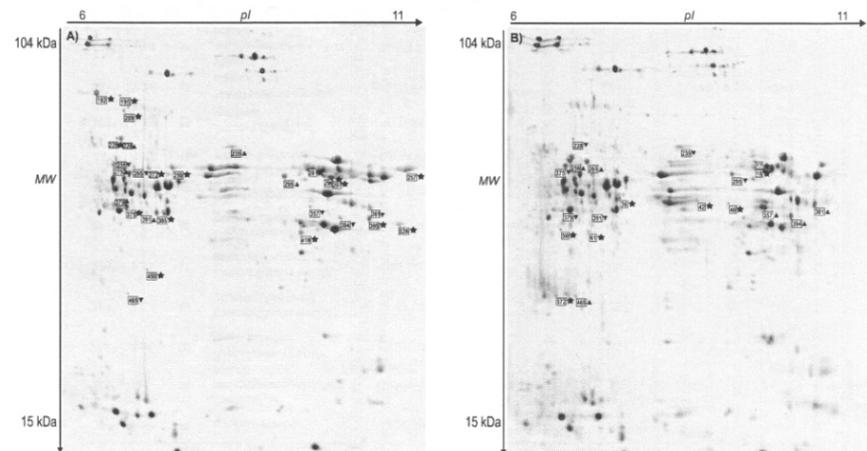
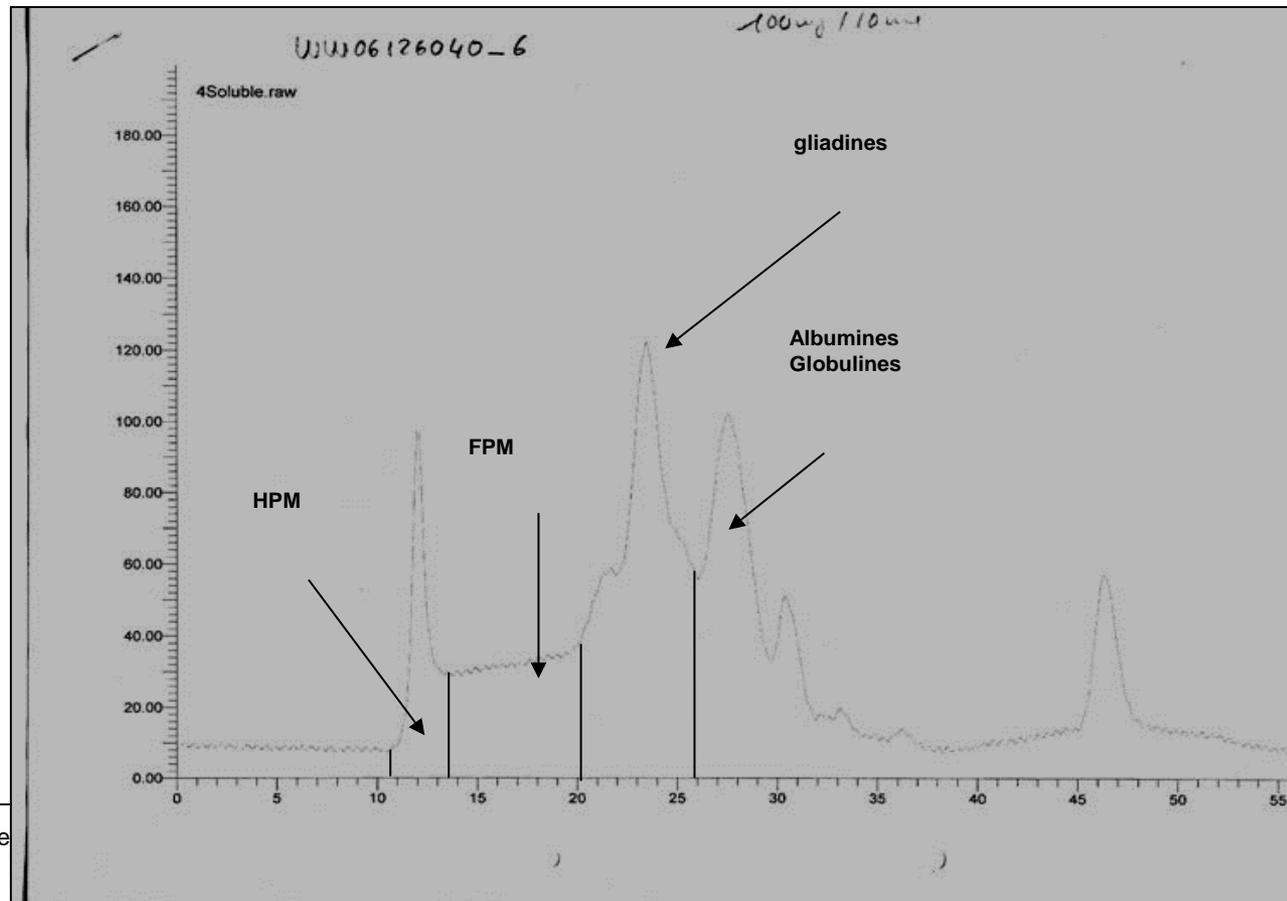


Figure 4.2 IPG X SDS-PAGE of wheat endosperm using 6-11 immobilized gradient strips. Proteins were stained with Coomassie blue. A): 2-DE of DH line 516 having a regular 1B chromosome. B): 2-DE of DH line 515 having the 1BL.1RS translocation.  $\blacktriangle$ : up-regulated spot (at  $p < 0.01$ );  $\blacktriangledown$ : down-regulated spot (at  $p < 0.001$ );  $\star$ : spot appearing specifically in the corresponding class of genotypes.



# Impact des fractions protéiques sur la qualité

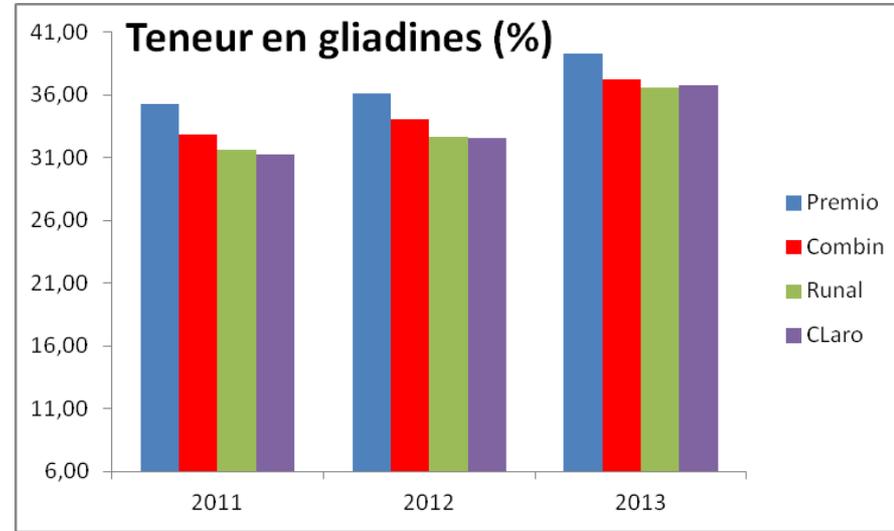
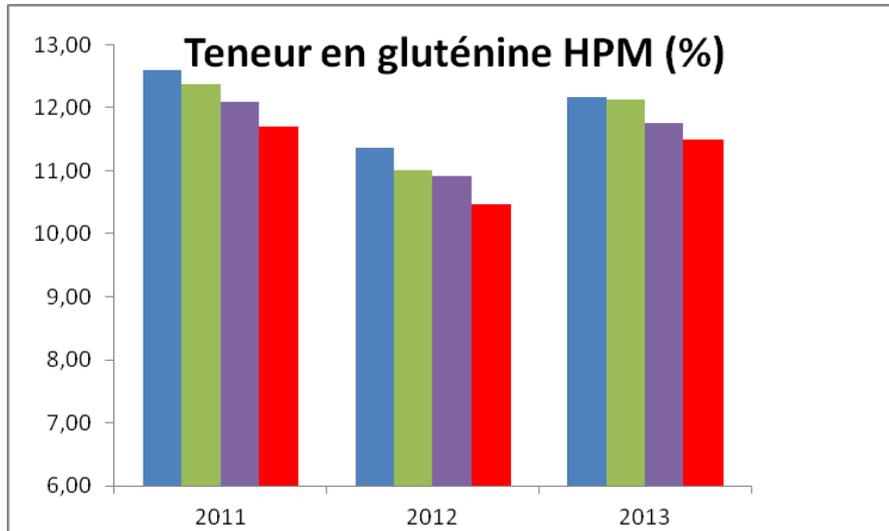
**SE-HPLC:** permet de déterminer la proportion des protéines dans nos variétés afin de connaître leur rôle sur la qualité rhéologique





# Proportion de gluténines et gliadines

## Résultats SE-HPLC

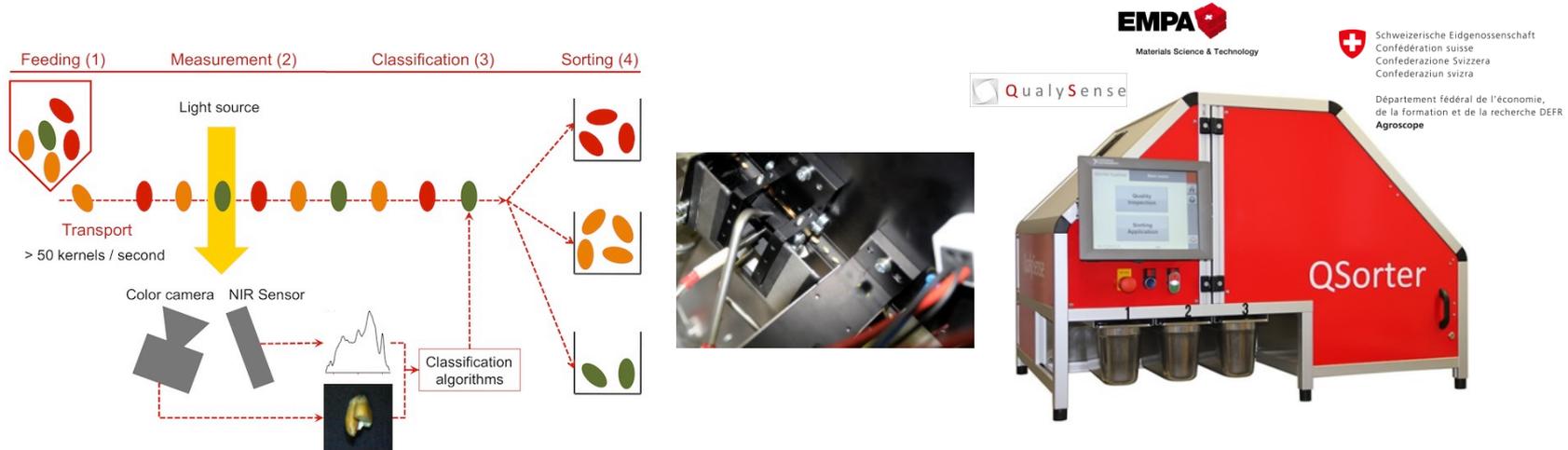


- D'après nos résultats, la quantité des différentes fractions protéiques (Glu / Gli) est influencée par l'année et par la variété, sans interaction significative entre les deux facteurs.
- Utilisation possible pour le choix des géniteurs.
- Toutefois, influence des proportions glu/gli sur la qualité rhéologique encore peu connue. Travaux en cours.



# Triage selon le taux de protéines

Le Qsorter est un trieur basé sur NIRS pouvant trier le grain individuellement sur le taux de protéine



**Applications en sélection:** tri de populations en ségrégation (F3) pour extraire des fractions plus riches en protéine et, vraisemblablement de meilleure qualité rhéologique.

Une étude est en cours.

Le projet CTI impliquant l'QalySense (privé), EMPA (optique et électronique), Agroscope (labo qualité boulangère, agronomie, sélection)

# Conclusions

- Grande diversité des allèles HPM dans les variétés suisses.
- Identification d'allèles rares très propices pour améliorer l'extensibilité et donc très utiles pour la sélection.
- Bien que 65% de la qualité rhéologique soit due aux HPM, d'autres facteurs protéiques et non-protéiques jouent des rôles importants. Ces facteurs peuvent être exploités dans la sélection de variétés.

## Conclusions (2)

- La proportion des fractions glu et gli peut être utilisée dans la sélection. Toutefois, son impact sur la qualité n'est pas encore clair.
- Le taux protéique a pu être augmenté par triage (Qsorter Explorer), ce qui a amélioré l'extensibilité de la pâte et le volume du pain.
- L'appareil permet d'extraire des lignées de sélection riches en protéines.
- Considérant la corrélation négative entre teneur en protéines et rendement, il est aussi nécessaire de mieux caractériser les critères de la qualité rhéologique.



Merci à Jean-François, Philippe et Carine pour leur travail au laboratoire ainsi qu'à Samy et Gérald Branlard (INRA) pour leur contribution scientifique.