

la filière blé dur : 50 ans d'amélioration de la qualité et d'intégration d'objectifs industriels



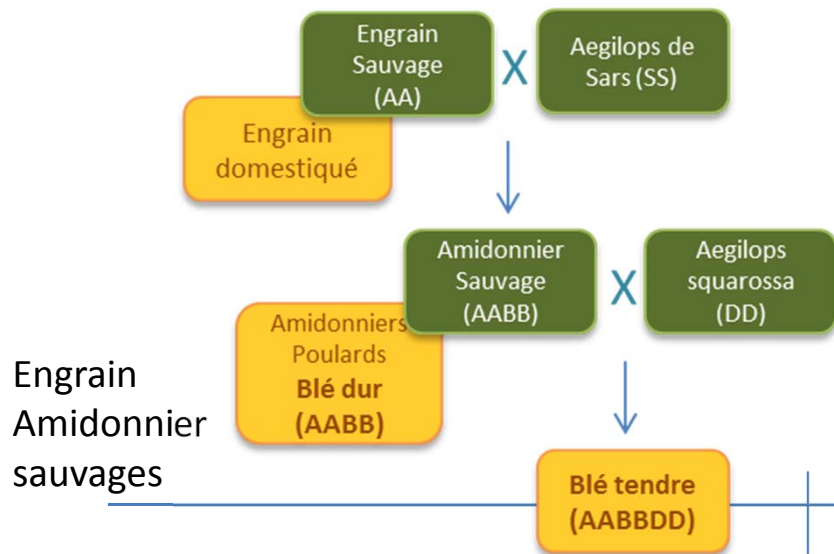
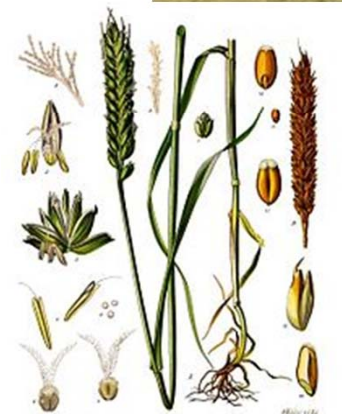
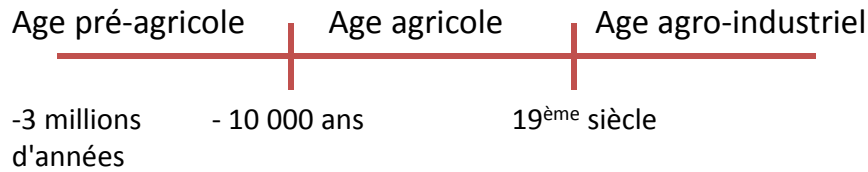
Ph. BRAUN, J.Ph. LEYGUE, M.F. SAMSON

UMT NovoDur

Innovations pour une Filière blé dur durable

<http://www6.inra.fr/umt-novadur>

Les blés



Engrain
Amidonnier
sauvages

- 10 000 ans | - 6000 ans

Antiquité
Échanges entre blés grecs et blés romains (enrichissement base génétique)

Moyen âge
Nouvelles techniques d'amélioration des cultures

1850
Début de la sélection Lignées pures

1945
Accélération de la recherche



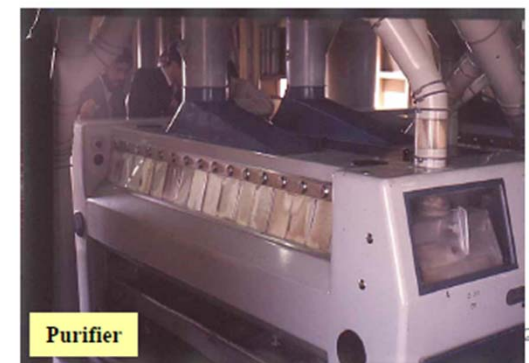
Sources :
<http://museum.agropolis.fr>
<http://www.gnis.fr>

FABRICATION des PÂTES ALIMENTAIRES

Principes

La Semoulerie

- Extraction de l'amande du grain sous forme de semoule calibrée (grosueur de 0,2 à 0,5 mm).
 - Nettoyage des grains (séparateurs, épierreurs, trieurs, brosses, laveuses)
 - Broyage après humidification
 - Classement des produits par taille (tamisage)
 - Séparation de la semoule (sassage)



FABRICATION des PÂTES ALIMENTAIRES

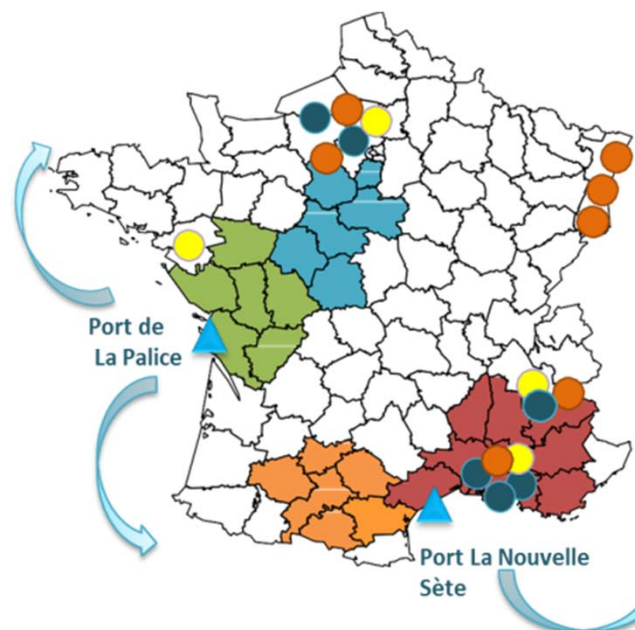
Principes

La Pastification

- Mélange de semoule de blé dur et d'eau pour obtenir une pâte qui sera façonnée puis séchée pour une conservation longue.
 - Mélange homogène semoule - eau sous vide
 - Pétrissage à forte pression (100 bars)
 - Formage des pâtes par tréfilage (moules) ou laminage (formats plats)
 - Séchage à l'air chaud dans des séchoirs



Le blé dur en France



Courtiers/Exportateurs
1 200 000 t
Vers Europe du Nord, Italie, Maghreb

Sélectionneurs
(Limagrain, Florimond-Desprez, Syngenta, RAGT)

20 000 Agriculteurs
322 000 ha
4 bassins de production :
Sud Est, Sud ouest, Centre
et **Ouest océan**

125 collecteurs
1 800 000 t

3 Semouliers (5 usines ●)
600 000 t/an de blé dur écrasées

5 Pastiers (7 usines ●)
3 fabricants de couscous (●)
+ Boulgour et blé pré-cuit

Consommateurs
8 kg/hab./an



Sources :
Arvalis-Institut du végétal
CFSI-SIFPAF

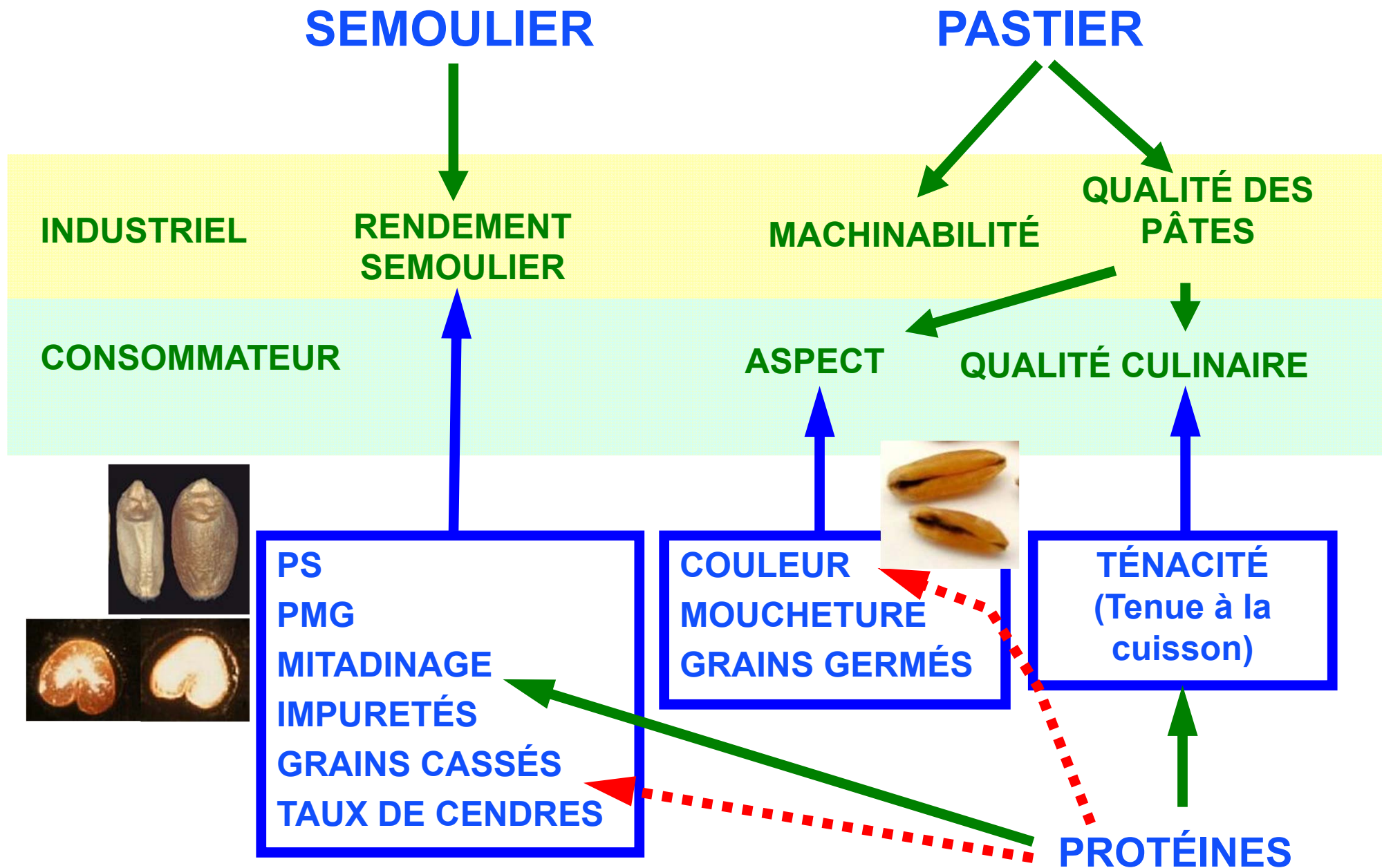
FABRICATION des PÂTES ALIMENTAIRES

Obligations légales

Pour commercialiser des « Pâtes alimentaires »,
les industriels doivent respecter les lois suivantes :

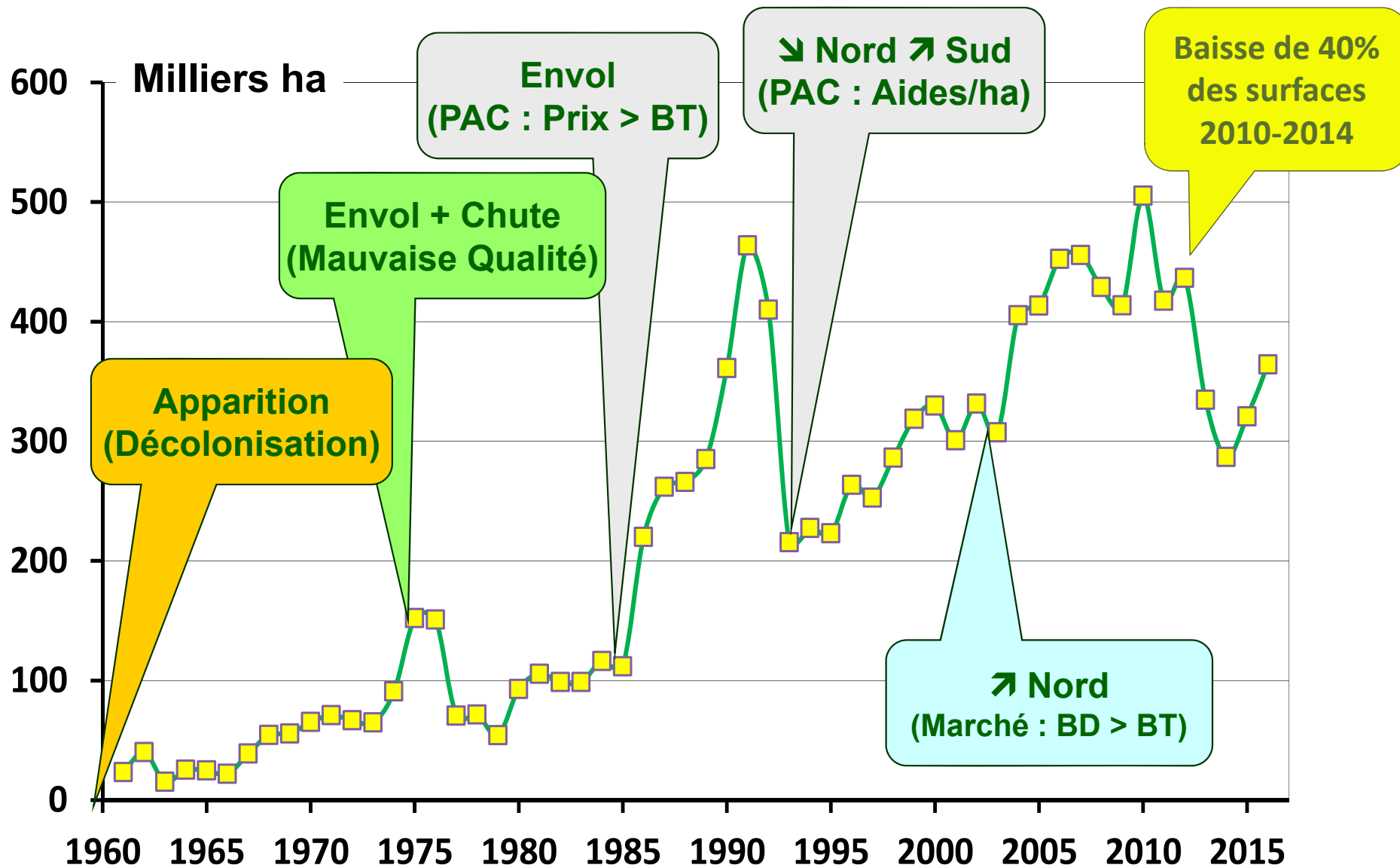
- **utiliser uniquement du blé dur**
- **sans colorant ni substance chimique**
(autorisés : œufs, lait, légumes frais)
- **à partir de semoule = particules de 0,2 à 0,5 mm**
taux de cendres $\leq 1,3 \%$
- **teneur maxi en déoxynivalénol (DON) :**
Blé dur $\leq 1750 \mu\text{g/kg}$
Produits $\leq 750 \mu\text{g/kg}$

DEMANDE QUALITATIVE : Technique



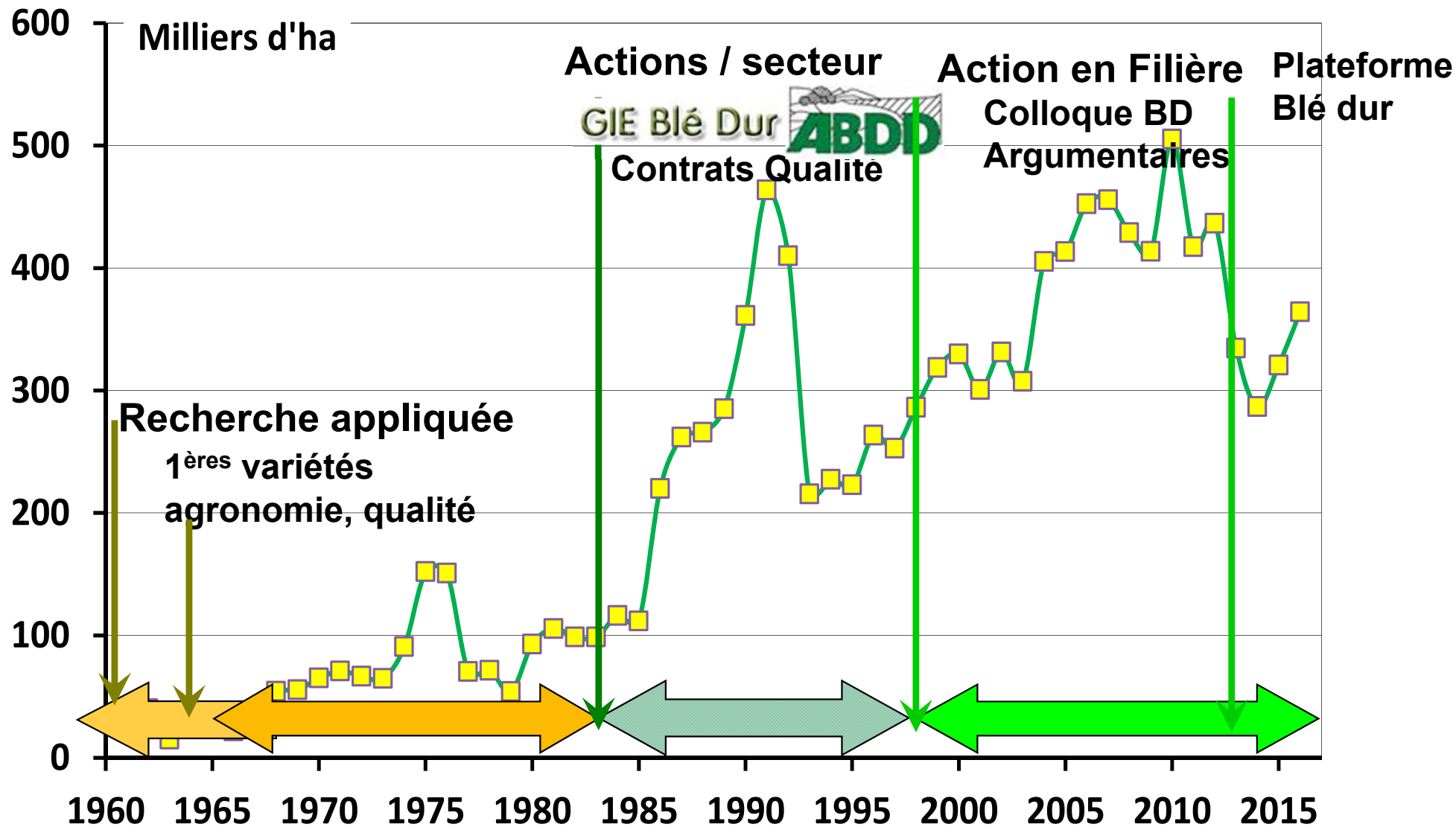
Le blé dur en France

Une histoire récente et mouvementée



Le blé dur en France

Histoire de la Filière



Qualité & Progrès génétique (1)

le GIE Blé Dur

□ Composition

Sélection privée, recherche publique, centre technique et transformateurs

□ Objectifs

- Mise en commun de ressources génétiques pour l'amélioration variétale
- Programmes de recherche (Contrat de branche) :
 - *Intérêt de l'utilisation d'espèces apparentées au blé dur dans le cadre d'une agriculture durable*
 - *Caractérisation de géotypes de blé dur maintenant une haute qualité technologique sous fertilisation réduite*
 - *Résistance durable aux maladies foliaires chez le blé dur : développement d'outils d'aide à la sélection*
 - *Tests de prédiction de la valeur culinaire des pâtes de blé dur pour la caractérisation des ressources génétiques et la création de variétés satisfaisant les exigences des transformateurs et des consommateurs*

Quelques exemples

Qualité & Progrès génétique (2)

Réseau variétés Sud-est – 1983 à 2013 Rendement, Qualité, Tolérances

Progrès du Rendement

- 1 % par an environ; ne ralentit pas depuis 1980
- Réalisé par un poids de grain/épi plus élevé

Progrès	Agronomie	Qualité
Important	Rouille brune + 1 point Oïdium + 1 point Froid + 1 point	I. de Jaune + 9 points PMG + 6 g
Faible		- de Moucheture variétés sensibles
Peu ou pas sensible	Fusariose Septoriose Verse	Mitadinage Protéines PS

Qualité & Techniques de culture (1)

Recherche appliquée



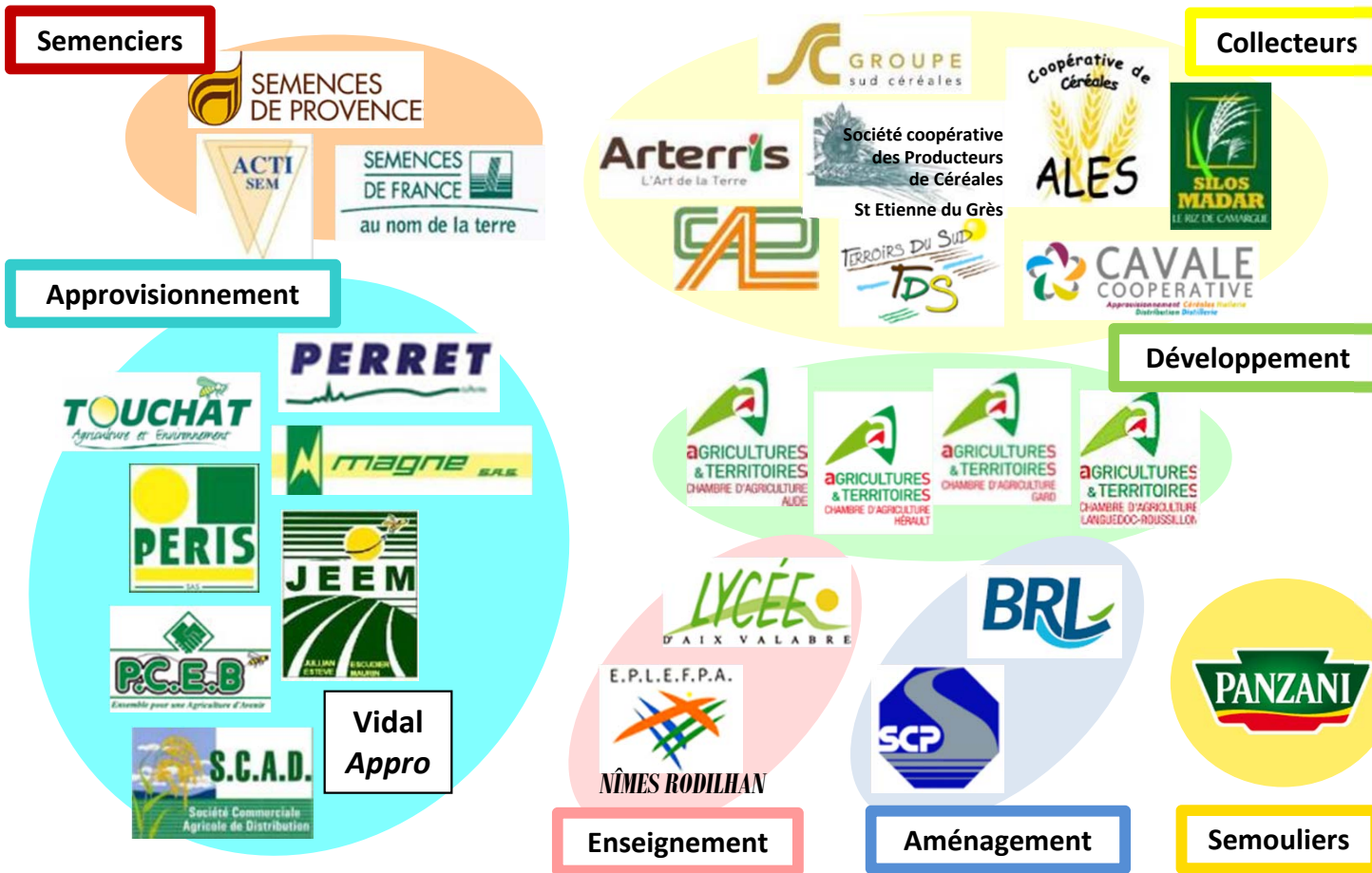
	VARIÉTÉ	DATE DE SEMIS	AZOTE	DÉSHERBAGE	FONGICIDES	PARASITES RACINAIRES	IRRIGATION	RÉCOLTE
PS - PMG	★★★★	★★	★	★★★★	★★★★	★★★★	★★	
Protéines	★★		★★★★	★★		★	★★	
Mitadinage	★★		★★★★				★★	★
Grains cassés	★		★			★		★★★★
Impuretés				★★★★				★
Moucheture	★★★★		★		★★		★	
Couleur	★★★★		★		★			
Grains germés			★					★
Mycotoxines	★		★		★★		★	

Qualité & Techniques de culture (2)

Transfert vers les Producteurs



98 % des acteurs régionaux




Blé dur & Céréales

CONSERVEZ CES MESSAGES ! Les tableaux et conseils qui y figurent font référence. Ils vous seront utiles pour justifier vos interventions (Tracabilité, Cortège, CAD...)

PRÉCOCITÉ

- L'année est précise en particulier sur le littoral et pour les semis jusqu'au 10 novembre.
- Semis d'octobre : avance de 10 jours sur le littoral, de 5 à 8 jours dans l'intérieur ; novembre : avance de 0 à 3 jours.
- Les variétés très précoces (Claudio, Sarcus) semées tôt ont été déboutées sur le littoral. De graves dépôts de gel sont bien visibles.

à la récolte !

Date de maturité du blé dur (grain à 14% d'eau) selon la précocité variétale et la date de semis.

Semis	Littoral		Intérieur	
	TP	% T	TP	% T
18-20/10	05/01	18/01	14/01	27/01
19/11	18/01	21/01	23/01	30/01
10/12	29/01	24/02	28/02	03/03
20/01	24/02	28/02	03/03	06/03

SÉCHÈRESSE & IRRIGATION

Les tables réservées en cas de sécheresse (réception des sécheresses d'Alsace-Dauphiné et 50-provinces) (sol sec à 60 cm voire moins) risquent de décevoir. En suivant le calendrier ci-contre, 5 mm d'irrigation rapportent 1 qha de blé.

Calendrier d'irrigation de sauvegarde du blé

Secteur	Échéance	Rythme	Évaluation
Castellane, Narbonne, N. Auvergne, Béarn	15/01	35 mm tous les 10 jours	15/06
Montpellier-Alsace	20/01	35 mm tous les 10 jours	15/06
Alsace-Lorraine, Bourgogne-Tararain, Camargue (hors Appas)	20/01	Chaque tranche de 5 mm de pluie retardé	20/06
Alsace-Bas-Rhin, Belfort	05/02	10 jours d'irrigation	25/06

Association Blé Dur Développement - Publication n°3 avril 2016 page n° 114

Qualité & Actions de Filière (1)



Information

- **Journée de la Filière Blé dur (1 / an)**
- **Colloque Technique (1 / 5 ans)**
 - **Culture : Technique, économie, réglementation**
 - **Débouchés : besoins de nos clients**
 - **Concurrence : Portraits & Analyse**
 - **Distribution, Habitudes de consommation, Valeur nutritionnelle**

Etudes

- **Qualité des pays concurrents – Analyses (2007)**
- **Prospective : la filière à 20 ans (2008)**
- **Moucheture : synthèse, prévision (2010)**
- **Empreinte énergétique (2012)**

Connaissance

- **Enquêtes & Contacts (Canada, Italie, Espagne, Portugal ...)**

Qualité & Actions de Filière (2)



Argumentaires

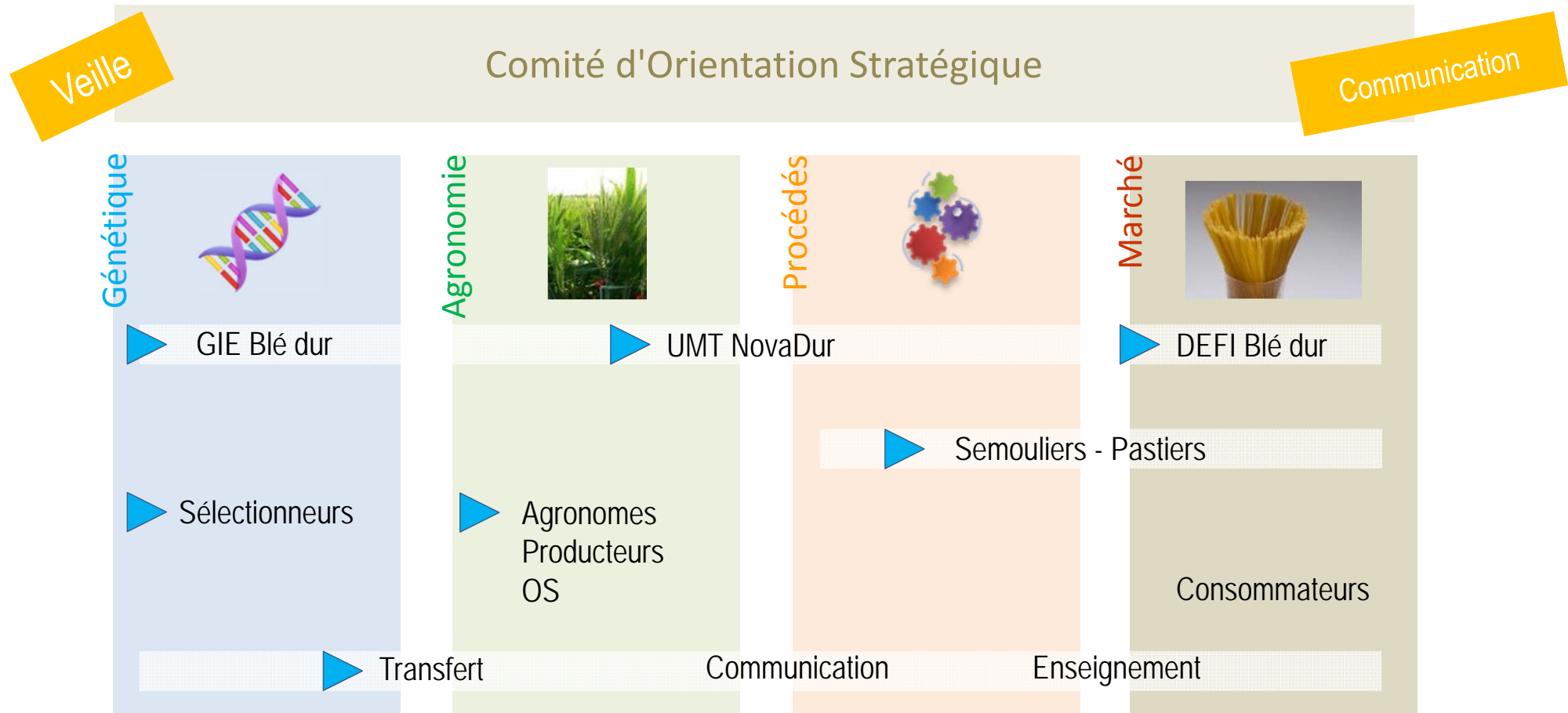
- Aide & Quantité de Semences (2000)
- Réglementation DON (2006)
- Aide Qualité Zone non traditionnelle (2006)
- Inscription Variétés & Protéines (2011)
- Réglementation Cadmium (2012)

Promotion

- Protéines & Qualité - Dégustation (1996)
- Fabrication pour les Restos du Cœur (2005)
- Voyage de Presse (2007)
- Conférences de Presse
- Séminaires FAM - Arvalis (2012)
(Espagne, Italie, Portugal, Grèce)

2013 - La Plateforme blé dur :

un outil de coordination des principaux acteurs de la filière



La plateforme blé dur rassemble les sélectionneurs, les producteurs, la recherche publique et appliquée, les industriels de la transformation, les organismes stockeurs (OS), le ministère de l'agriculture, le GNIS et les pôles de compétitivité

Qualité des produits : la clef pour la structuration de la filière blé dur

Qualité des grains : des attentes à concilier

Des ACTEURS

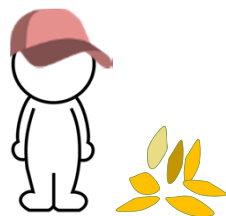


Obtenteurs

Création de
nouvelles
variétés



Agriculteurs



Stockeurs



Transformateurs

Des ATTENTES

Performances agronomiques

- Rendement, taux de protéines
- Résistances aux maladies
- Tolérance à la sécheresse

- Poids spécifique

- Qualité sanitaire

Bonne aptitude à la transformation

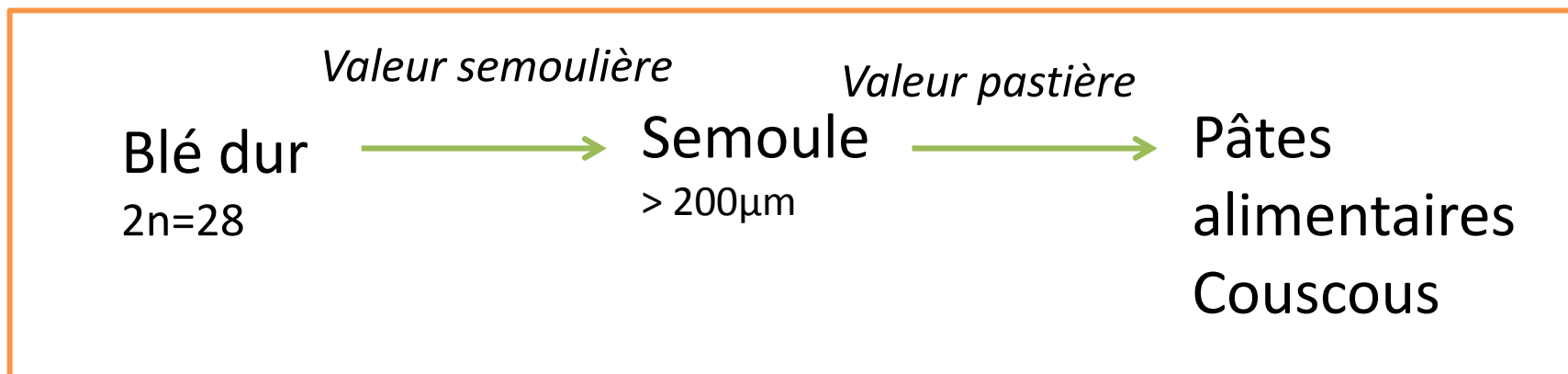
- Rendement semoulier élevé
- Indice de jaune élevé
- Bonne teneur en protéines
- Propriétés du gluten

Production de blé dur de haute qualité

Une recherche intégrée et pluridisciplinaire



Qualité d'utilisation des blés



Qualité des blés durs : valeurs semoulière et pastière

Valeur semoulière

- Facteurs extrinsèques (*Qualité commerciale*)
 - Impuretés, teneur en eau, grains cassés, ...
- Facteurs intrinsèques (*Qualité technologique*)
 - Rapport amande / enveloppe
 - Friabilité de l'amande
 - Facilité de séparer l'amande des enveloppes
- Facteurs réglementaires (*Qualité réglementaire*)
 - Teneur en cendres des blés et répartition des matières minérales dans le grain.



Valeur pastière

- Facilité de transformation des semoules en produits finis pâtes alimentaires
- Qualité organoleptique des produits finis
 - Aspect des pâtes crues
 - Qualité culinaire



Les outils d'appréciation de la qualité des blés



Qualité du grain

Rendement, poids de 1000 grains,
poids spécifique, teneur en protéines totales,
vitrosité



Industriels
Recherche
Centre technique

Valeur semoulière appréciée au micromoulin

Rendements en semoule et en farine, énergie



Recherche
Centre technique

Composition en protéines (SE-HPLC)



Recherche
Centre technique

Production de semoule et qualité

Test de sédimentation SDS, Gluten Index,
gluten sec, ténacité, couleur



Industriels
Recherche
Centre technique

Fabrication de pâtes et évaluation de la qualité culinaire

Temps optimal de cuisson, état de surface,
Fermeté et viscoélasticité, pertes à la cuisson,
caractéristiques organoleptiques



Industriels
Recherche



Qualité culinaire des pâtes alimentaires

- Temps de cuisson
 - Temps minimal, optimal et maximal
- Propriétés viscolélastiques
 - Fermeté, élasticité, ténacité
- Etat de surface
 - Collant, délitescence
- Autres caractéristiques
 - Absorption d'eau (gonflement), pertes à la cuisson, couleur, odeur, saveur

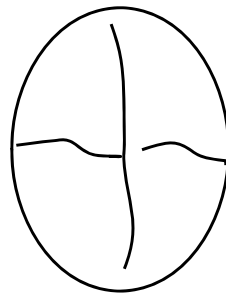
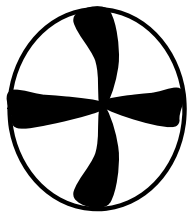
Qualité culinaire des pâtes cuites

Compétition entre 2 phénomènes



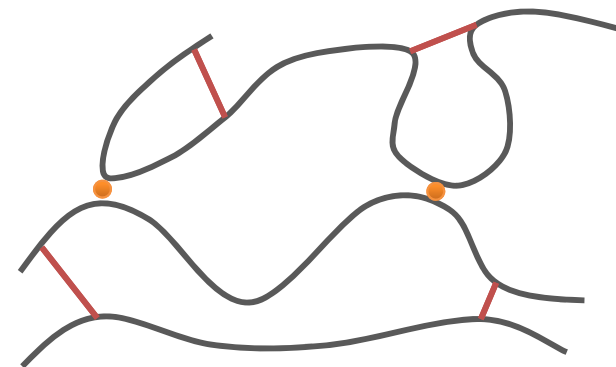
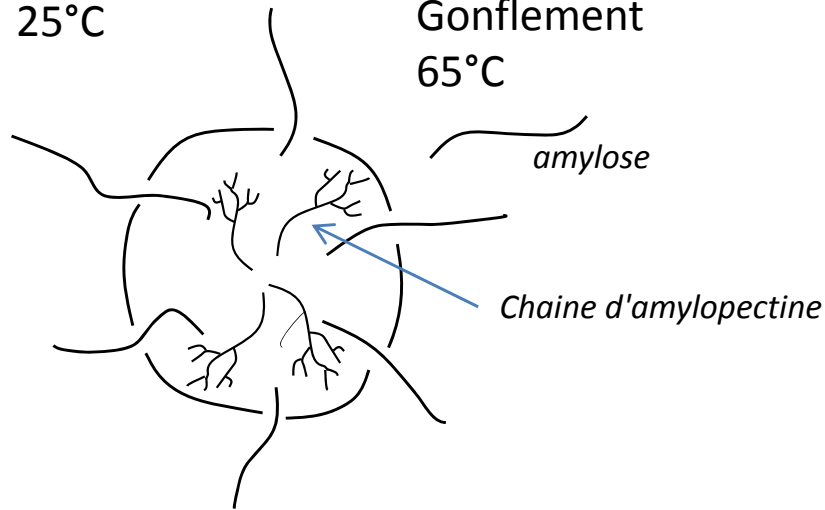
Gonflement et gélatinisation de l'amidon

Formation et dénaturation d'un réseau protéique



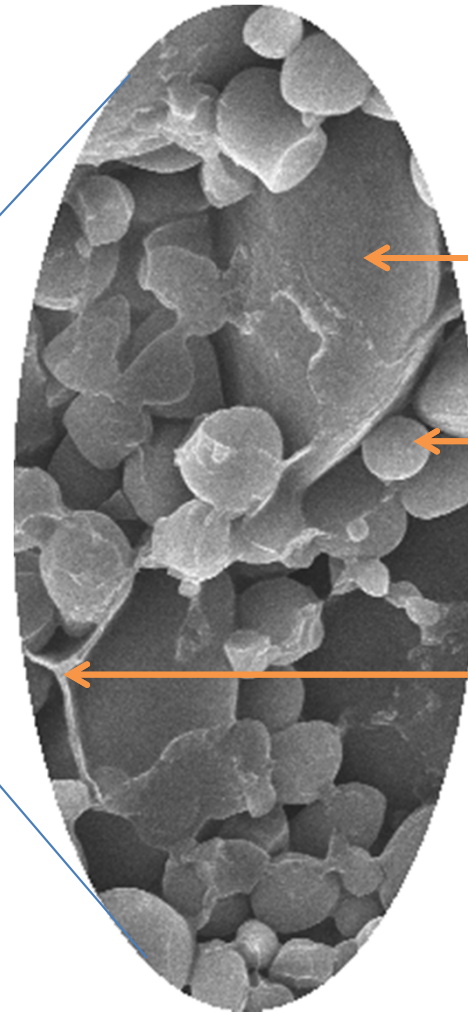
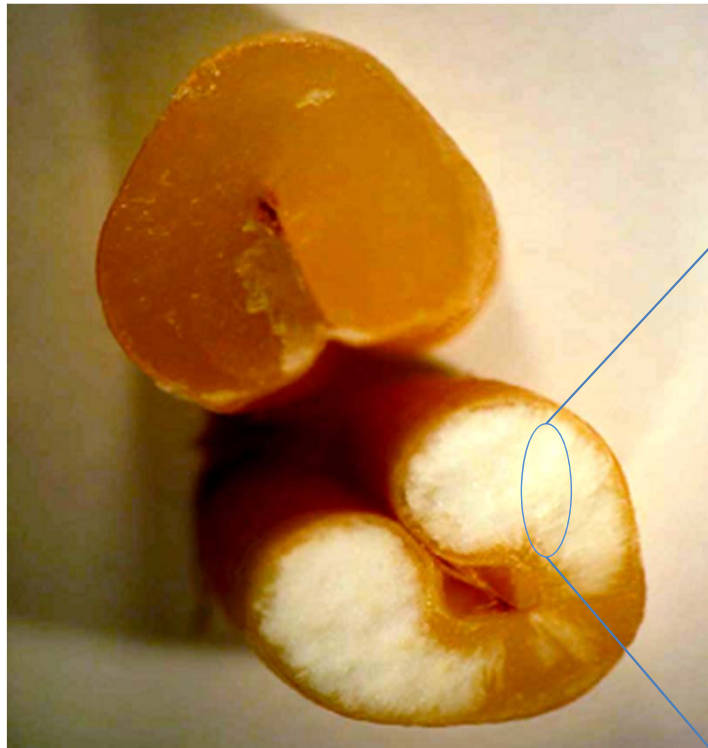
Amidon natif
25°C

Gonflement
65°C



Dispersion et empesage

Les constituants du blé dur impliqués dans les mécanismes physico-chimiques de la qualité des pâtes



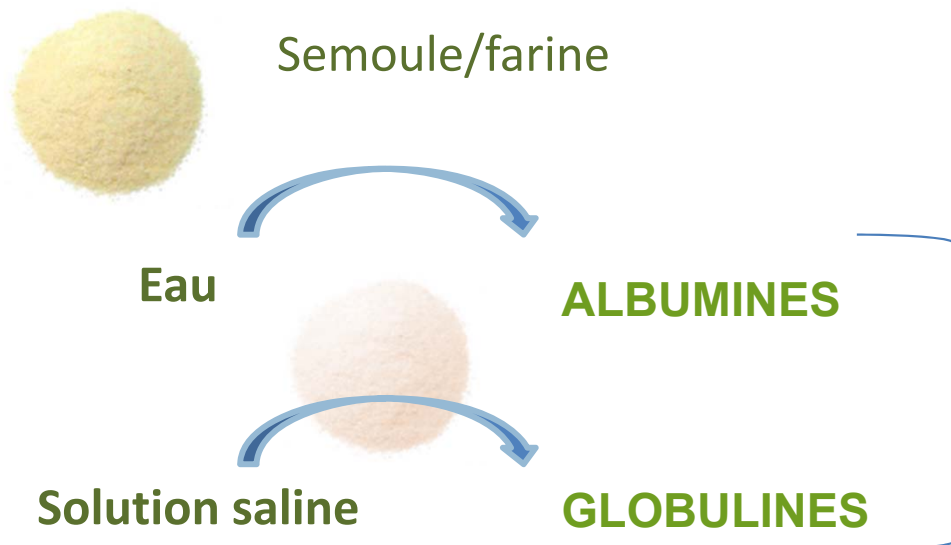
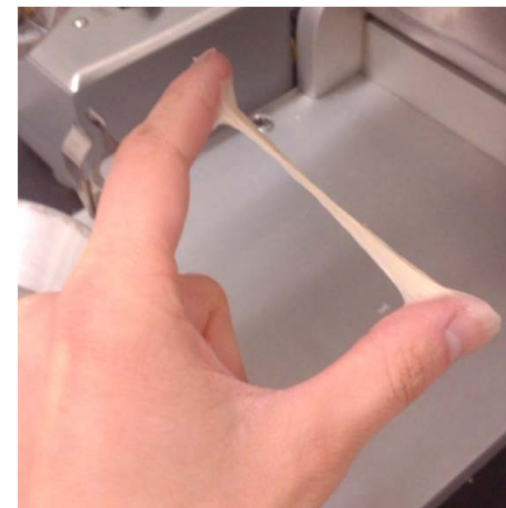
10 μ m

Amidon \approx 82 %
(gros et
petits granules,
 \pm endommagés)

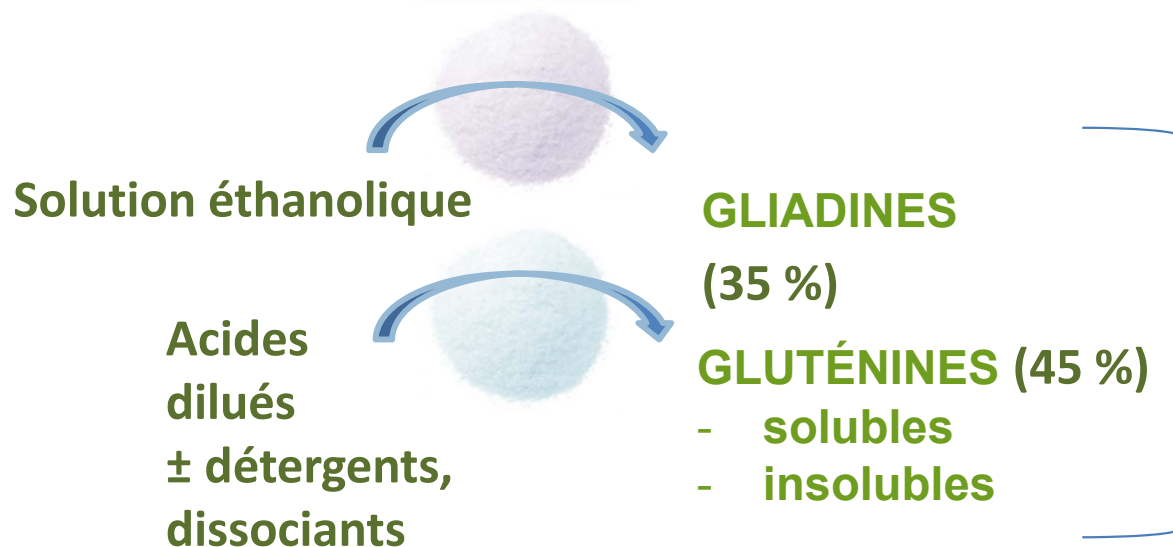
Protéines \approx 12 %
- gluten
- cytoplasmiques

Autres constituants :
Caroténoïdes
Lipides

Les protéines du grain de blé



**Protéines
cytoplasmiques ou métaboliques**

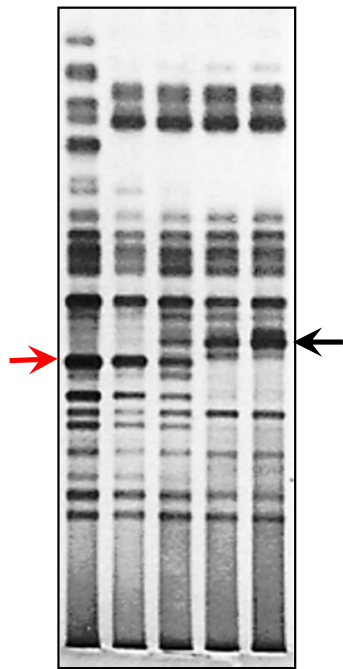


Extensibilité, fermeté

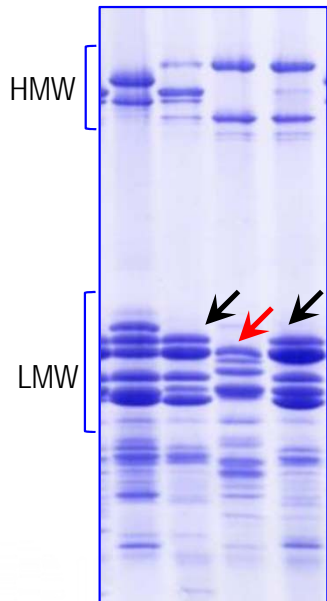
GLUTEN **QUALITÉ**

Ténacité, élasticité

Protéines de réserve et qualité pastière (1/2)

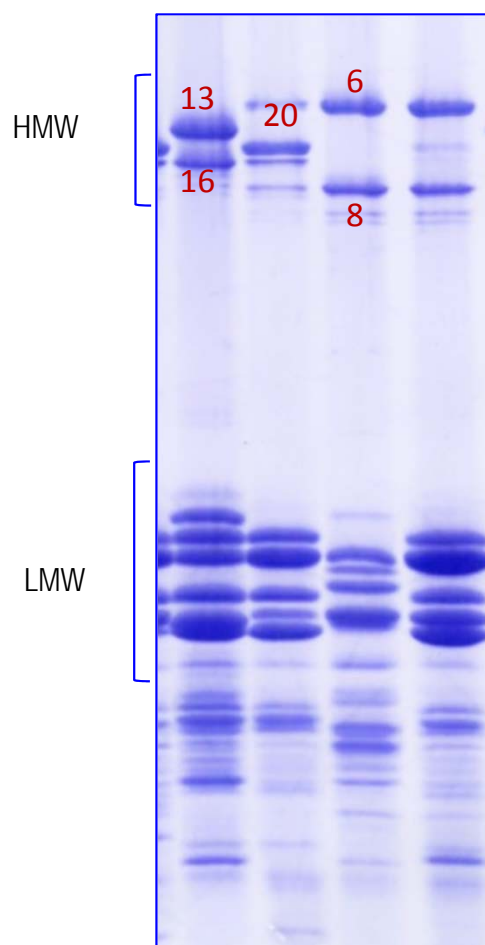


- Les variétés de blé dur possédant la gliadine γ -45 (◄) possèdent un potentiel élevé de qualité culinaire. (Damidaux et al. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 287 (2 octobre 1978))
- La gliadine γ -42 (◄) est associée à un faible potentiel technologique
- Cette découverte a permis aux sélectionneurs d'améliorer considérablement la qualité des blés durs français dès les années 80



- Par la suite il a été montré que les γ -gliadines 42 et 45 sont des marqueurs génétiques, leur relation avec la qualité provient de leur étroite liaison génétique avec les sous-unités LMW gluténines codées par le locus Glu-B3 sur le chromosome 1B
- Ce sont en fait les gluténines de type LMW qui contribuent à définir les propriétés du gluten
- Les gluténines de type LMW-1 (◄) sont associées avec la gliadine γ -42 tandis que les gluténines LMW-2 (◄) sont associées à la gliadine γ -45.

Protéines de réserve et qualité pastière (2/2)



Comme dans la sélection du blé tendre, prise en compte du type de gluténines HMW

- Type 20 → qualité médiocre du gluten
- Type 6-8 → gluten de bonne qualité
- Type 13-16 → gluten de qualité intermédiaire
- Il existe d'autres types : 7-8, 7-15, 23-18
- Essais d'introgression de gluténines HMW du blé tendre codées par le génome D pour améliorer la qualité des pâtes

Essais CTPS blé dur

Modalités d'inscription des variétés

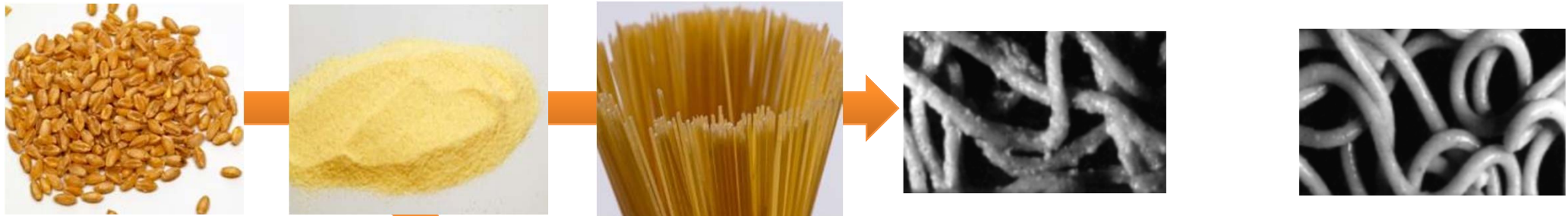
Objet

Inscription des nouvelles variétés par comparaison des performances avec celles de variétés témoins

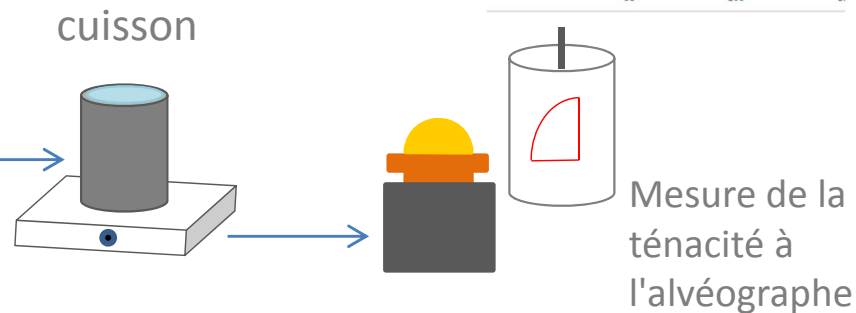
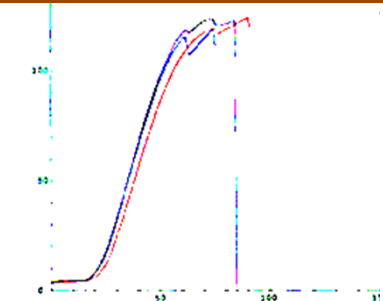
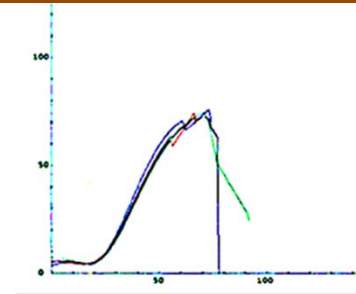
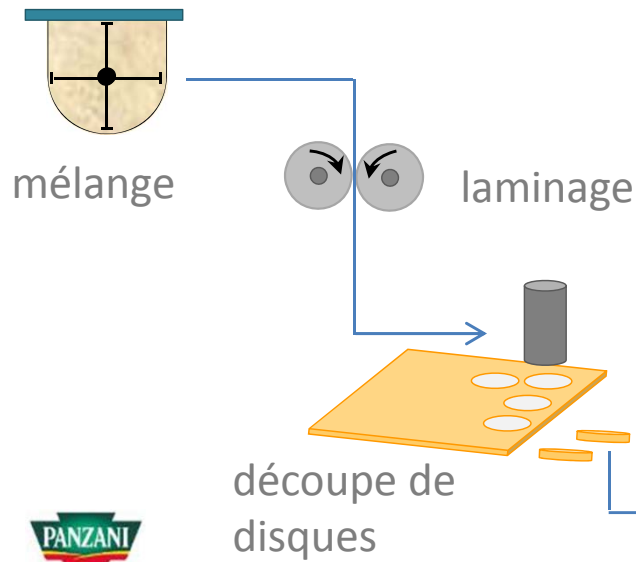
Critères d'inscription

1. Nouveauté, homogénéité, stabilité
2. Valeur agronomique : Rendement et résistance aux bioagresseurs et aux facteurs abiotiques
3. Valeur technologique :
 - Valeur semoulière : PMG ; taux de mitadinage, PS et dureté (*pour info*)
 - Aspect des pâtes : Taux de moucheture, indice de Jaune, indice de brun ou clarté
 - Qualité culinaire : sur la base du type de gluténine LMW déclaré par demandeur
 - ✓ LMW-2 : teneur en protéines, test de sédimentation SDS
 - ✓ LMW-1 : teneur en protéines, test de sédimentation SDS, tests de cuisson (viscoélasticité, état de surface - *tests à la charge du demandeur* -)
 - ✓ Jusqu'en 2000, fabrication de pâtes et appréciation de la qualité culinaire

Une manière de prédire la qualité des pâtes dans les programmes de sélection et dans l'industrie



Qualité culinaire	Très mauvaise	mauvaise	moyenne	bonne	Très bonne
Ténacité	< 25	25 < T < 30	30 < T < 35	35 < T < 40	40 < T

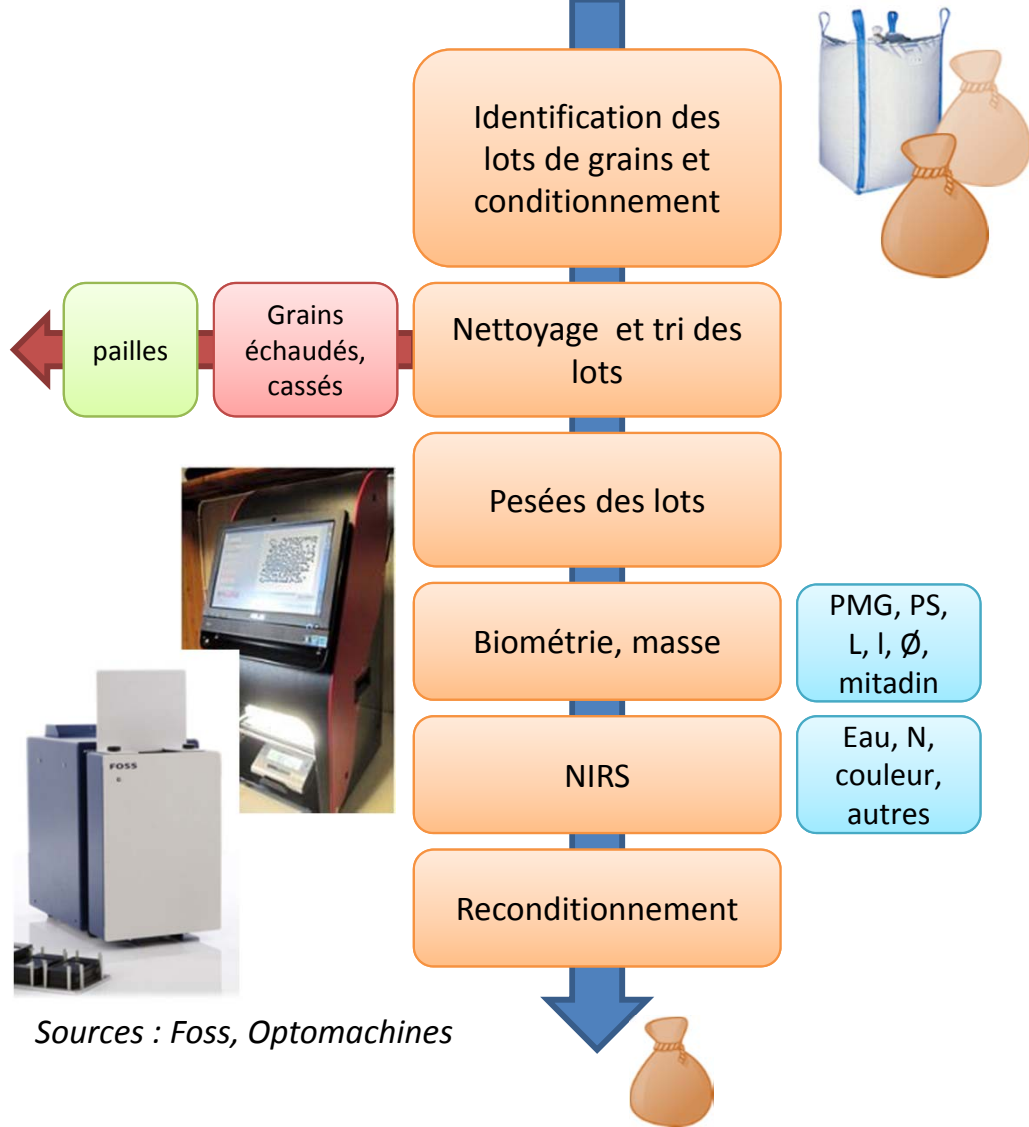


Vers de nouveaux outils de prédiction de la qualité

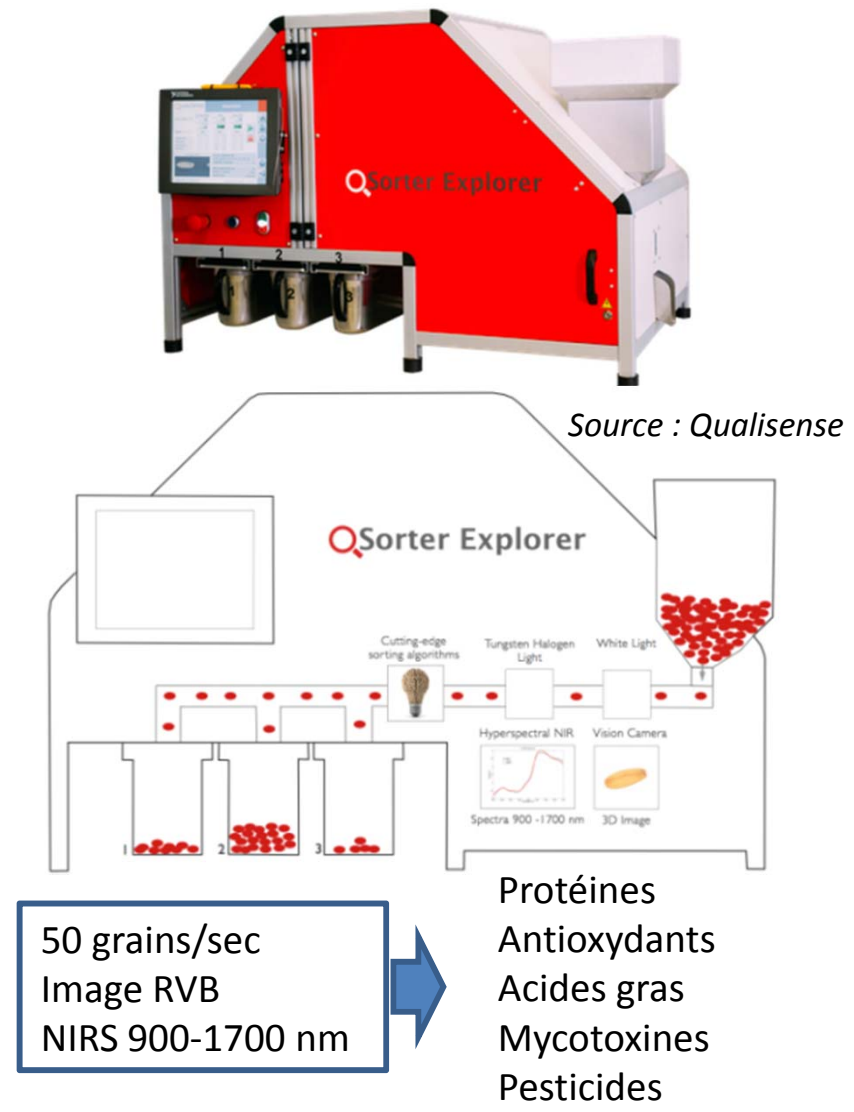
Quelques exemples

Outils de tri et de caractérisation des grains post-récolte

Chaine de phénotypage post récolte



Plateforme d'analyse et de tri



Qualité sanitaire utilisation de l'analyse d'images

Food Control 54 (2015) 250–258



Contents lists available at ScienceDirect

Food Control

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodcont

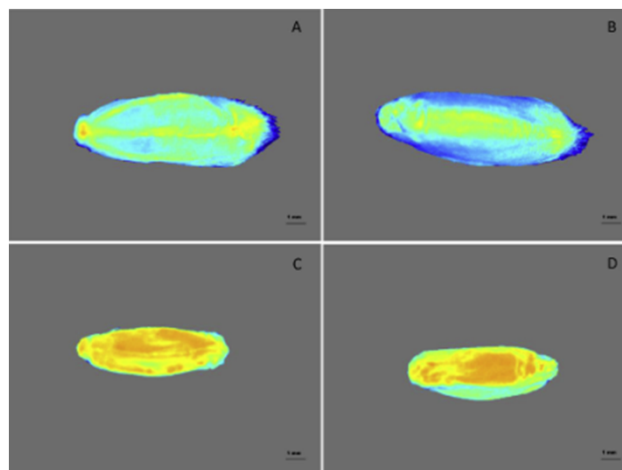


Detection of *Fusarium* head blight contamination in wheat kernels by multivariate imaging



B. Jaillais ^{a,*}, P. Roumet ^b, L. Pinson-Gadais ^c, D. Bertrand ^d

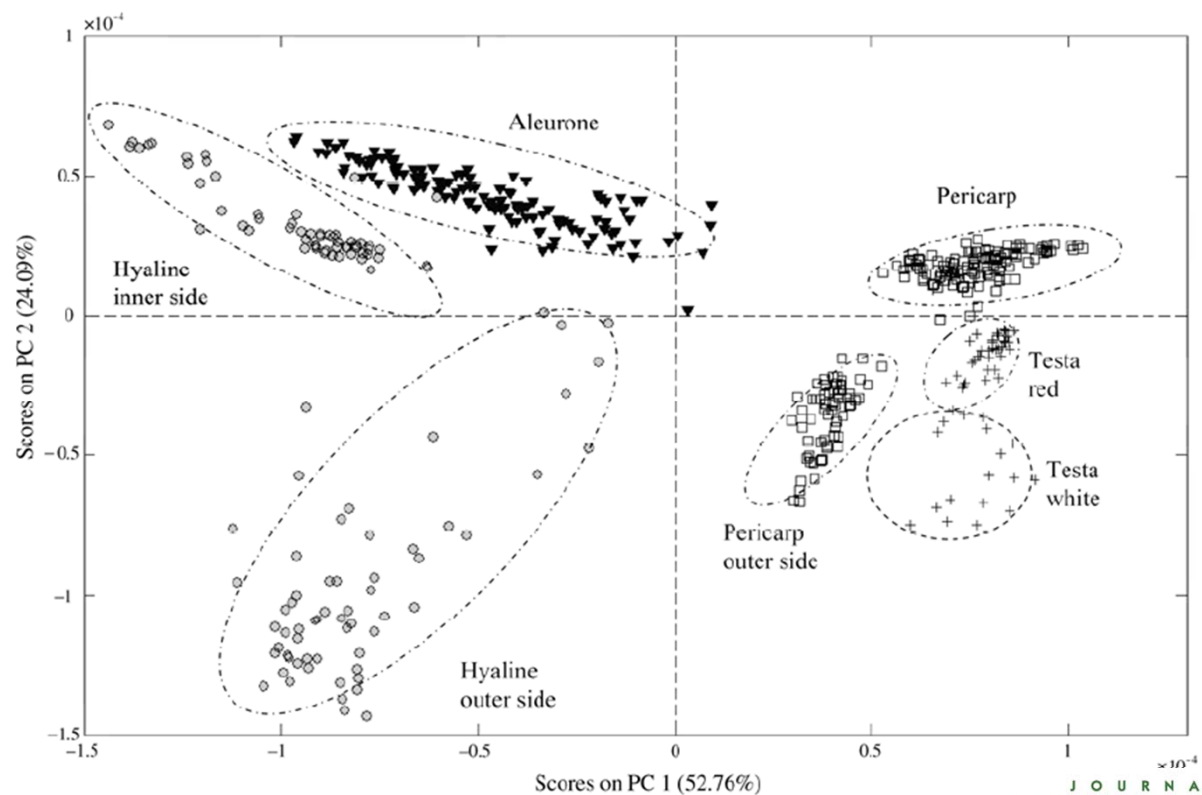
Un système d'acquisition incluant une caméra CCD couleur et un set de 8 LED avec différentes longueurs d'ondes entre 360 et 950 nm



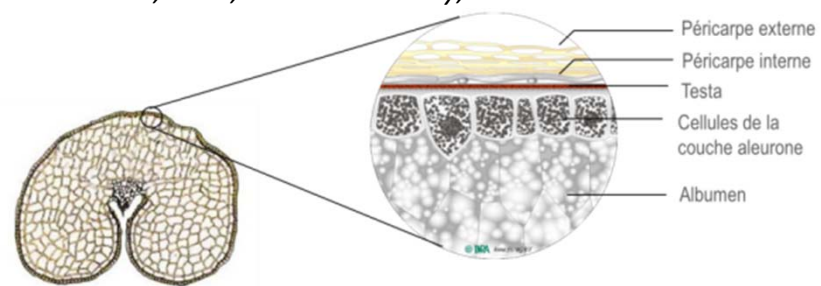
Variétés résistantes

Variétés contaminées par *Fusarium*

Utilisation de la FTIR pour tracer les tissus périphériques du grain dans les produits de mouture



Source : Barron et Rouau, 2008, *Cereal Chemistry*, 85, 619-625



Coupe transversale d'un grain de blé

Avignon, 13 décembre 2016

JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY

ARTICLE

pubs.acs.org/JAFC

Prediction of Relative Tissue Proportions in Wheat Mill Streams by Fourier Transform Mid-infrared Spectroscopy

Cécile Barron*

INRA, UMR 1208 "Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes", INRA-CIRAD-UMII-Supagro, F-34000 Montpellier, France

Source : *J. Agric. Food Chem.* 2011, 59, 10442–10447

Utilisation SPIR pour le suivi des procédés : pétrissage



Journal of Cereal Science 48 (2008) 10–19

Journal of
CEREAL
SCIENCE

www.elsevier.com/locate/jcs

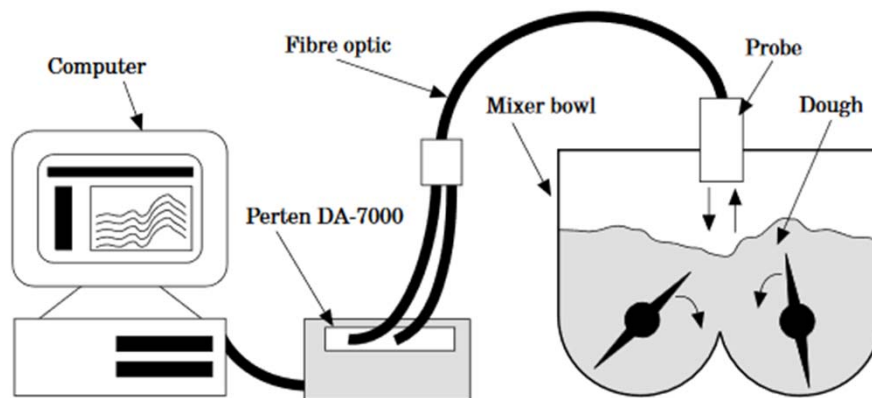
Physico-chemical description of bread dough mixing using
two-dimensional near-infrared correlation spectroscopy
and moving-window two-dimensional correlation spectroscopy

A. Aït Kaddour^a, C. Barron^a, P. Robert^b, B. Cuq^{a,*}

^aUMR 1208 Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro,
Université Montpellier 2, F-34000 Montpellier, France

^bUR Biopolymère, Interactions, Assemblages, INRA F-44000 Nantes, France

Received 17 April 2007; received in revised form 2 July 2007; accepted 5 July 2007



Source : Alava et al., *Journal of Cereal Science*, 33, (2001) 71–81

Merci de votre attention !