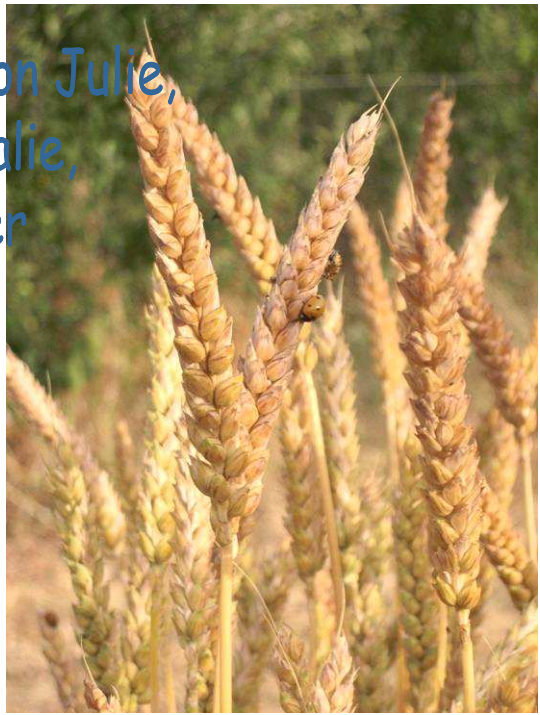
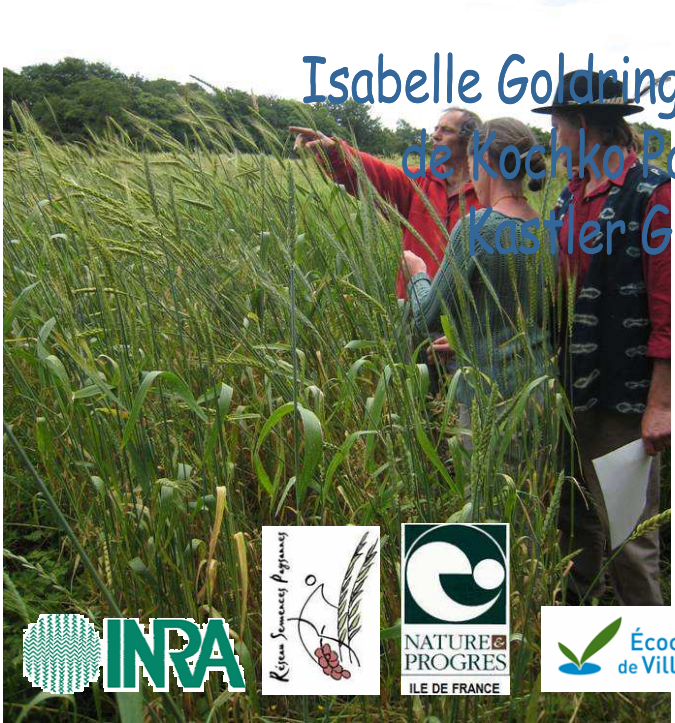




*Gestion et sélection de variétés de blé
pour du pain bio de qualité en Région Ile de France
(PICRI)*



Isabelle Goldringer, Anglade Jean-Pierre, Dawson Julie,
de Kochko Patrick, Diaz Marion, Galic Nathalie,
Kastler-Guy, Pouteau Sylvie, Ranke Olivier





Contexte

- Importance historique et économique du blé dans l'agriculture francilienne mais selon des modes de production intensifs.
- Intérêt pour l'IdF de développer une agriculture péri-urbaine plus respectueuse de l'environnement et répondant aux attentes des consommateurs: *Agriculture Biologique*.
- Spécificité de l'*AB*:
 - Cahier des charges strict: non recours aux intrants et pesticides chimiques;
 - Hétérogénéité des conditions agronomiques, pédologiques, écologiques;
 - Approche agro-écologique; pratiques culturales différenciées;
 - Exigence de qualité nutritionnelle et gustative;
Transformation artisanale;
 - Diversité des modes de valorisation
- Les variété disponibles actuellement ne répondent pas à ces critères



Objectifs et impact sociétal attendu

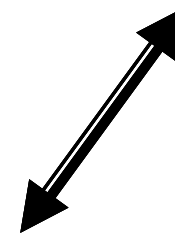
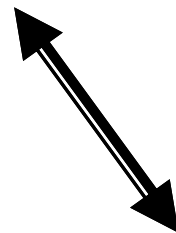
- Sélection de populations/variétés adaptées aux conditions locales des terroirs de l'IdF et de haute qualité nutritionnelle et gustative
- Développement de méthodologies pour une gestion/sélection efficace de ces populations à la ferme
- Recherche participative associant les *producteurs*, *consommateurs*, *transformateurs* et *équipes de recherche institutionnelles* pour une innovation collective
- Démarche intégrée dans une perspective de développement durable cohérent: cadre de circuits courts de production, de transformation et de distribution pour alimenter l'IdF en pain bio

Organisation du projet

- Objectif: construire un programme de gestion et de sélection de populations de blé pour la production de pains bio de qualité.
 - Deux volets de recherches : étude des mécanismes fondamentaux d'adaptation locale et évaluation de la qualité,
 - articulés sur un pôle central de recherche-action.

Volet Recherche (1): Etudes des mécanismes fondamentaux d'adaptation locale chez le blé

Volet Recherche (2): Etude de la qualité nutritionnelle et gustative de variétés de blé



Pôle Recherche-Action: Gestion / sélection participative de populations de blé en IdF

Volet recherche 1

- Compréhension des mécanismes impliqués dans l'adaptation rapide de populations à un changement environnemental
- Rôle de la plasticité vs celui de l'évolution à partir de la variabilité génétique pré-existante.
- => pour valoriser dans la gestion et la sélection participative



Etude la variabilité phénotypique induite par l'application de stimuli environnementaux (obscurité, froid) et identification d'éventuelles phases critiques dans le développement des blés présentant une réponse significative

Phase critique en début de tallage

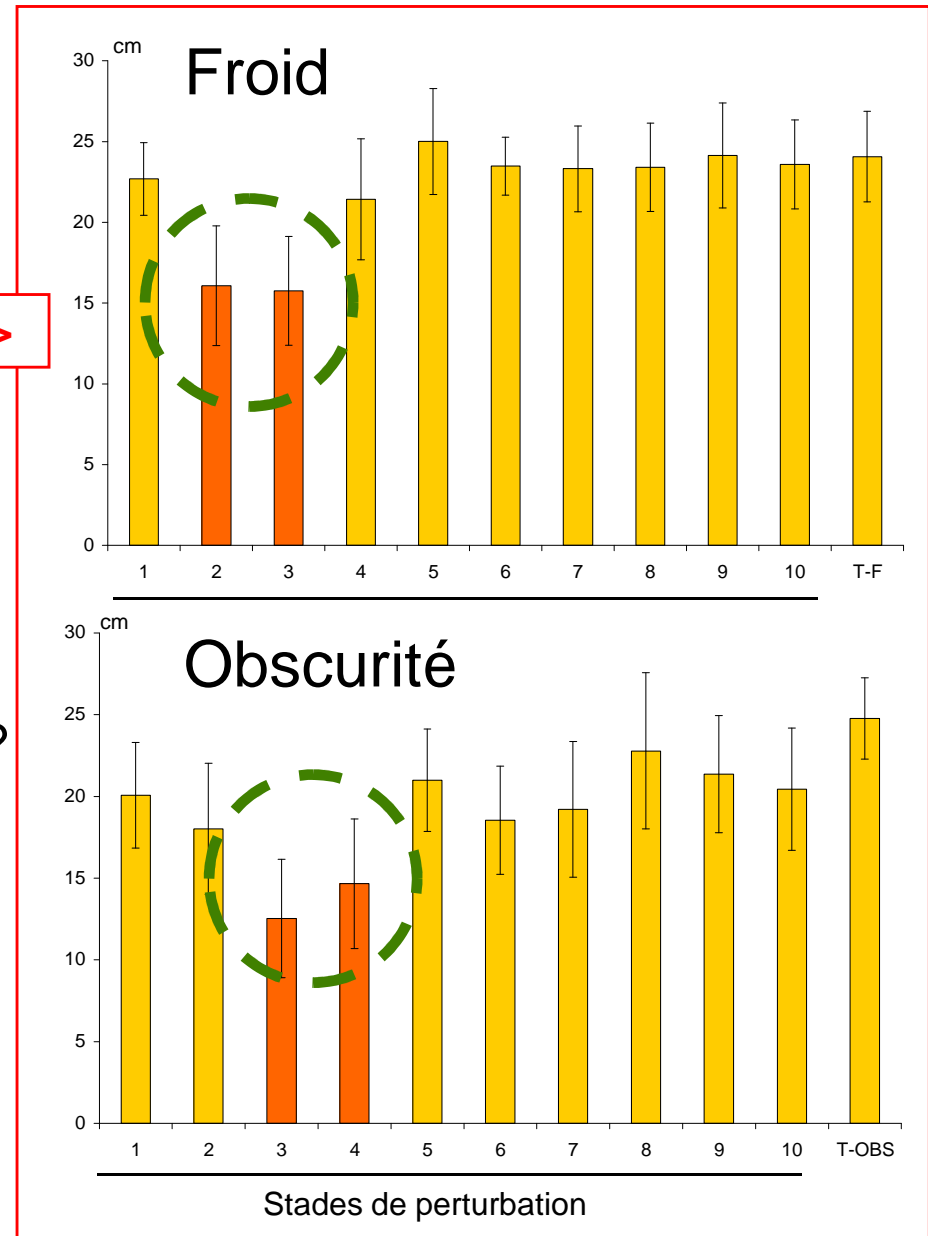
ex. Longueurs fertiles des épis >>>

Réorganisation de l'architecture :

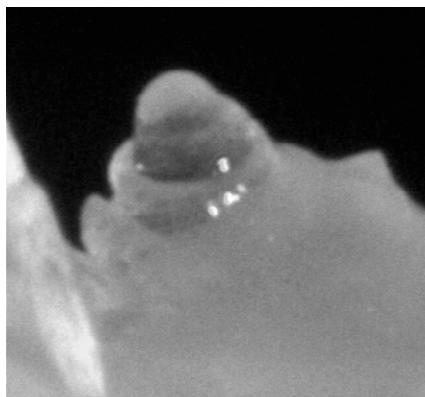
- + Initiation des talles
- + Emergence des racines adventives ?
- + Transition florale ?



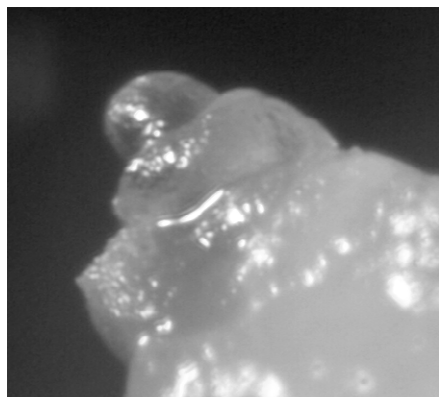
Mémoire conservée en NVJL
???



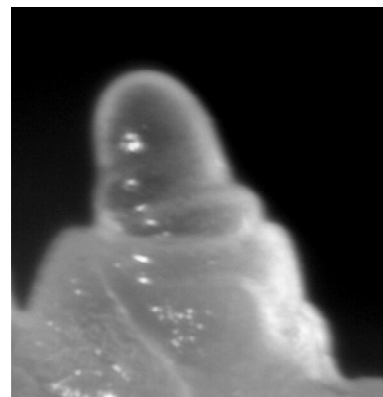
Identification des stades par dissection



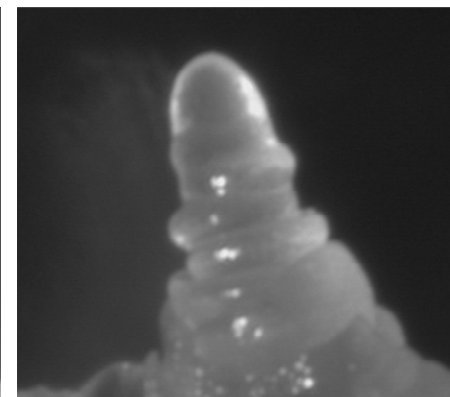
STADE 2
2 feuilles (12 jours)



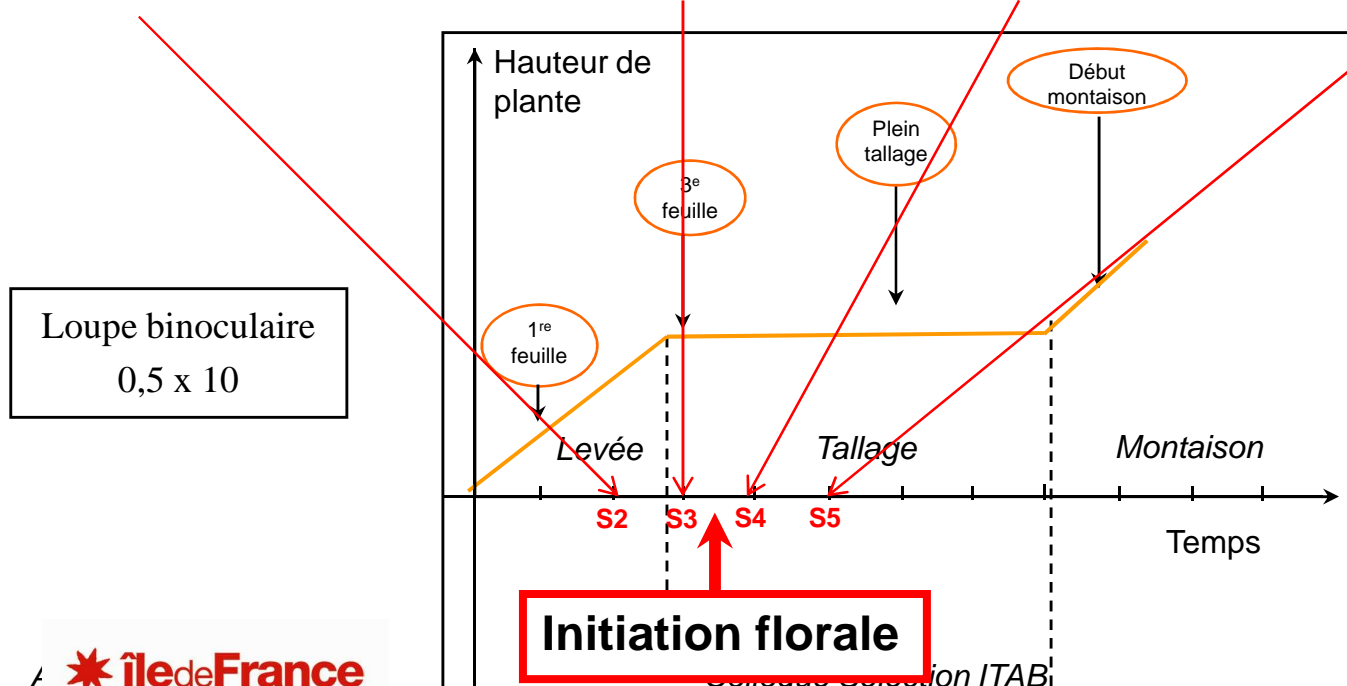
STADE 3
3 feuilles (17 jours)



STADE 4
5 feuilles (23 jours)



STADE 5
6 feuilles (30 jours)



Volet recherche 2

- Caractérisation du statut nutritionnel des populations utilisées comme points de départ à la sélection et de quelques variétés modernes (à partir de la récolte 2008).
- Identification des éléments organo-sensoriels à prendre en compte
 - ⇒ Mise au point d'un protocole de dégustation.
 - ⇒ Tests et validation sur un groupe de participants acteurs de la filière
 - ⇒ Dégustation à grande échelle



Mise au point d'un protocole (et d'une fiche) de dégustation des pains



PICRI - DEGUSTATION DE PAIN

Lieu : CONSEIL REGIONAL ILE DE FRANCE

Variété de blé :

Date : 2 avril 2009 Heure :

Décrivez les pains	Echelle de 0 à 5	0	1	2	3	4	5
--------------------	------------------	---	---	---	---	---	---

Critères :

Mettre une croix dans la case de votre choix

PRÉFÉRENCE ENTRE LES PAINS	<i>Indiquez le n° de votre classement pour ce pain</i>
----------------------------	--

ASPECT - regarder							
COULEUR DE LA CROUTE BRILLANCE	Claire (0) => Foncée (5)						
	Faible (0) => Forte (5)						
COULEUR DE LA MIE TAILLE DES ALVÉOLES DISPARITÉ DES ALVÉOLES DENSITÉ DES ALVÉOLES	Claire (0) => Foncée (5)						
	Petites (0) => Grosses(5)						
	Faible (0) => Forte (5)						
	Peu (0) => Nombreuses(5)						

APPARENCE EXTERIEURE	
----------------------	--

APPARENCE DE LA MIE	
---------------------	--

ARÔME - sentir							
ARÔME DU PAIN DE BLE	Faible(0) => Fort (5)						
ARÔME DE TORRÉFACTION	Faible(0) => Fort (5)						

ARÔME	
-------	--

GOÛT - goûter							
GOÛT SALÉ	Faible (0) => Fort (5)						
GOÛT SUCRÉ	Faible (0) => Fort (5)						
GOÛT AMER	Faible (0) => Fort (5)						
GOÛT ACIDE	Faible (0) => Fort (5)						

GOÛT	
------	--

MÂCHE - mastiquer							
CROUSTILLANCE	Faible (0) => Forte (5)						
MOELLEUX	Faible (0) => Fort (5)						

FONDANT	
---------	--

LONGUEUR EN BOUCHE	Court >> Long						
--------------------	---------------	--	--	--	--	--	--

MÂCHE	
ENVIE D'EN REPRENDRE	

Remarques particulières :

/

Mise en œuvre au Salon Marjolaine 2008

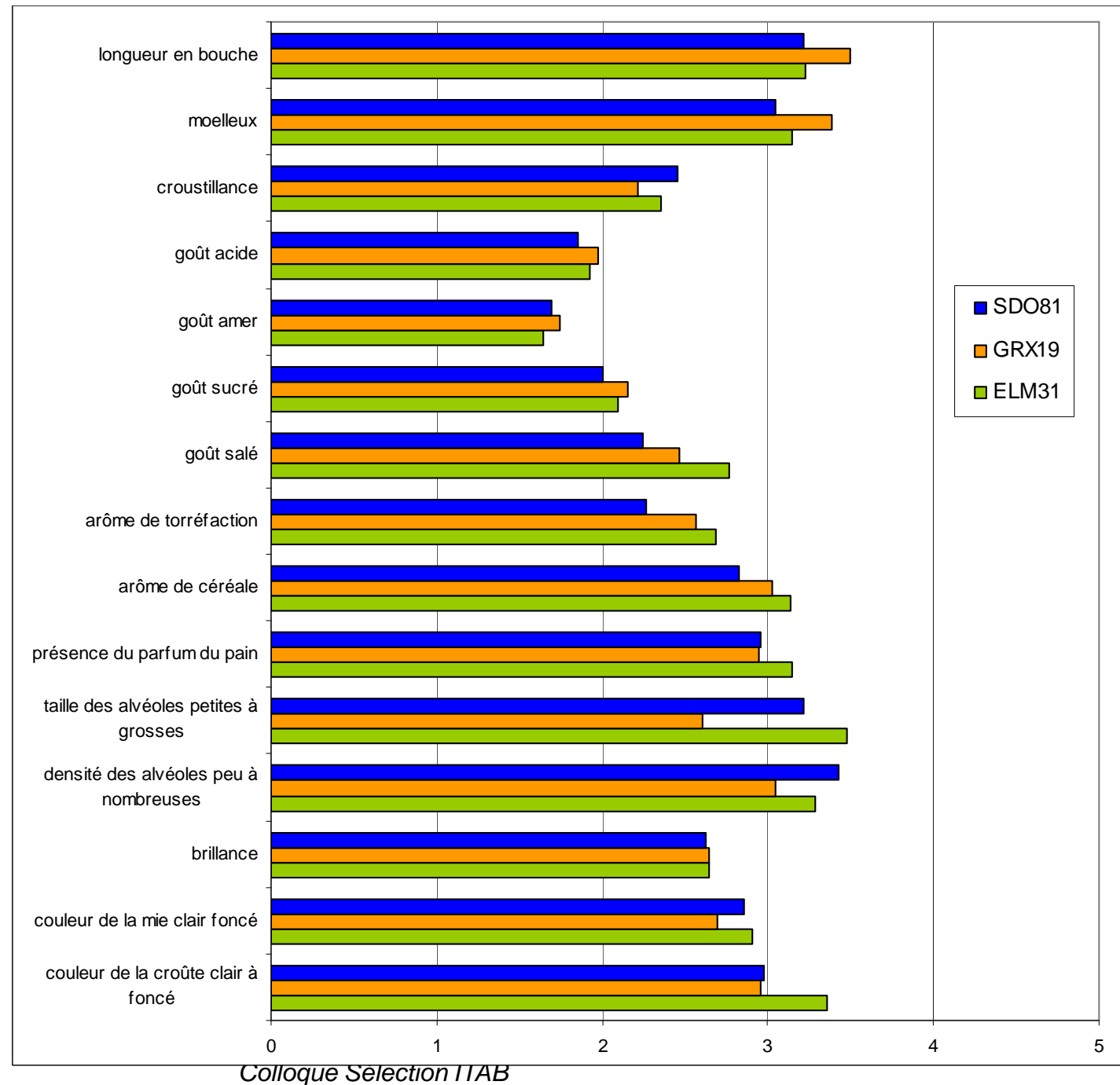
Journée du 11 Novembre 2008: numérotées de 1 à 132 en Vert

Questionnaires complétés:	Réponses sur les fiches d'analyse sensorielle	Réponses sur les fiches sensorielles + fiche hédonique	Réponses sur fiche hédonique seule
132 fiches = N° de 1 à 132	110 fiches N° de 1 à 110	101 fiches	22 fiches N° de 111 à 132

Journée du 15 Novembre 2008: numérotées de 1 à 91 en Rose

Questionnaires complétés:	Réponses sur les fiches d'analyse sensorielle	Réponses sur les fiches sensorielles + fiche hédonique	Réponses sur fiche hédonique seule
91 fiches = N° de 1 à 91	78 fiches N° de 1 à 78	73 fiches	13 fiches N° de 79 à 91

Un exemple
de profile
sur les
fiches de
dégustation
pour 3 des
variétés
testées:
échantillon
de 42 pers.



Pôle de recherche-action

- Construction d'un programme de gestion de la variabilité génétique et de sélection participative en vue d'obtenir des populations de blé tendre différenciées adaptées à l'AB en IdF et à la transformation en pain de qualité



Méthodologie pour une sélection participative / gestion dynamique à la ferme

- 1. Choix des populations / variétés initiales (large gamme de diversité): O. Ranke (paysan La Bergerie) + partenaires, sur la base des expériences paysannes et boulangères (RSP...)
 - Variétés de pays
 - Locales ou régionales (ex: Ile de France, Blé de Crépi, Blé de Gatine, Champagne Barbu...) ou non (ex: Rouge de Bordeaux, Barbu du Roussillon, Saissette de Provence...)
 - issues de banques de graines ou d'autres paysans,
 - Variétés plus récentes du catalogue français ou européen
 - Mélanges de variétés ou populations (ex: mélange de Touselle, Mélange de James..)
 - Populations en ségrégation issues de croisements faits à la ferme (JF Berthelot, prog. Sélection participative RSP)

Méthodologie pour une sélection participative / gestion dynamique à la ferme

- 2. Evaluation de ces ressources par une mise en culture à la Bergerie selon des critères élaborés collectivement par / avec les paysans:
 - Critères agronomiques, phénotypiques observables aux champs
 - Réponse en panification
 - Qualité nutritionnelle et gustative



Avril 2009



Colloque Sélection ITAB

A la sorti d'hiver (Avril)
Reprise (1-3)
Densité peuplement (1-3)
Couverture au sol (1-3)
Attitude des feuilles (vertical, moyen, horizontal)
Autres Notes:
Au moment de l'épiaison
Precocité (1-3)
Tallage (1-3)
Vigueur des plantes (1-3)
Vegetation, feuillage: Fin, moyen ou abondant
Resistance aux maladies (1-3)
Couleur(exemple: vert- clair, foncé, jaune, bleu)
Autres Notes:
Avant la récolte
Tenue a la verse (1-3)
Resistance aux maladies (1-3)
Brillance des épis
Remplissage des épis
Autres Notes:
Note Globale

Avril 2009

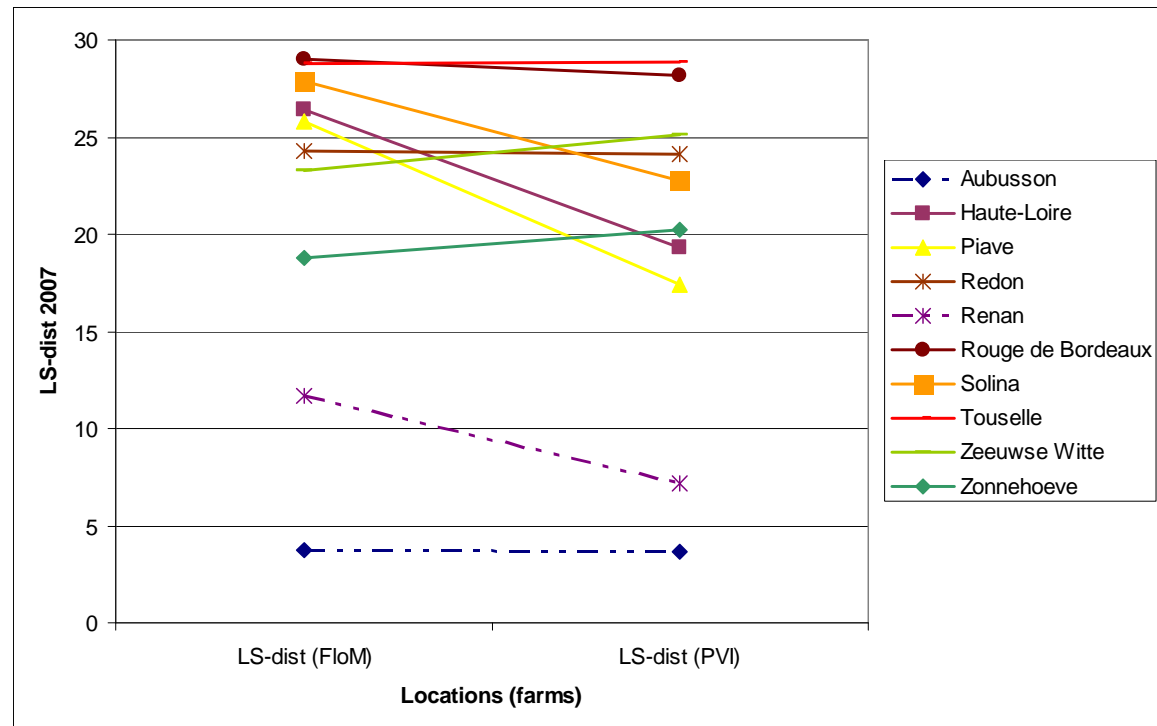
Grille de notations à la ferme

hauteur

distance entre la base de l'épi et la dernière feuille

longueur de l'épi

forme de l'épi



Colloque Sélection ITAB

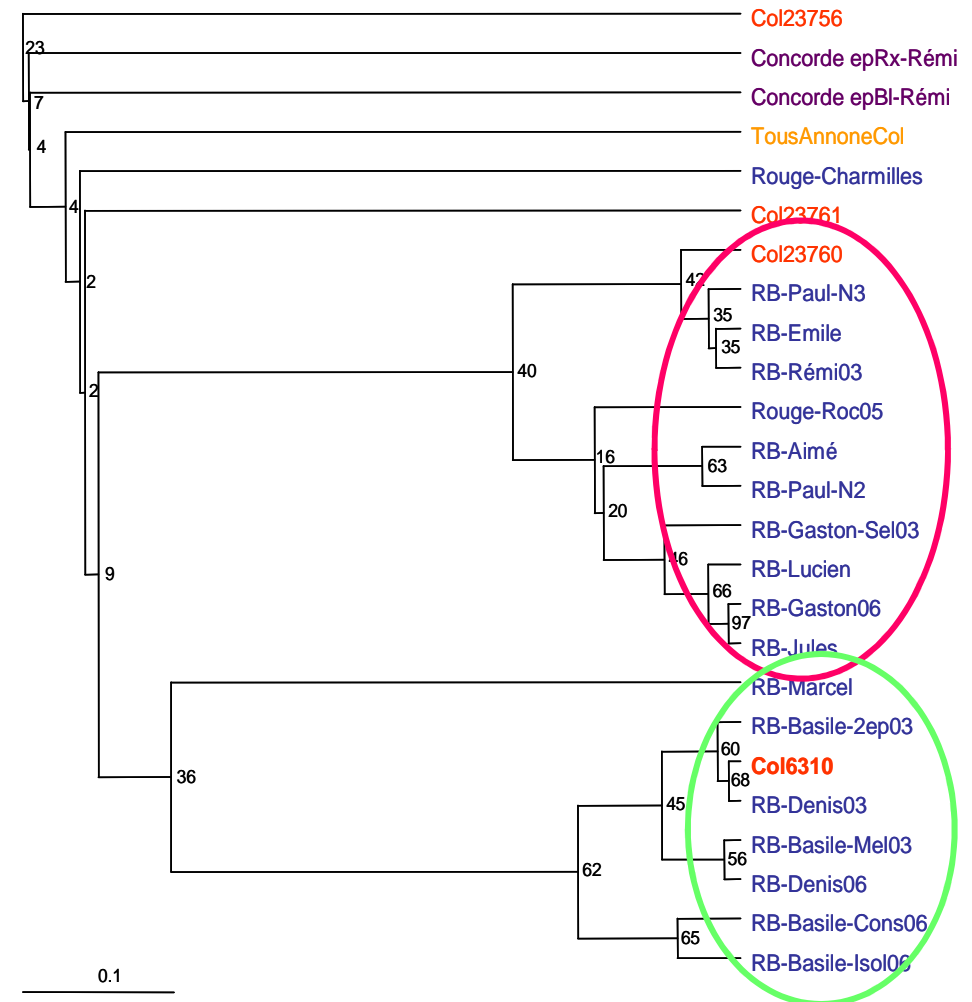
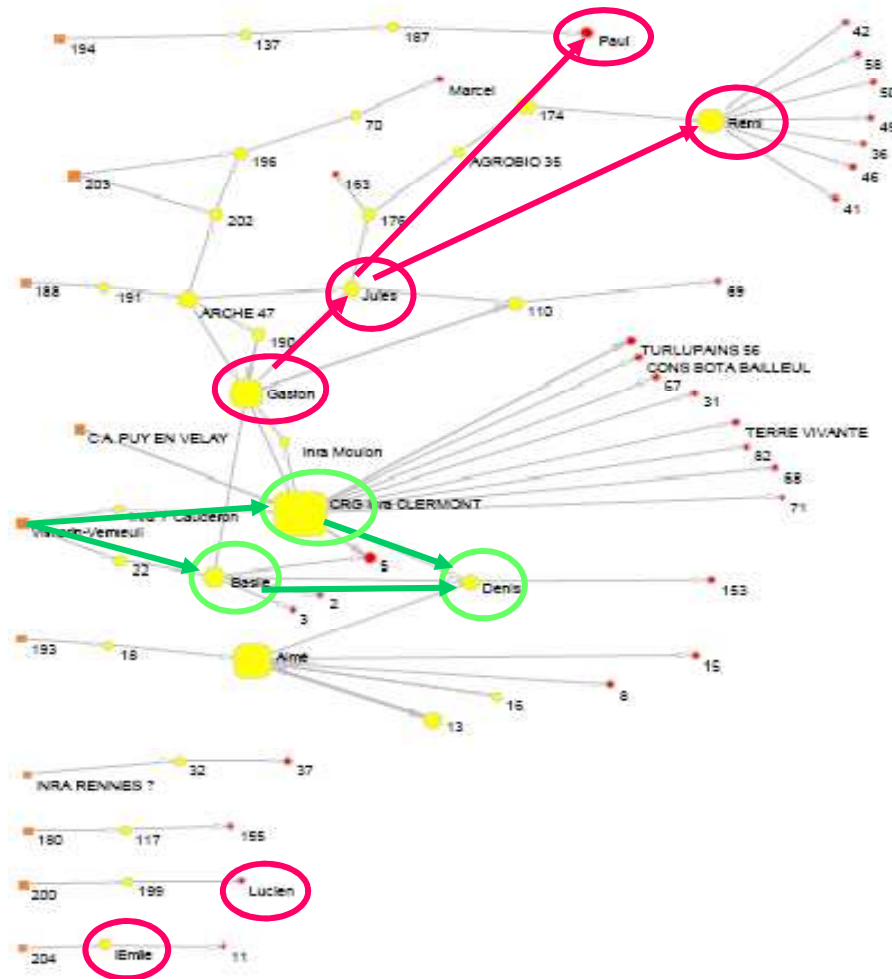
Méthodologie pour une sélection participative / gestion dynamique à la ferme

- 3. Conduite de la sélection:
 - Sélection entre les variétés sur la base des critères précédents
 - Au sein de chaque variété:
 - Sélection massale positive (choix de plantes ou d'épis) ou sélection négative pour accentuer la pression de sélection.
 - Sans sélection humaine, avec récolte et semis du mélange génération après génération.
 - Choix de l'environnement et des pratiques de culture = orientation forte pour la sélection naturelle.
 - Echanges de graines et introduction de nouvelles « variétés » dans le mélange font également partie de la sélection.

Méthodologie pour une sélection participative / gestion dynamique à la ferme

- 4. Gestion de la « reproduction »
 - Brassage assuré par croisements naturels (~2-10% croisements):
 - Au sein des variétés hétérogènes (populations ou mélanges)
 - Entre variétés voisines
 - Maintien de la « pureté » variétale par isolement (+ sélection conservatrice) => consanguinité
 - Croisements manuels (simples ou populations composites):
 - => permettent un brassage plus important des caractères dans les populations (création de variabilité originale)

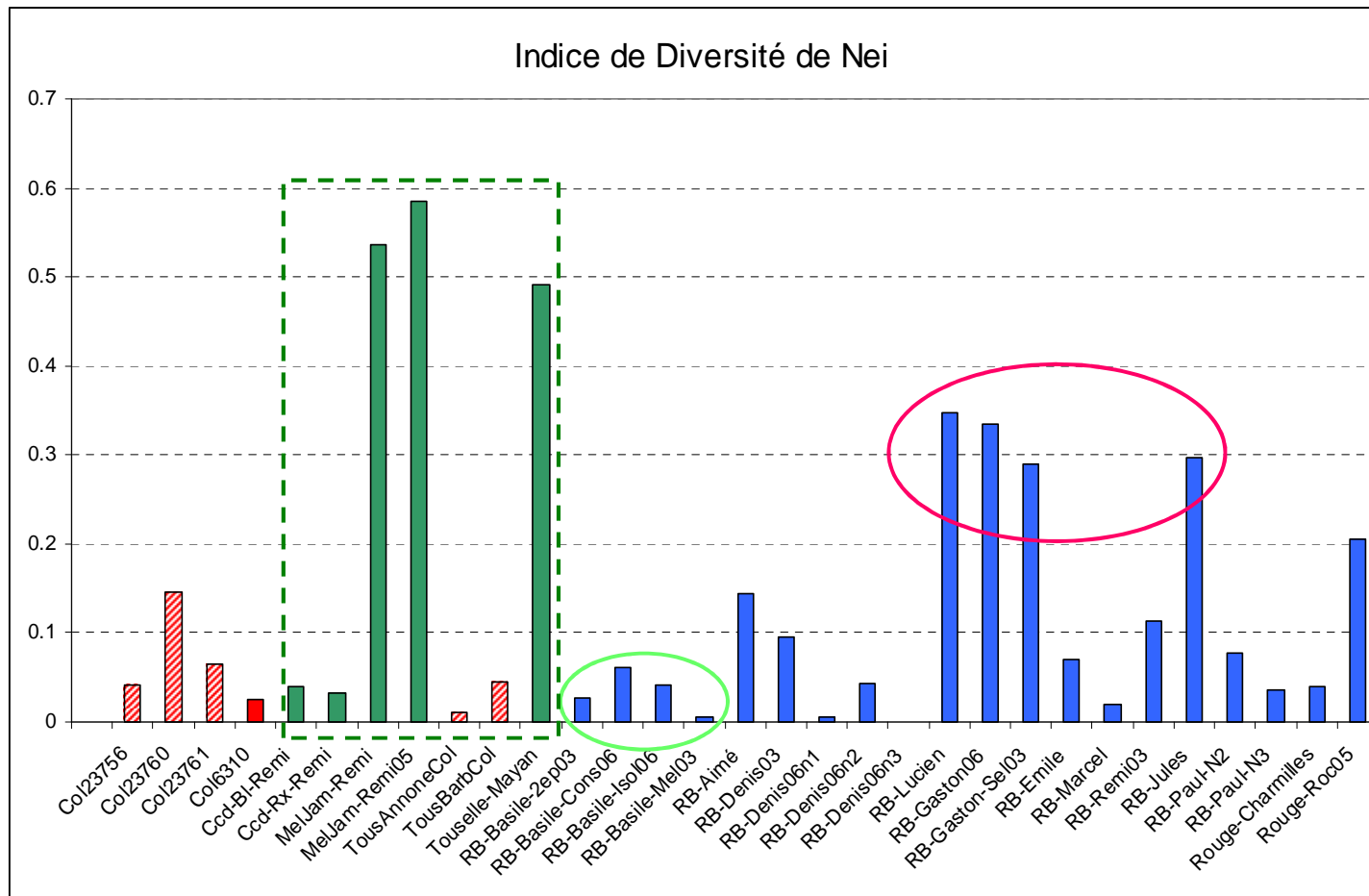
Arbre des populations Rouge de Bordeaux étudiées



Avril 2009

Colloque Sélection ITAB

Diversité intra-populations (15 marqueurs SSR)



⇒ 3 des 4 accessions de la **collection** et toutes les populations de **Denis** et de **Basile** sont très homogènes avec une **diversité génétique** intra-population **inférieure à 10%**.

⇒ Au contraire, les populations de **Gaston**, **Jules** et **Lucien** présentent des **diversités très fortes**, proches de 30%.

Importance de la sélection participative

- « Crop breeding based on decentralized selection can still miss its objectives if it does not utilize the **farmers' knowledge** of the crops and the environment, and it may fail to fit crops to the specific needs and uses of farmers' communities unless it becomes **participatory**. »
- (Salvatore Ceccarelli, 2000)

Conclusion

- Nécessité d'intégrer les trois fonctions liées aux semences : production, sélection et conservation dans une approche commune menés par les paysans.
Pour:
 - Le développement de variétés/populations locales adaptées à des conditions spécifiques, des terroirs, des pratiques, des modes de valorisation, des aspirations différents.
 - Le maintien des processus d'adaptation et d'évolution des espèces cultivées et la conservation de la diversité à différents niveaux.
 - La conduite d'une activité de production à partir de ces ressources qui doit assurer la durabilité/pérennité de cette gestion.

Conclusions sur le partenariat institutions-citoyens

- Les avantages:
 - Élaborer des questions de recherche originales et complexes où recherche fondamentale et appliquée sont étroitement imbriquées
 - Valoriser les compétences existant à l'extérieur des instituts pour construire et répondre à ces questions
 - Contribuer au positionnement d'un domaine de recherche dans un champ d'application concret (donner du sens aux recherches)
 - Stimuler les réflexions des citoyens hors instituts sur les choix scientifiques et les besoins de recherche
- Les difficultés:
 - Élaborer des questions de recherche **trop** originales et complexes mal perçues par le monde de la recherche « académique »



**There is much to be said about these studies
but the overall conclusion seems obvious :**

Farming is plant breeding. (*Harlan 1995*)



Avril 2009

Colloque Sélection ITAB

Avril 2009

Colloque Sélection ITAB

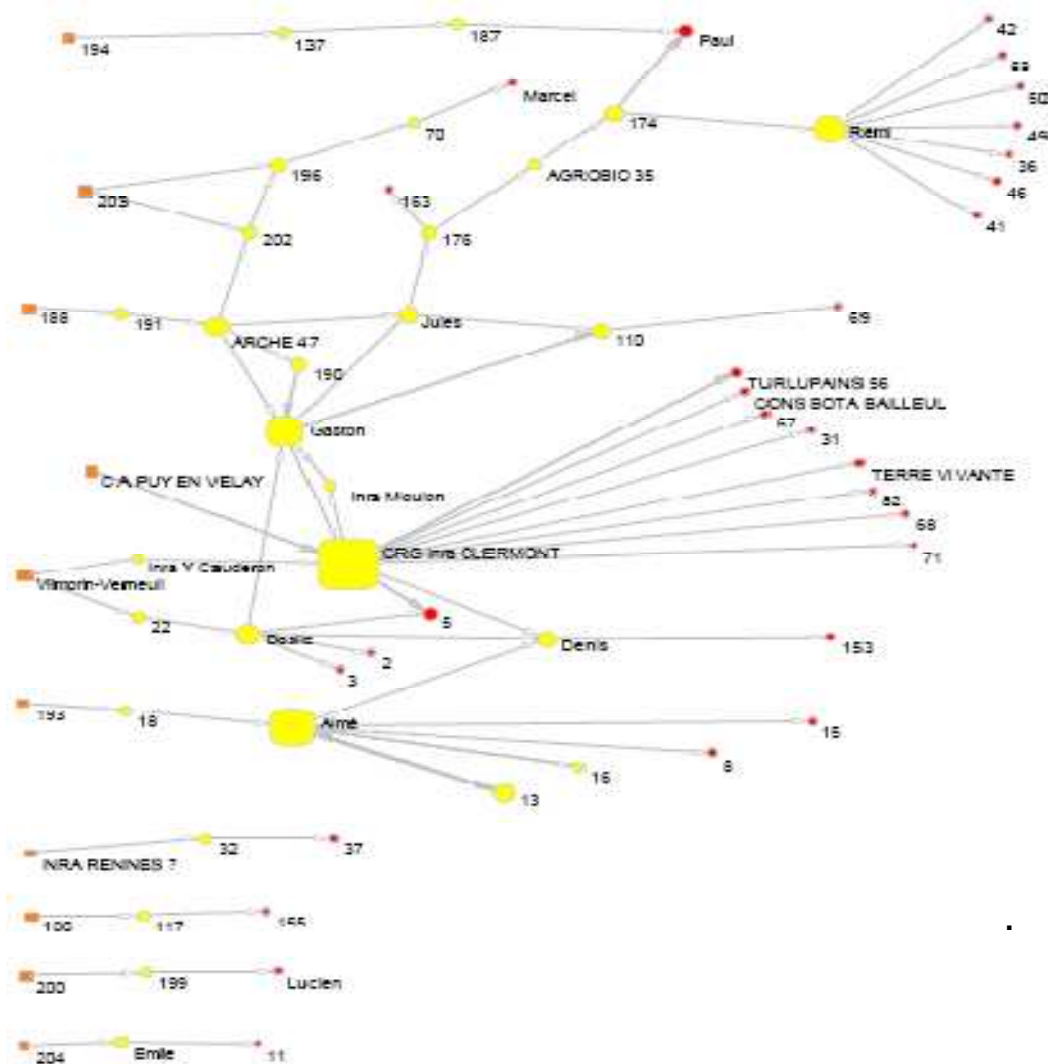
Conclusions de l'étude

- Les populations étudiées se structurent majoritairement en **2 groupes génétiquement distincts**, qui s'expliquent relativement bien par la **circulation de semences** qui a eu lieu entre le groupe *Denis-Basile-Collection INRA* d'une part et le groupe *Gaston-Jules-Rémi-Paul* d'autre part.
- **Les niveaux d'hétérogénéité génétique diffèrent**. Les populations caractérisées par une faible variabilité génétique (accessions de la collection, mais également *Basile, Denis*) sont gérées dans un souci de **conservation à l'identique**, alors que les populations plus variables génétiquement et phénotypiquement sont cultivées dans une **vision** que l'on peut qualifier d'**ouverte ou évolutive**.

Conclusion

- Développer la diversité à tous les niveaux, du champ au paysage => **Agroécologie**
- **Intégrer** les différentes visions de la diversité:
 - Réservoir de ressources
 - Stratégie de culture
 - Compartiment évolutif de l'espèce
 - Diversité des produits et culturelle
- Développer une **approche intégrée** basée sur la **diversité génétique** par:
 - **Approche interdisciplinaire**: génétique quantitative et des populations, théorie/modélisation, écologie, sciences sociales et juridique, agronomie
 - **Recherche participative** qui s'appuie sur les acteurs: paysans, boulangers, sélectionneurs, consommateurs, ...

Circulation des semences de la « variété » Rouge de Bordeaux

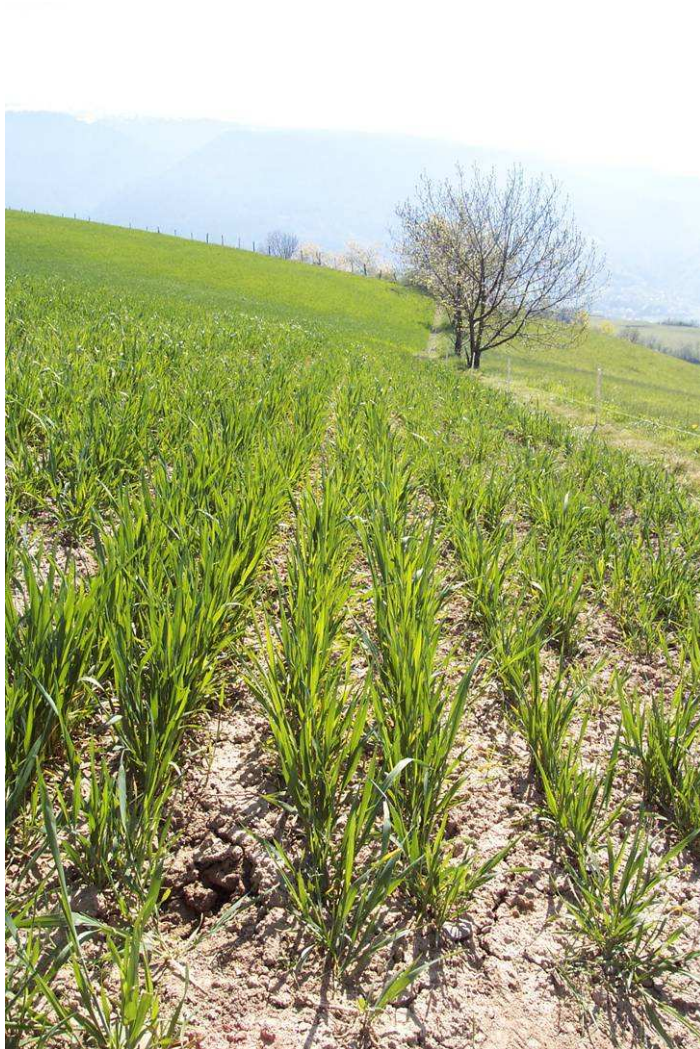


Avril 2009

Colloque Sélection ITAB

⇒ Circulation de la variété-
population **Rouge de
Bordeaux** dans un réseau
hybride comprenant
agriculteurs et acteurs
institutionnels de la
sélection-conservation:
des semences ont circulé (dans
les 2 sens) entre le CRG
INRA Clermont et des
agriculteurs.

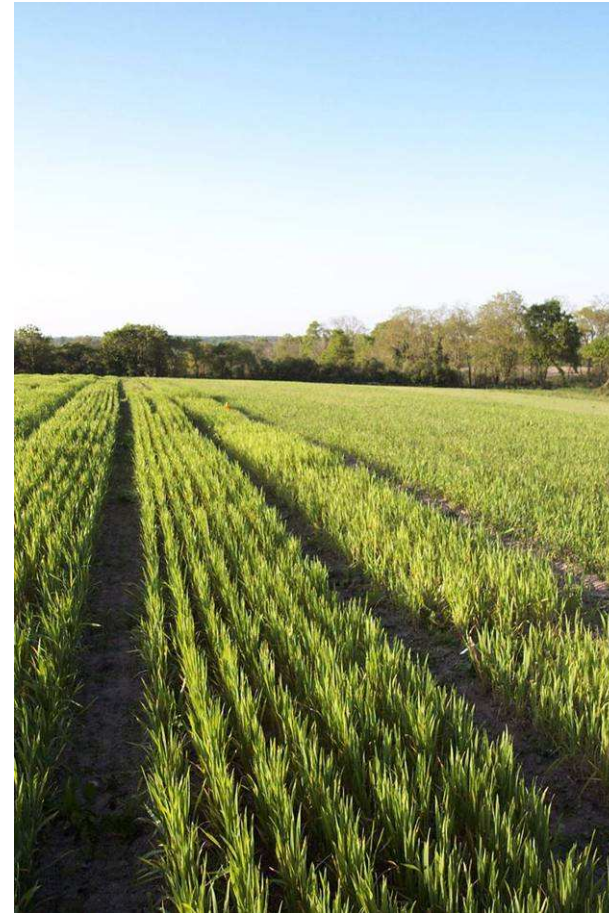
Experimentations à la ferme



Avril 2009

Colloque Sélection ITAB

Experimentations à la ferme



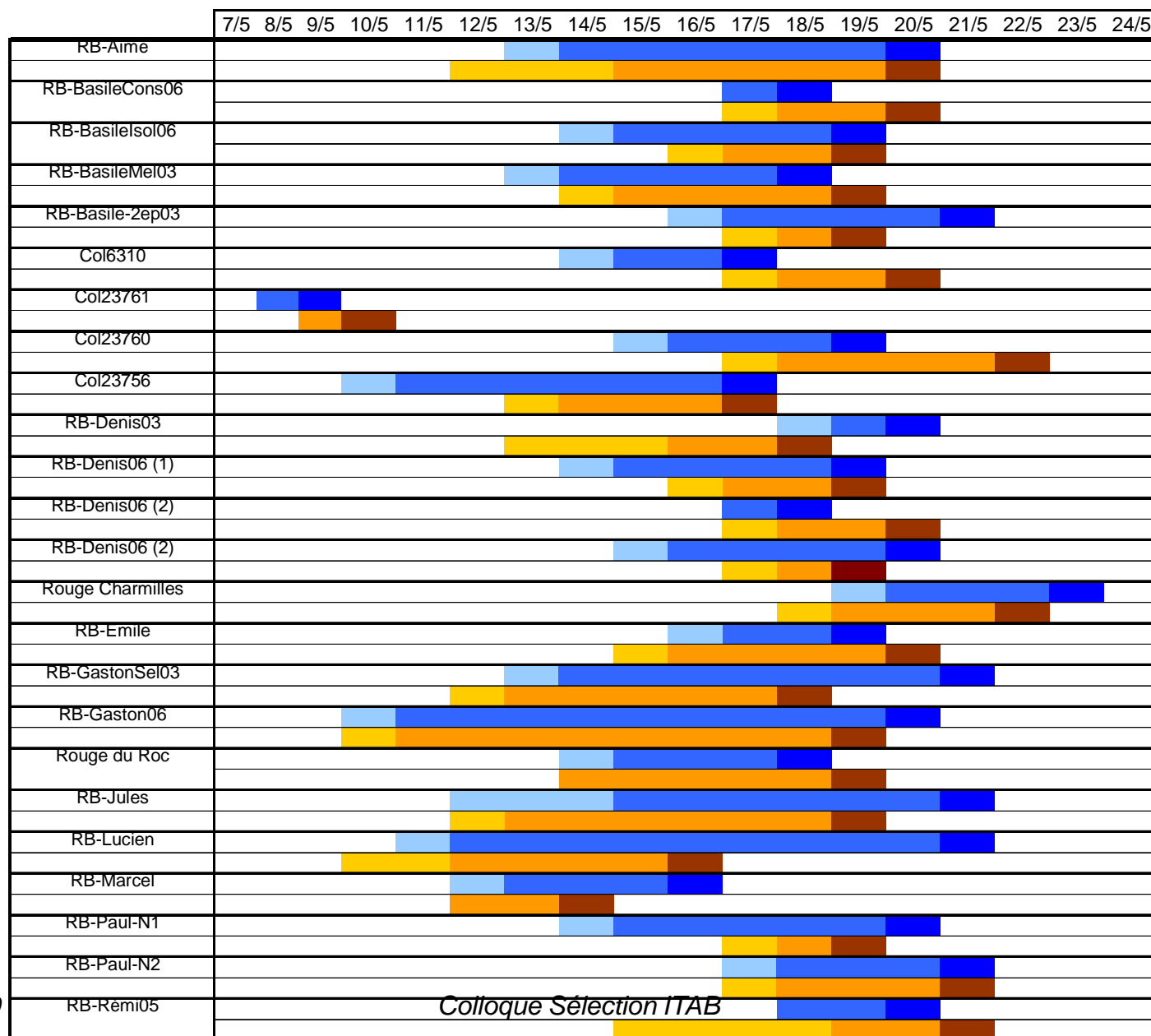
⇒ Les 23 populations de **RB** sont **significativement différentes** pour leur développement précoce, leur date d'épiaison et leur besoin en vernalisation.

⇒ Niveaux de variabilité intra-population différents.

Avril 2009

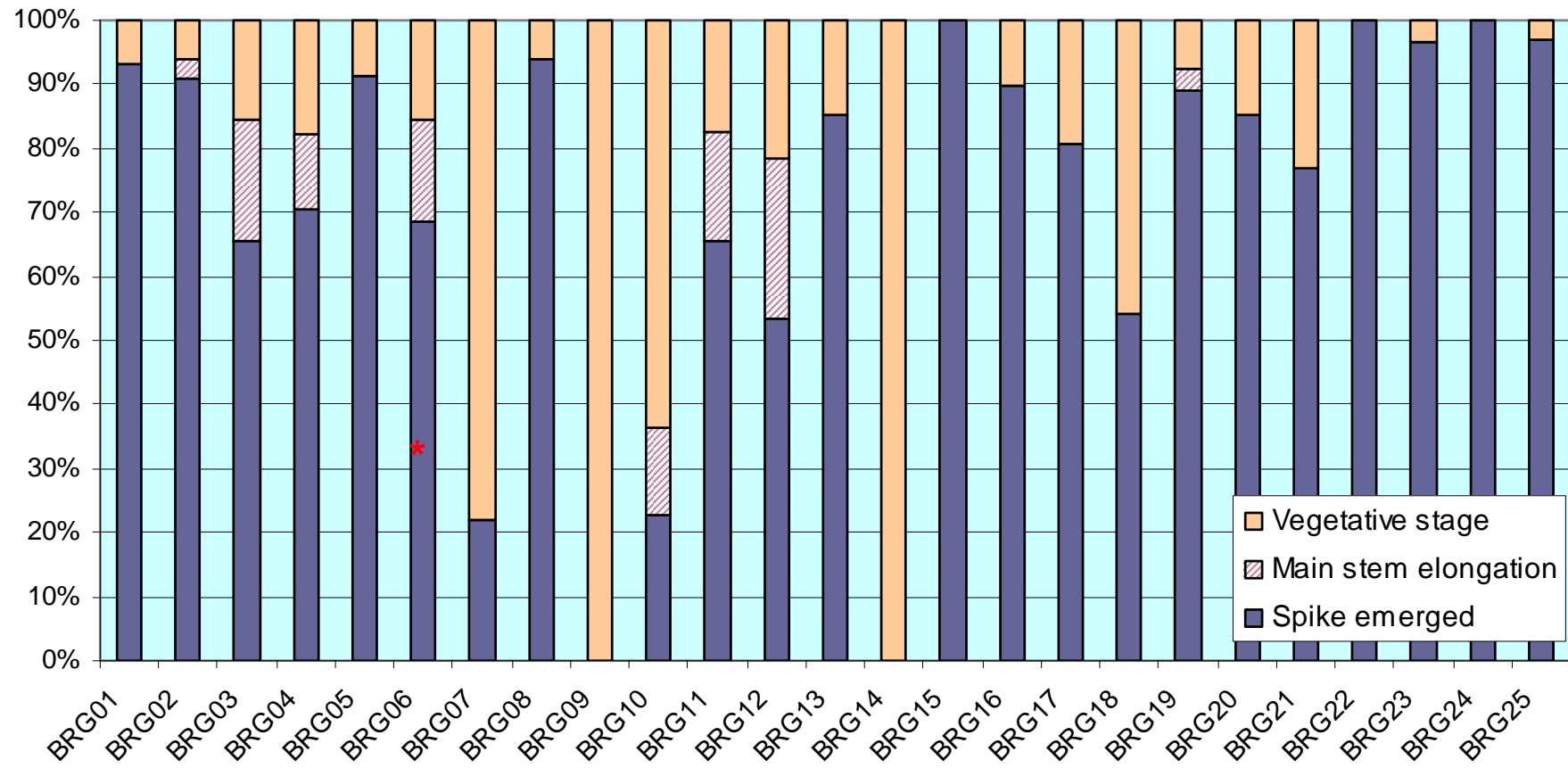
Colloque Sélection ITAB

Etalement des dates d'épiaison en semis d'automne



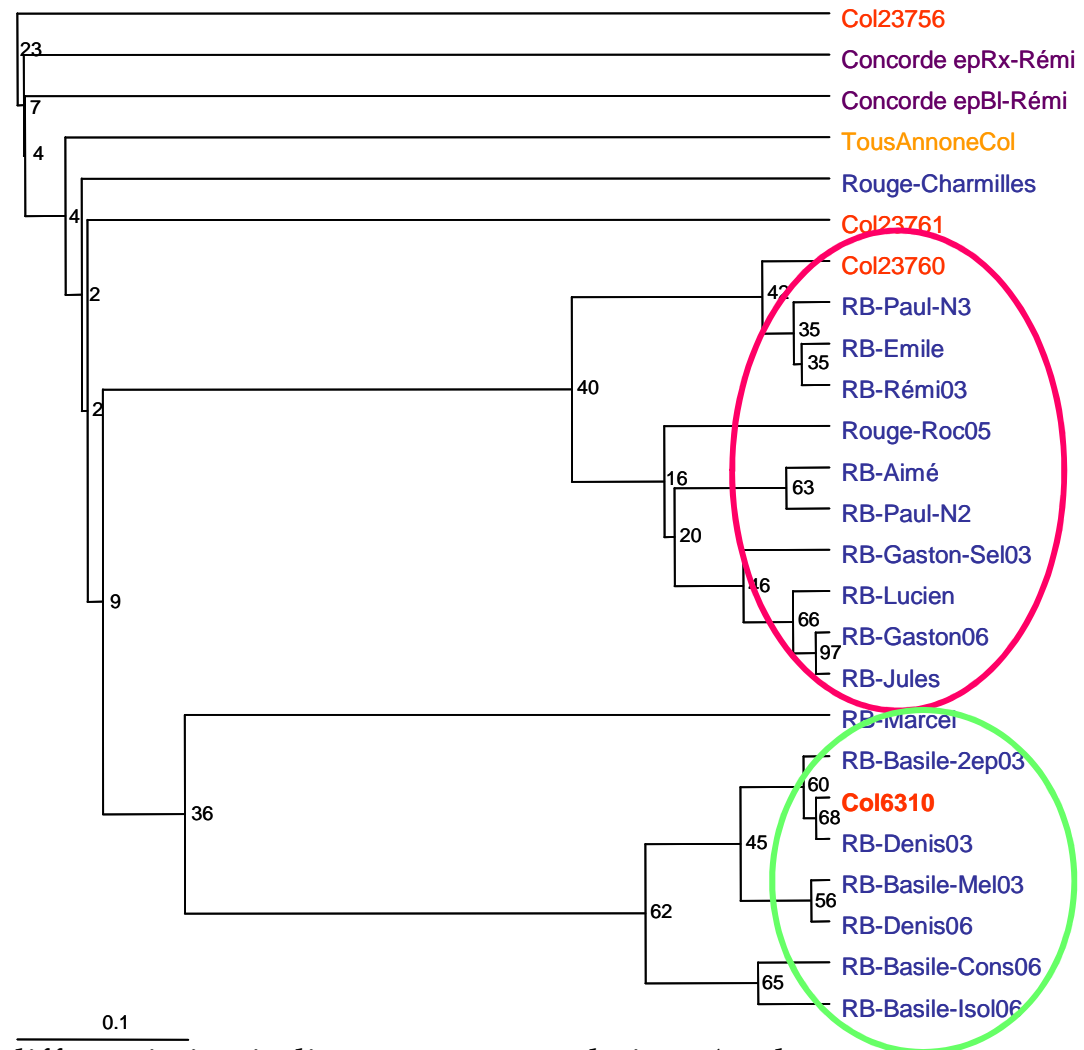
Evaluation phénotypique en station

Fig. 2: Frequency distribution of developmental stages (measured at the 13th August) for plants grown without vernalization



Arbre des populations Rouge de Bordeaux étudiées

⇒ Deux groupes se différencient sur l'arbre : les populations des agriculteurs **Basile** et **Denis** associées au n° **6310** d'un côté, et les populations de **Gaston**, **Lucien** et **Jules** qui agglomèrent ensuite celles de **Paul**, **Rémi**, **Émile** et **Aimé** ainsi que le n° **23761** de la collection.



Tree constructed by the UPGMA method from differentiation indices among populations (node values obtained by bootstrap resampling 1000 X over loci).

Avril 2009

Colloque Sélection 1000

Avril 2009

Colloque Sélection ITAB

Sélection participative de l'orge en Syrie

(Ceccarelli et al. 2000)

- « Crop breeding based on decentralized selection can still miss its objectives if it does not utilize the **farmers' knowledge** of the crops and the environment, and it may fail to fit crops to the specific needs and uses of farmers' communities unless it becomes **participatory**. »
- Objectif:
 - évaluer l'intérêt spécifique de la sélection par les paysans.
- Evaluation dans 9 fermes + 2 stations expérimentales
- 208 lignées et populations:
 - modern germplasm (100) vs. landraces (108);
 - fixed lines (100) vs. segregating populations (108);
 - two rowed (158) vs. six-rowed (50);
 - white seed (161) vs. black seed (28),
 - segregating (mixed) for seed color (19).

Sélection participative de l'orge en Syrie

(Ceccarelli et al. 2000)

- Sélections indépendantes par 9 paysans + 1 sélectionneur
- Sélections appliquées (phénotype):
 - Individual selection by each participating (host) farmer alone on his own field (**decentralized, individual farmer selection**)
 - Selection by each participating farmer in Breda and Tel Hadya (**centralized, farmer's selection**)
 - Selection by the senior barley breeder in each of the nine farmers' fields (**decentralized, breeder's selection**) as well as in Breda and Tel Hadya (**centralized, breeder's selection**)
- Nb entrées sélectionnées:
 - Paysans: 6-14
 - Sélectionneur: 64-105

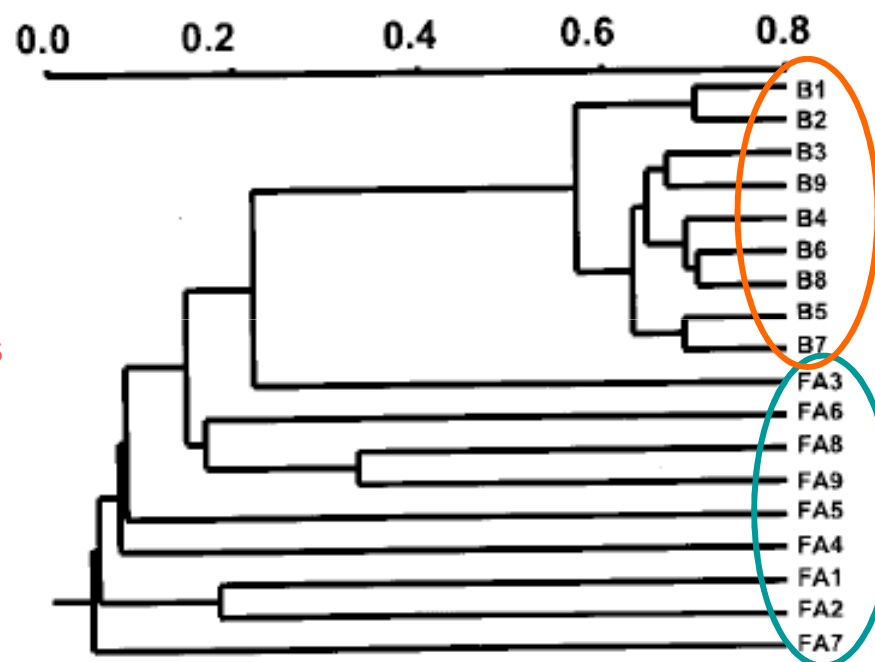


Figure 1. Dendrogram based on cluster analysis of the selections of the nine host farmers and of the breeder in farmers' fields (FA = farmer, B = breeder). Individual farm locations are indicated with the location code used in Table 1.

Sélection participative de l'orge en Syrie

(Ceccarelli et al. 2000)

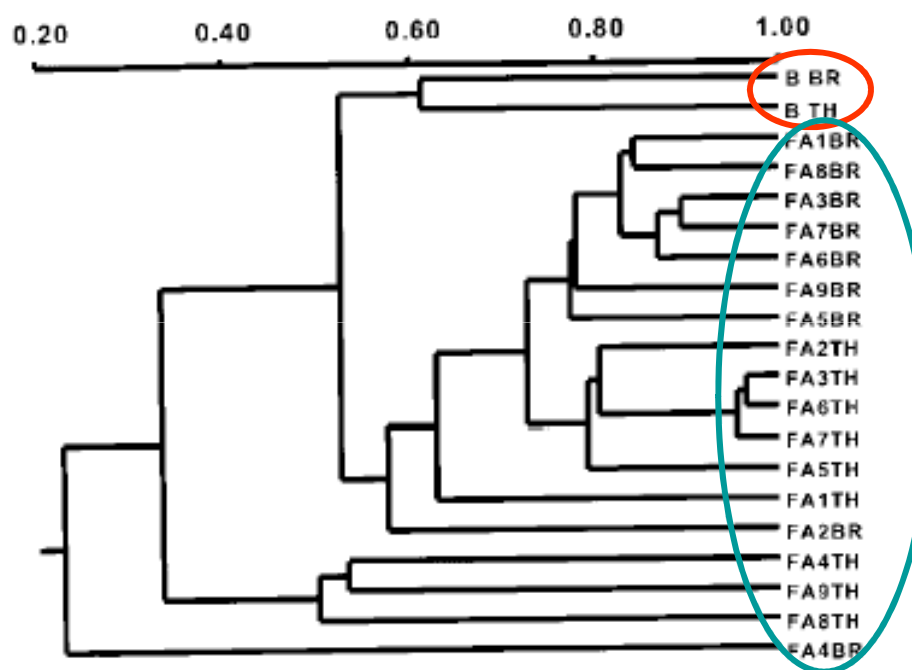


Figure 5. Dendrogram based on cluster analysis of the selections of the nine host farmers and of the breeder in Tel Hadya and in Breda (FA = farmer, B = breeder, TH = Tel Hadya, BR = Breda). Individual farmers are indicated with the location code used in Table 1.

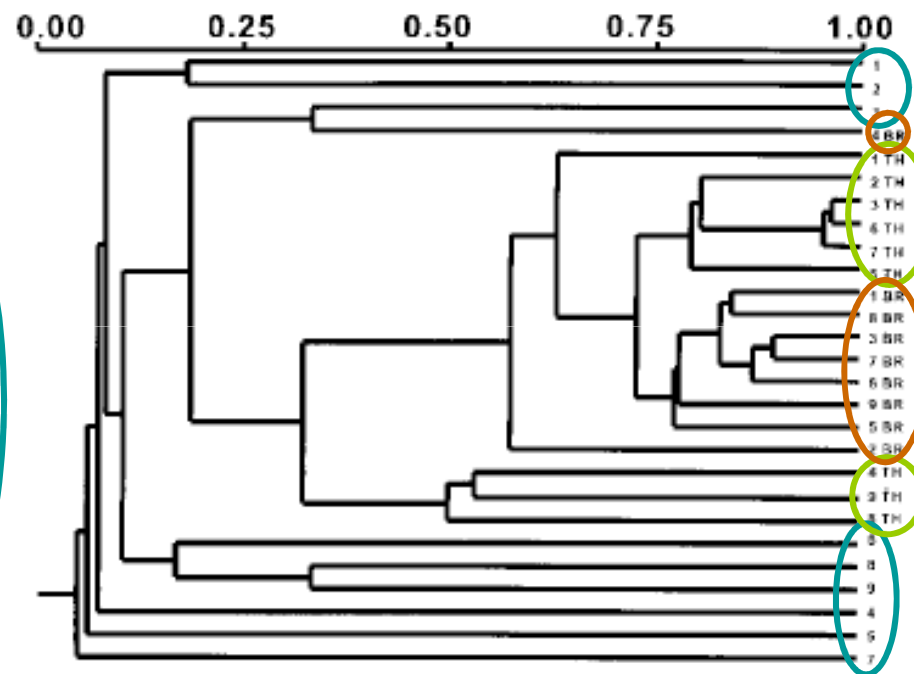


Figure 4. Dendrogram based on cluster analysis of the selections of the nine host farmers in Breda (BR), in Tel Hadya (TH) and in their own field. Individual farmers are indicated with the location code used in Table 1.

Sélection participative de l'orge en Syrie

(Ceccarelli et al. 2000)

Table 6. Grain yield and total biomass of the lines selected by the farmers and by the breeder in each of the nine farmers' fields

Location	Grain yield (kg ha ⁻¹)			Biomass (kg ha ⁻¹)		
	Farmer	Breeder	Δ^a	Farmer	Breeder	Δ^a
Ibbin	4615***	3971***	n.s.	10687**	9686***	n.s.
Ebla	3498*	3199**	n.s.	8743	8233	n.s.
Tel Brak	4235	4020*	n.s.	8729*	8036	n.s.
Jurn El-Aswad	2049*	1724**	n.s.	10535**	8429*	n.s.
Baylonan	454*	324	n.s.	3198	2816	n.s.
Al Bab	649***	488***	***	2272***	1787***	***
Melabya	915	920***	n.s.	4127**	3246*	n.s.
Bari Sharki	1366*	1129	n.s.	5276	4708	n.s.
Sauran	2561	2654	n.s.	6796	7257	n.s.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ relative to the comparisons with the population mean.

^a comparison between breeder's and farmers' selections based on t-test for samples of unequal size.