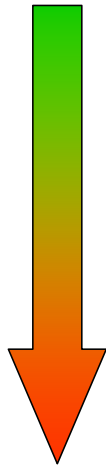


# Le contrôle génétique de la qualité organoleptique du fruit de tomate: perspectives pour la sélection





# La qualité des fruits : un phénomène composite



distributeur  
acheteur

consommateur

fermeté  
conservation

couleur  
aspect  
saveur .....  
arôme .....  
texture .....  
santé .....

sucre acide  
volatils  
parois  
pigments,  
vitamines

qualité commerciale

qualité organoleptique

qualité nutritionnelle



*Diversité; quelles cibles ?  
Bases génétiques des composantes  
& de leurs interactions*

*Interactions Génotype x Environnement x Post Récolte*

# Plan

- La diversité de l'offre satisfait-elle les attentes des consommateurs?
- La sélection assistée par marqueurs pour la qualité organoleptique: potentiels et limites
- Vers la caractérisation des gènes en jeu : exemple de la texture

# Les variétés modernes : dédiées à un objectif & un environnement

Intermédiaire  
ronde en vrac (50%)



Intermédiaire ronde  
en grappe (35%)



Ronde gros calibre (5%)



Cocktail et  
Cerise (5%)



Intermédiaire  
allongée (5 %)



Variétés anciennes (<1%)

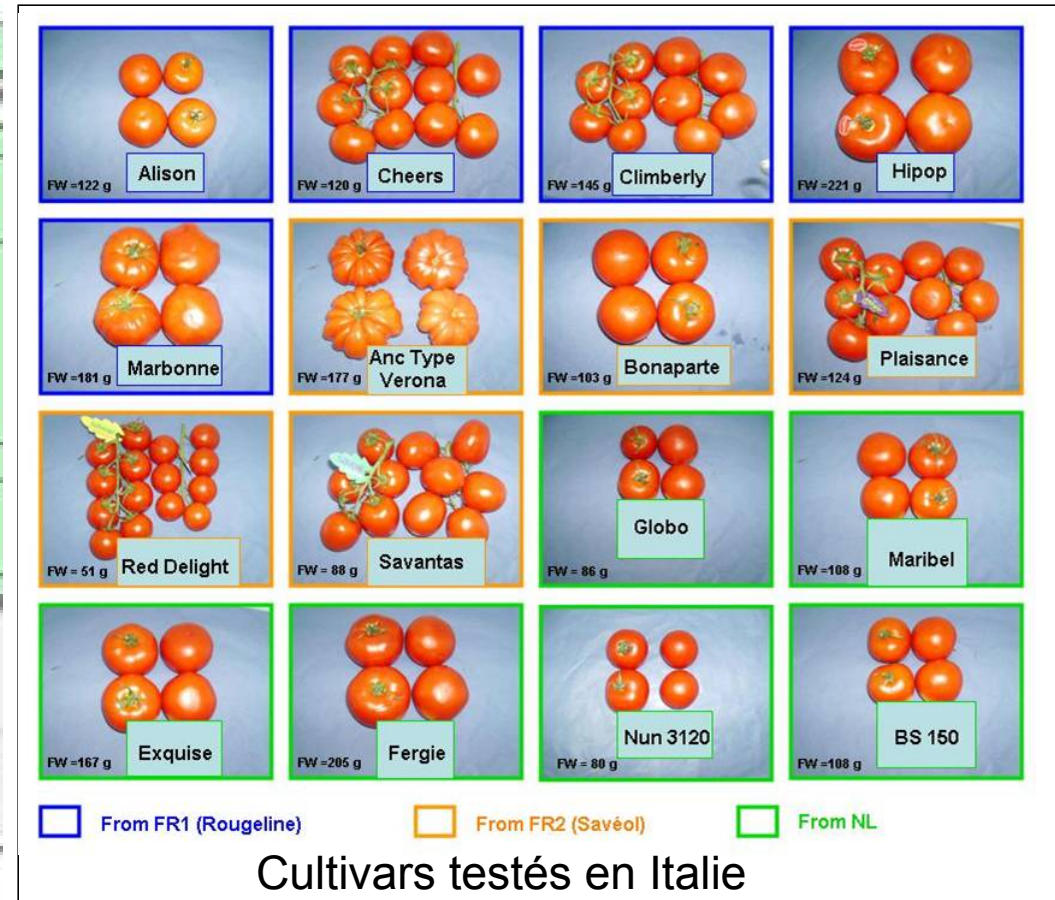
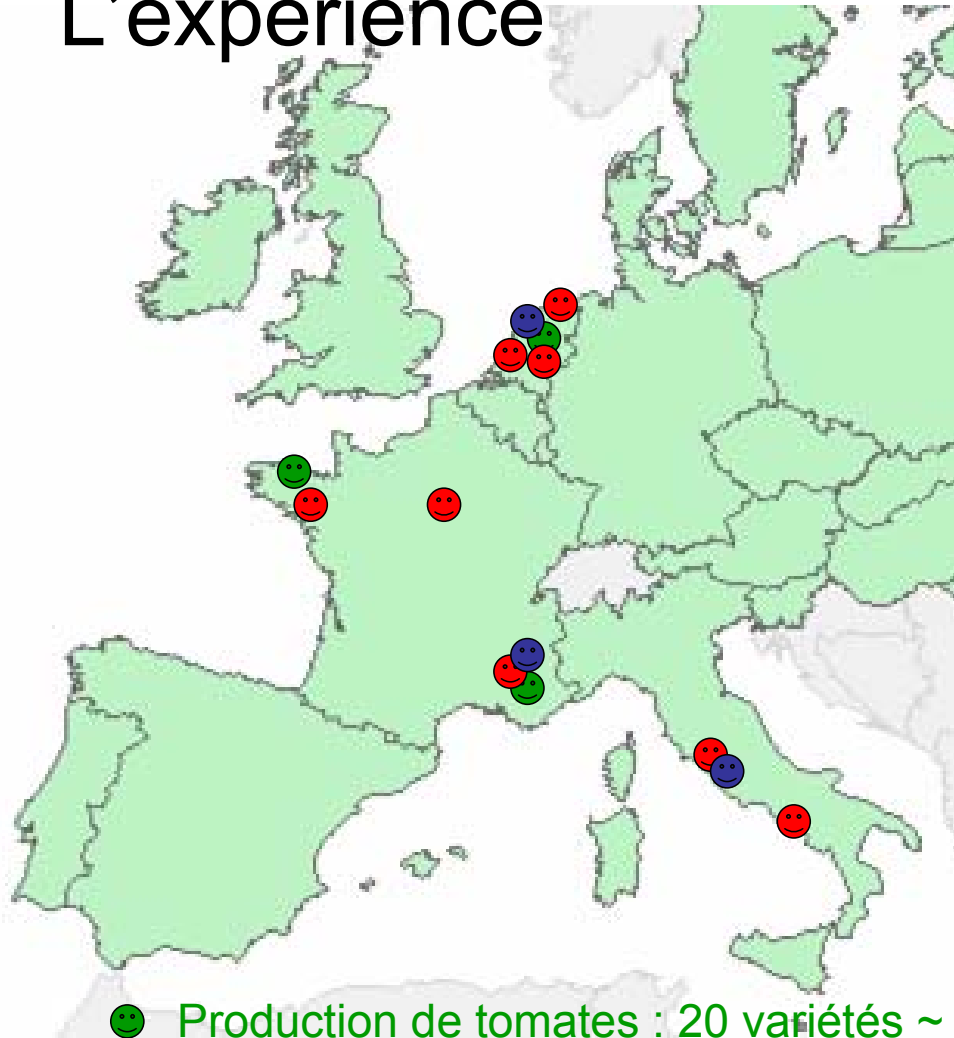
*Source Ctifl, 2000*

La diversité de l'offre satisfait-elle  
les attentes des consommateurs?

# Caractérisation des préférences des consommateurs: une étude au niveau européen

Coll° INRA, CTIFL, CNR GV, WUR A&F, Rougeline, Saveol, Nunhems

## L'expérience



- Production de tomates : 20 variétés ~ 30.000 fruits
- Tests consommateurs > 800 consommateurs
- Profils sensoriels + jurys entraînés (10-15 juges / pays)

# La cartographie des préférences

Profils sensoriels  
10 15 juges



16 cultivars

Valeur Hédonique  
➤ 300 consomm.

9 ----- 1  
I like →→ I do not like

+ questionnaire



- intensité aromatique
- Sucré Acide Salé
- Ferme Farineux Juteux

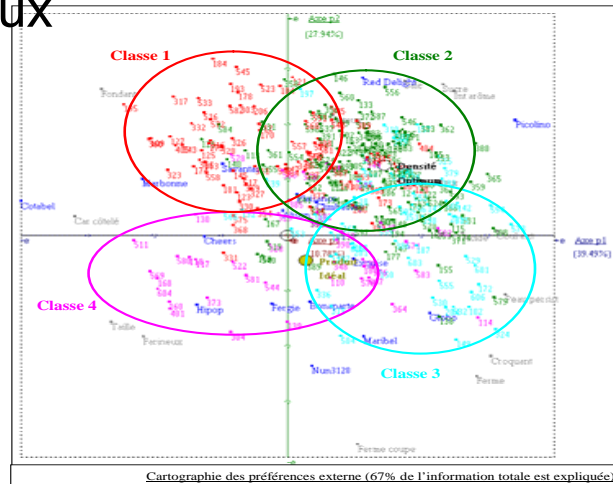
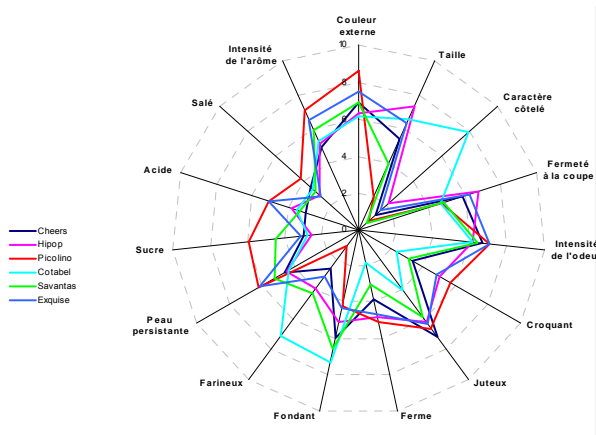
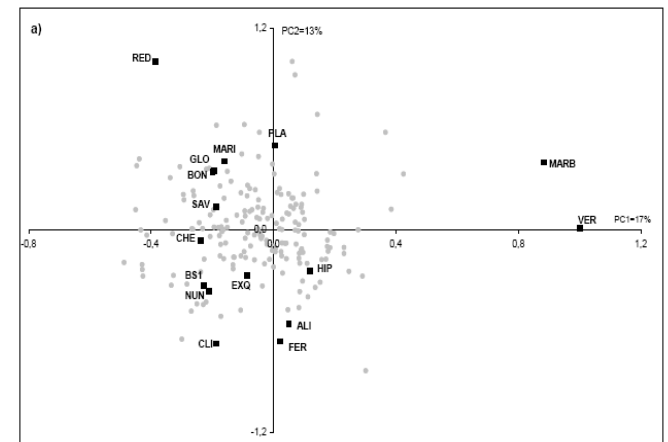
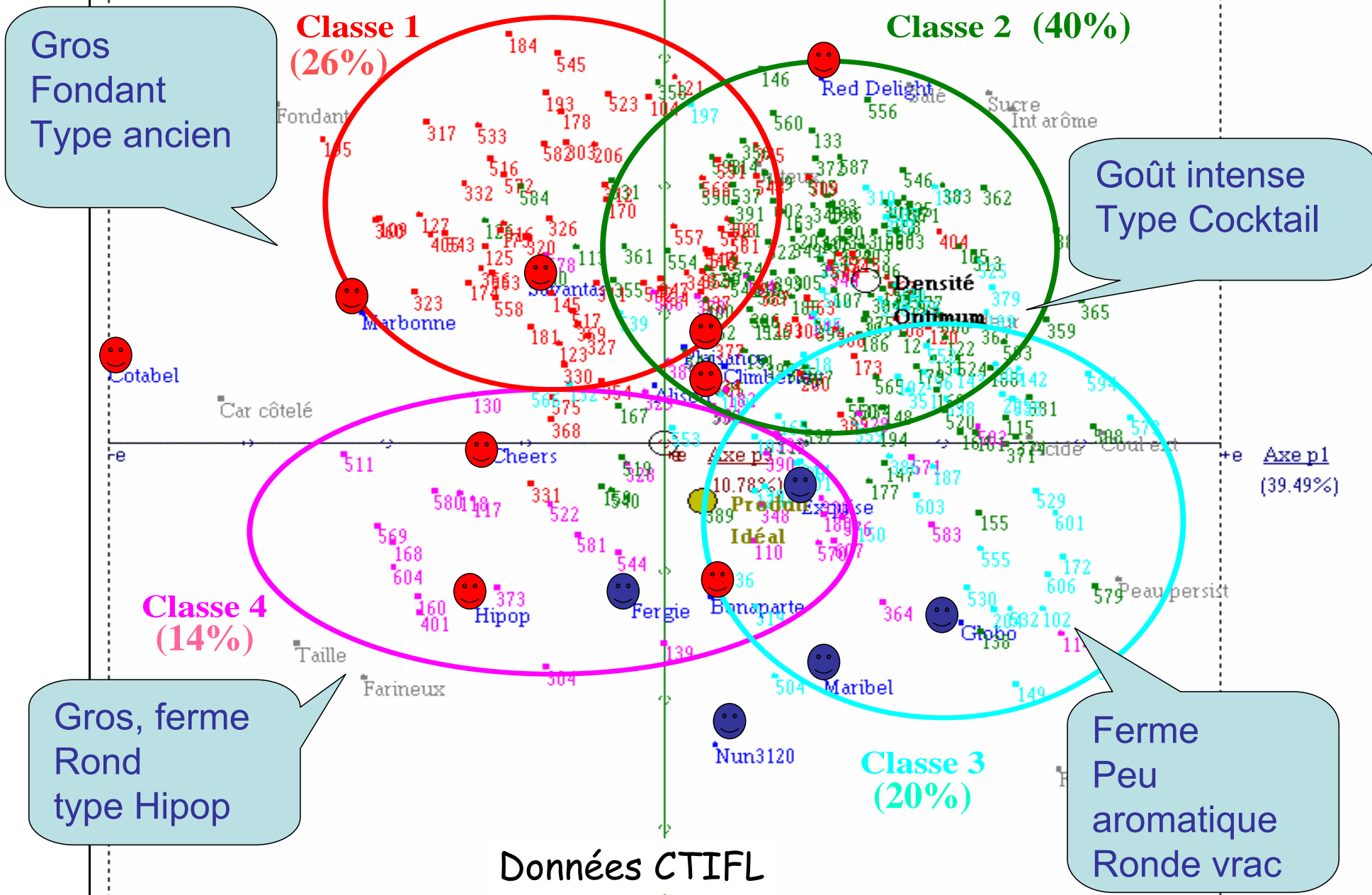


Fig. 2a,b Internal preference map obtained by PCA of individual consumer preference rating for appearance (a) and preference after tasting (b)



# Exemple des résultats en France



# Diversité et hérédité des critères de qualité

	lignées anciennes
lignées modernes	hybrides

Nostalgie



Modification du goût



**composition chimique**  
**profils sensoriels**  
**tests consommateurs**

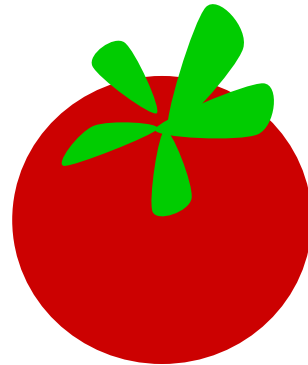


# Diversité et hérédité des critères de qualité



- ♣ Appréciation des consommateurs :  
quels critères importants ?  
Couleur, Sucrosité, Acidité, Farinosité
- ♣ Quelle préférence variétale ?  
Certaines combinaisons "anciens" x "modernes"
- ♣ Influence du gène de longue conservation  
Accroît la farinosité, réduit l'intensité aromatique
- ♣ Interaction mode de culture x variété  
Forte sur arômes; effet faible sur sucres et acides

# Cartographie de QTLs de qualité



et sélection assistée par  
marqueurs

# Cartographie de QTL de qualité



Cervil Levovil

144 lignées recombinantes

Caractérisation **physique** et chimique

- Poids Fermeté Couleur
- Sucres, Acides, Vitamine C, Pigments

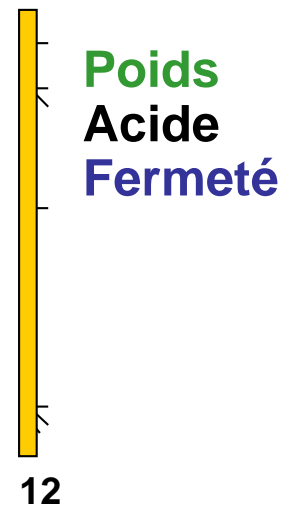
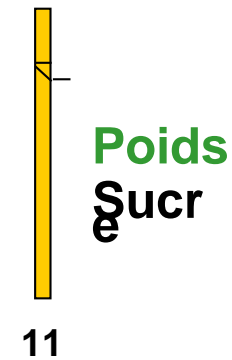
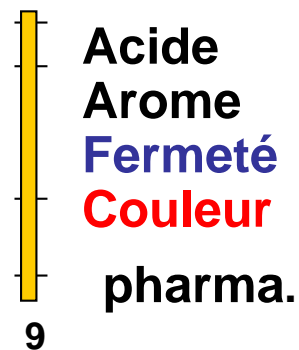
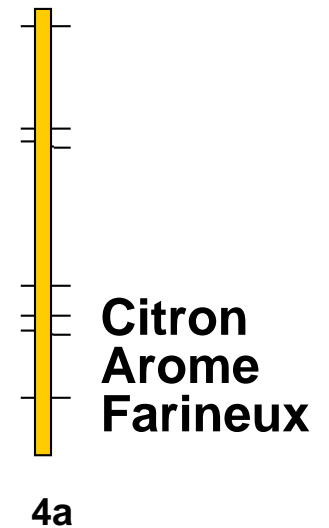
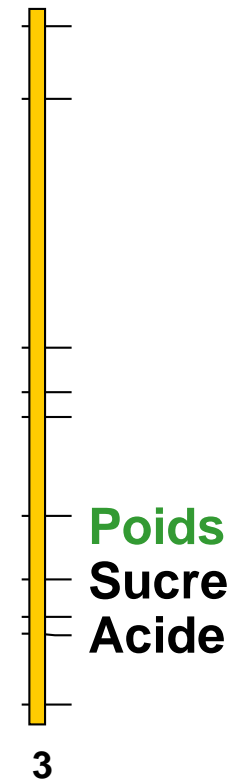
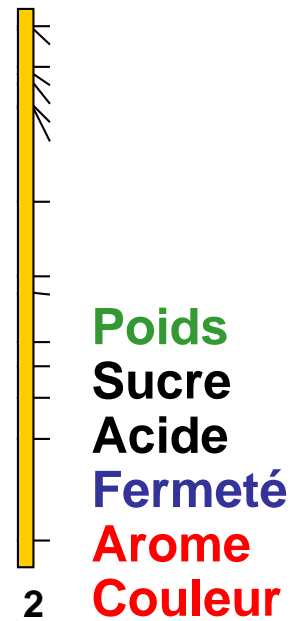
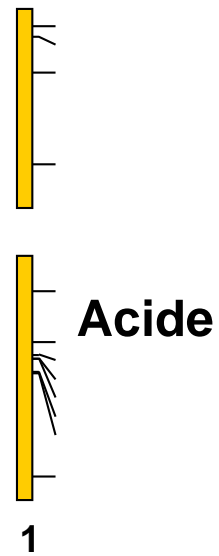
Caratérisation **Sensorielle** (90 juges entraînés)

- Saveurs sucrée, acide
- Intensité aromatique
- Arôme citron, bonbon, pharmaceutique
- Texture ferme, fondante, farineuse

# Cartographie de QTL de qualité



144 Lignées recombinantes



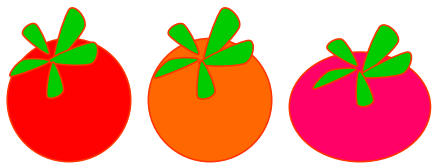
# Introgression de QTL de qualité

Principales régions impliquées dans le goût de la tomate

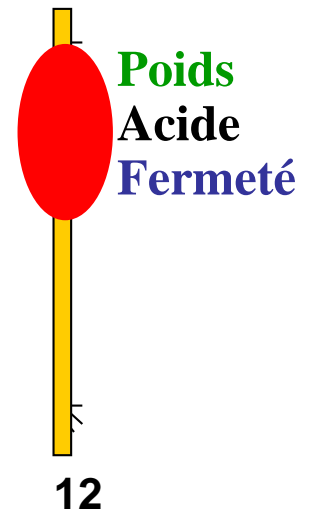
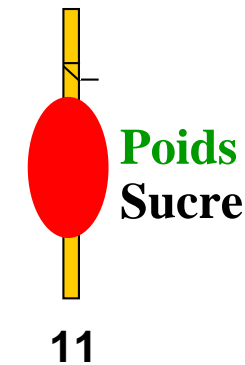
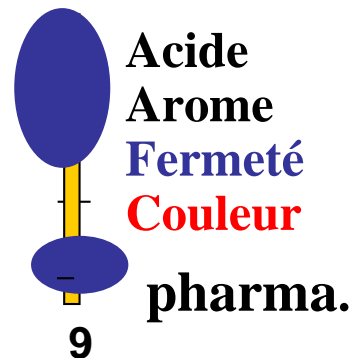
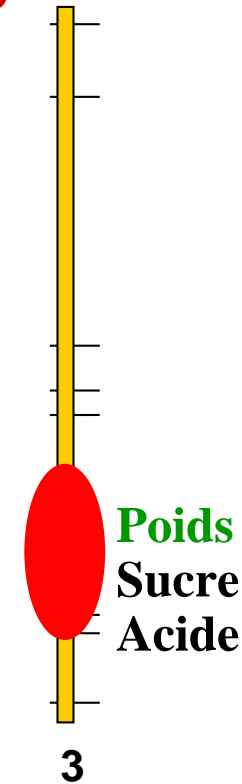
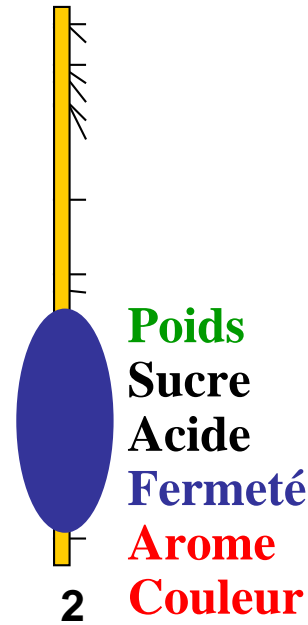
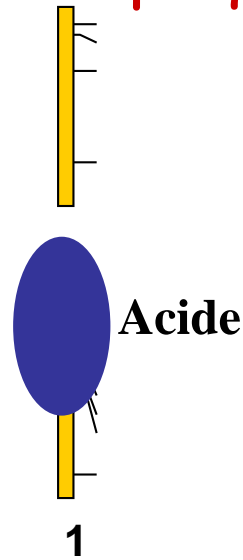


Backcross assisté  
par marqueurs:

5 Régions  
transférées  
dans 3 lignées



→ prototypes

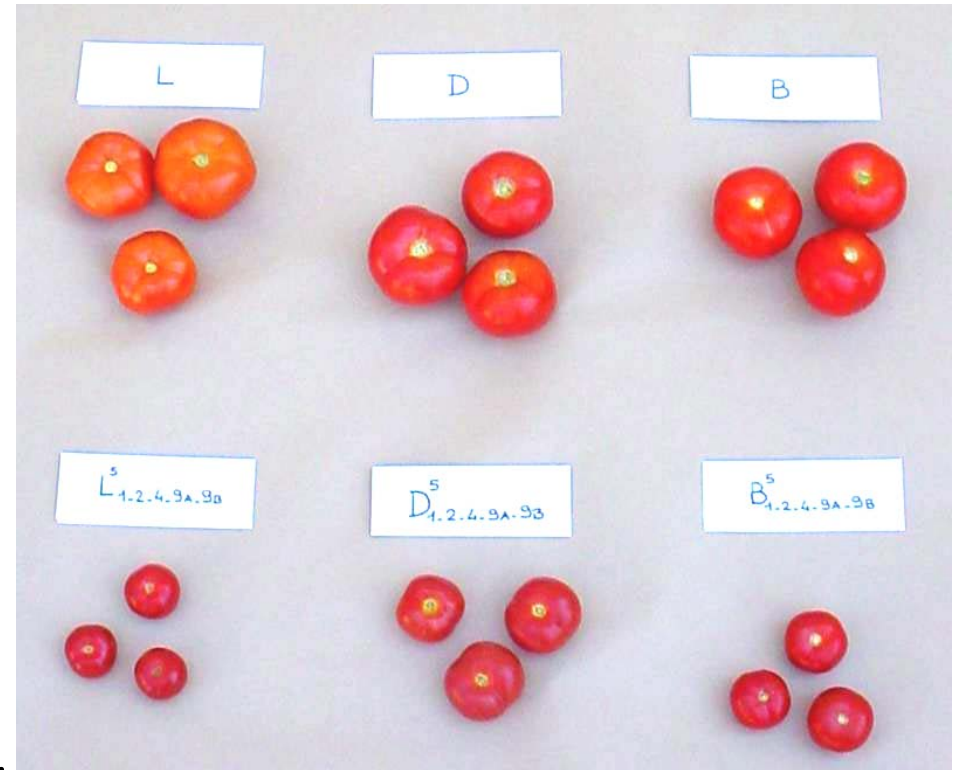
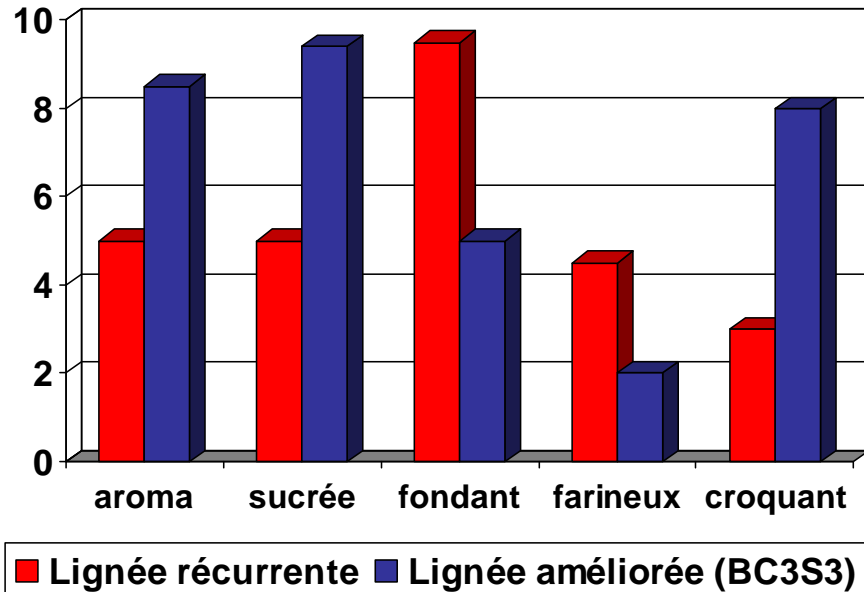


Coll<sup>o</sup> UMR SQPOV, Le Moulon  
7 sélectionneurs, CTIFL

Thèse L. Lecomte, 2003

# Introgression de QTL de qualité

## Evaluation des prototypes



- Transfert efficace de 5 régions
- Amélioration de la qualité des fruits
- Peu efficace pour l'amélioration simultanée du poids ← antagonisme
- Construction d'une série de génotypes avec différents niveaux d'introgression et de qualité

# Introgression de QTL de qualité

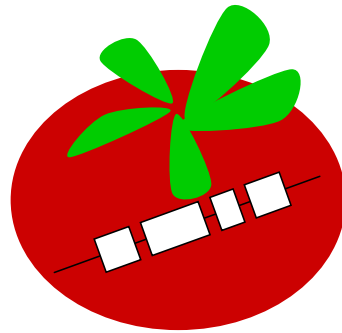
## Effets des QTL dans les QTL-NILs



## Origines de l'écart entre valeurs observées et attendues

- Stabilité variable des QTL
  - suivant les fonds génétiques
    - fonds L : 90 % des QTL retrouvés, 50% dans les 2 autres fonds
    - de nouveaux QTL détectés
  - suivant les caractères
- Interactions **entre gènes/QTL** pour tous les caractères

# Vers la caractérisation de QTL



## Exemple de la texture

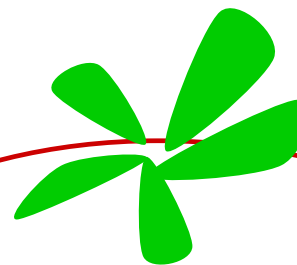
- Ramollissement du fruit suite à la maturation
- Lien à la production d'éthylène
- Taille et forme des cellules, adhésion
- Modifications parois (composition & organisation)
- Modification de la pression osmotique





Génotypes contrastés

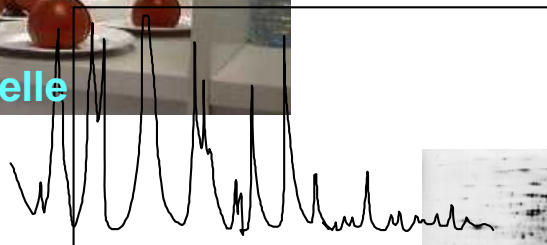
Modèles écophysiologiques → Processus



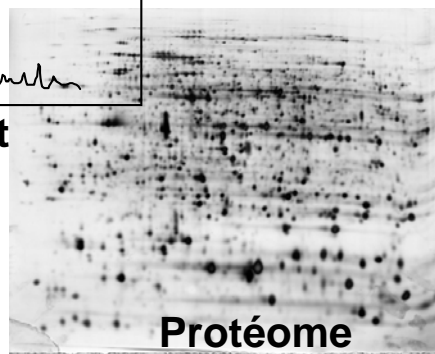
Approche intégrée de la variabilité génétique de la qualité des fruits de tomate



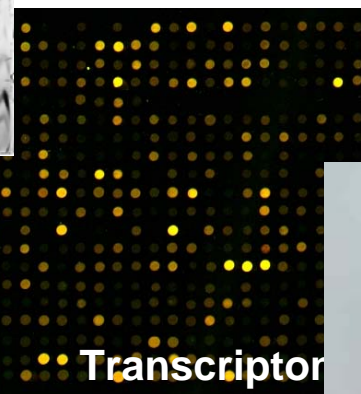
Analyse sensorielle



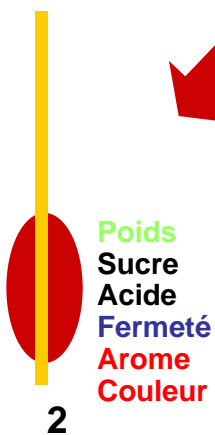
Composition du fruit



Protéome



Transcriptome

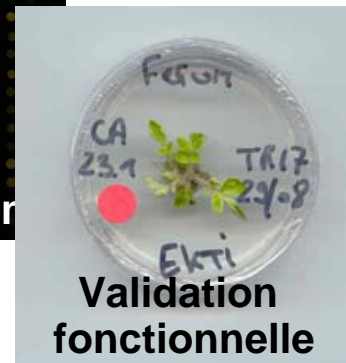


2

NILs → Carto. Fine

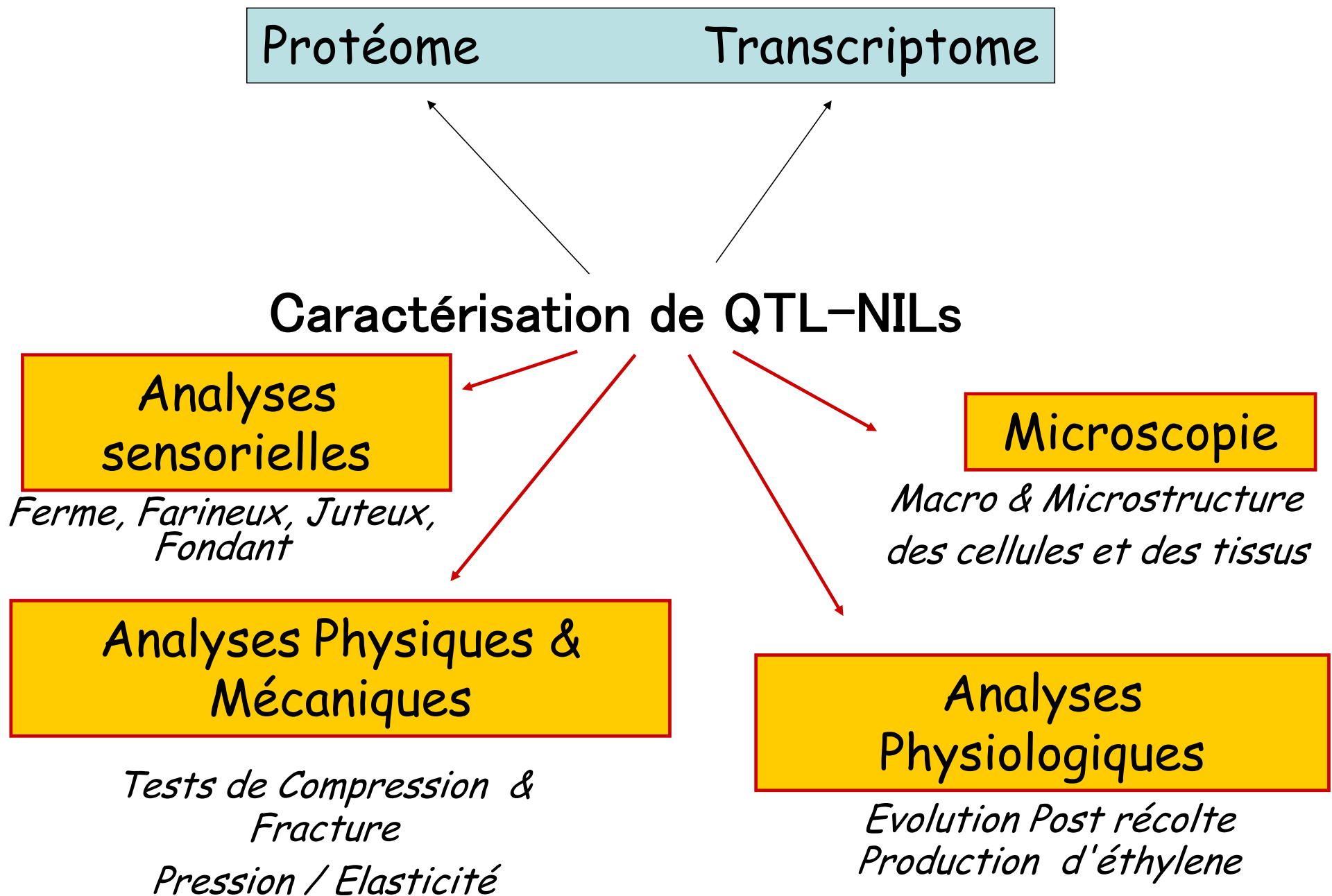
Gènes candidats

Cartographie



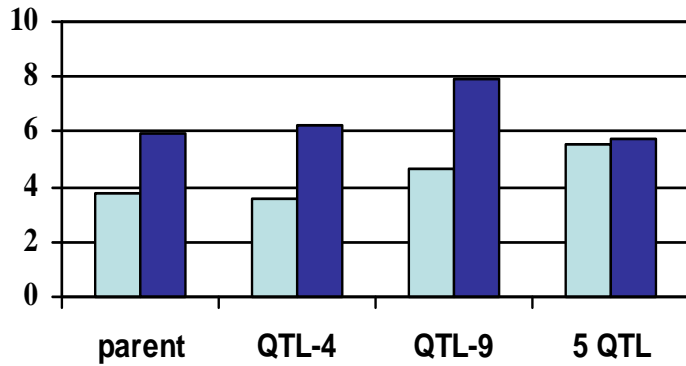
Validation fonctionnelle

# QTLs de composantes de la texture



# Effet des QTL par analyse sensorielle et mesures physiques

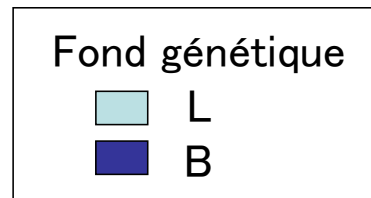
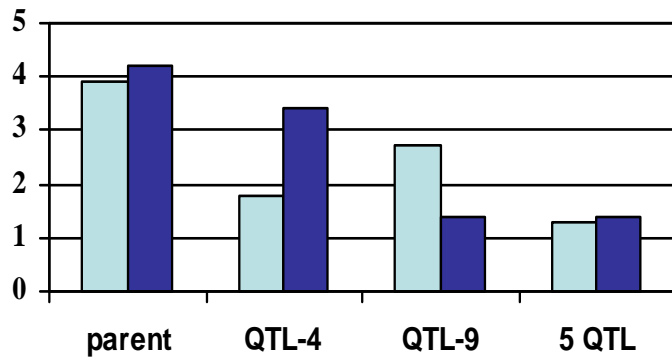
## Fermeté



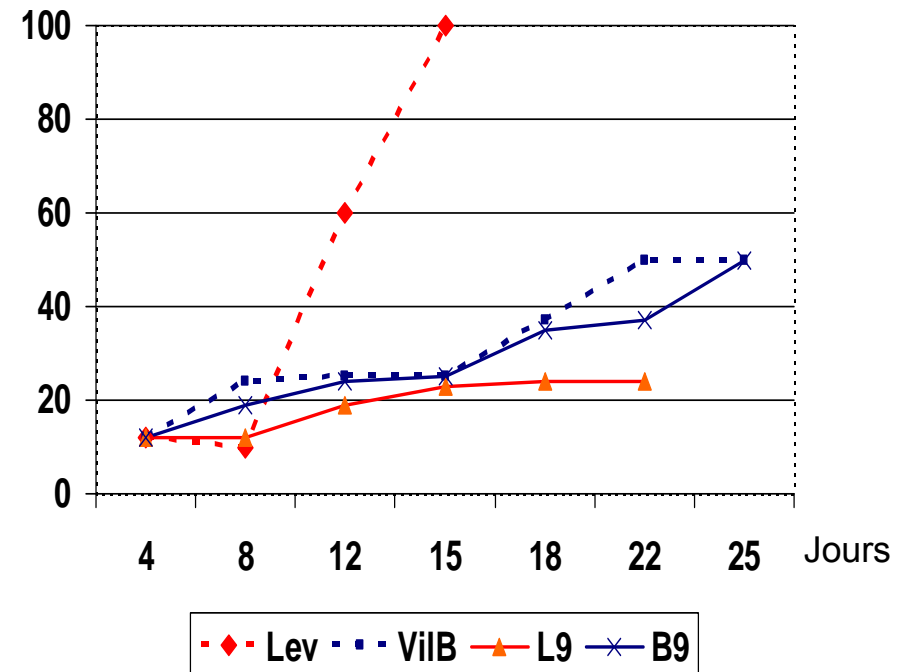
## Analyse sensorielle

- Effet des QTLs/fonds
- +/- Liée aux mesures instrumentales

## Farinosité



## Perte de fermeté après récolte



## Conservation

- Fort effet des QTL sur le ramollissement dans le fond L
- Pas de lien avec l'éthylène

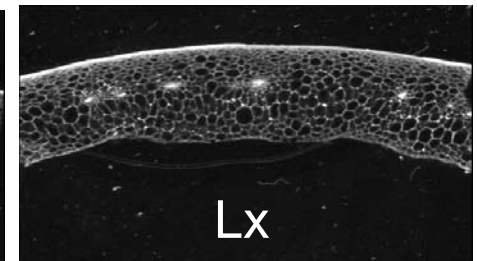
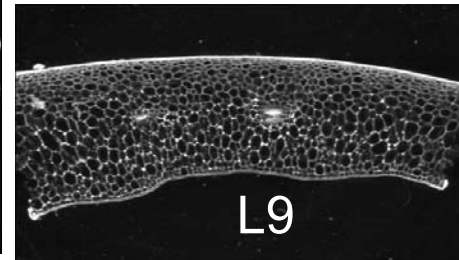
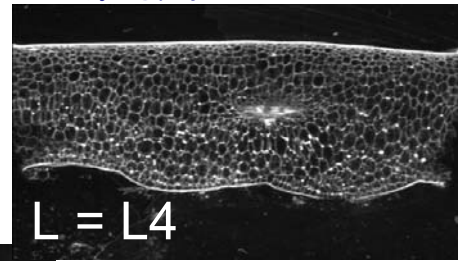
Effet précoce : différences de fermeté dès 14 DAP

# Caractérisation histologique et biochimique

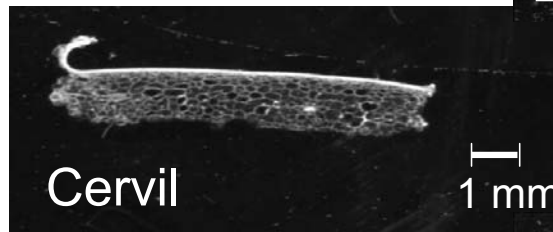
Coll. MF Devaux, CEPIA Nantes

## Morphométrie cellulaire

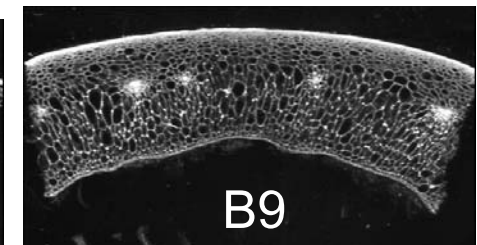
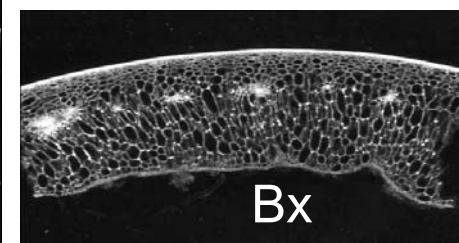
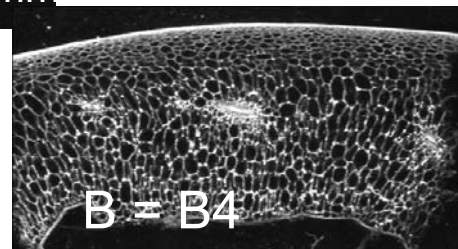
Cellules de taille homogène



Allongement des cellules



Cellules de taille hétérogène



## Composition en sucres des parois

Différences liées au génotype

Expression des gènes de  $\beta$  galactosidase

→ ??? Modulation au niveau de la protéine

Quemener et al. 2007

# Approche protéomique des effets des QTL et des fonds génétiques

fruit entier de Lev, VilB, Lx, VilBx, et L9 au stade rouge

→ plus de 100 spots variables/ 1400 spots

→ le plus grand nombre de variations observé entre *G* et *Gx*

• pour 70% des spots analysés effet significatif d'introgression des QTL

• pour 30% effet d'interaction entre QTL et fonds génétiques

+100 spots identifiés → réseaux de protéines modifiées

→ Impact des conditions de culture : stress hydrique, salin, température de conservation

# Résumé

Aujourd'hui, la sélection dispose de nouveaux outils pour :

- comprendre l'organisation génétique des caractères et piloter les croisements (marqueurs moléculaires)
- identifier les gènes en jeu (génomique)
- générer de la variabilité (diversité naturelle,  $\mu^\circ$ , OGM)

➡ Augmenter l'efficacité de la sélection

Augmenter les connaissances

➡ Poursuivre l'étude des interactions

**Mais ...**

# Une nécessaire intégration de l'ensemble de la filière

## PARAMETRES INFLUENCANT LA QUALITE

variété

conditions

post-récolte

préparation

Marque, AB, AR

Type, prix

SIGNES DE RECONNAISSANCE

sélectionneur

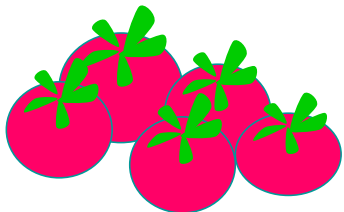
producteur

gp<sup>t</sup> achat

distributeur

acheteur

consommateur



# Pour valoriser l'amélioration de la qualité gustative, nécessité :

- De valeur ajoutée pour les sélectionneurs et les producteurs  
→ **volonté de durabilité**
- De signes de reconnaissance pour les consommateurs



- Types (cerises, cocktail, grappe, charnue...)
  - Marques (SAVEOL, Pr Bretagne),
  - Groupement de marques (T France)
  - Conditions (AB, Agri Raisonnée)
- De réglemets adaptés
- Intégration de la filière







## UR GAFL, INRA, Avignon

Vera Saliba-Colombani Mireille Faurobert  
Laurent Lecomte Stéphane Muñoz  
Jamila Chaïb Philippe Duffé  
David Tricon Marion Barre  
Esther Pelpoir Christina Mihr  
Sophie Rolland

## UMR SQPOV, INRA, Avignon

Michel Buret Rana Mathieu  
Isabelle Marty David Page  
Sylvie Bureau Barbara Gouble  
Line Tichit

## UR BIA, INRA, Nantes

Marc Lahaye Marie Françoise Devaux  
Fabienne Guillon

## Sélectionneurs

Vilmorin Gautier Clause Tézier  
RijkZwaan Takii Seminis Syngenta

## CTIFL

Brigitte Navez Natacha Lespinasse  
Dominique Grasselly

**merci ...**

*Supports financiers*

*MAP, INRA, ANR, Trilatéral, EU*