

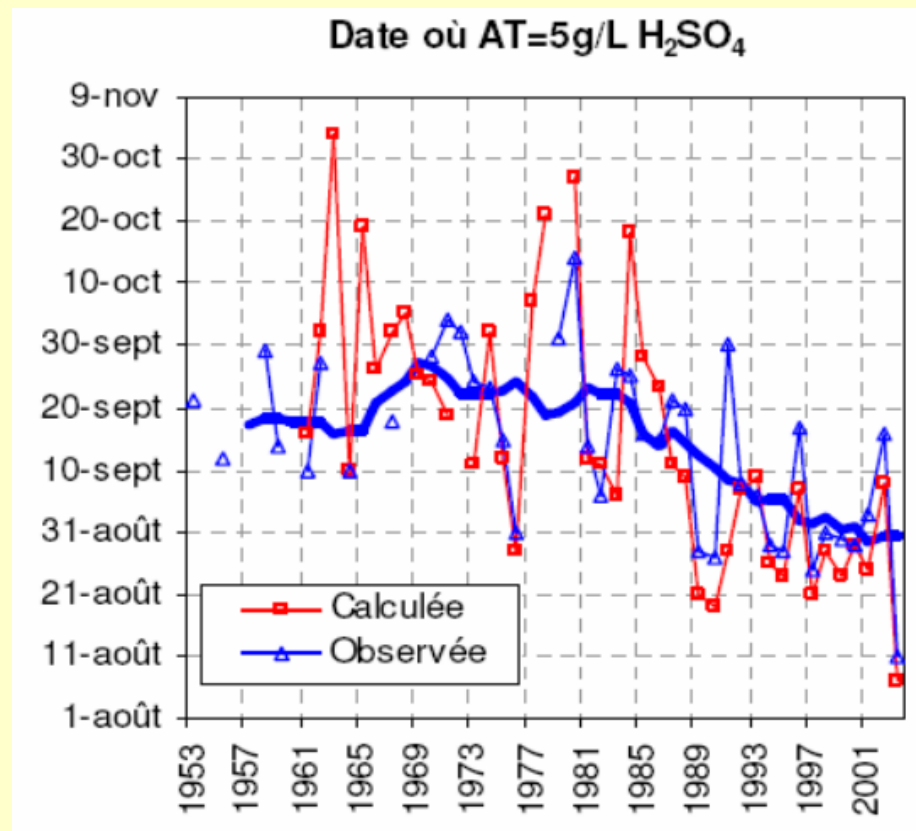
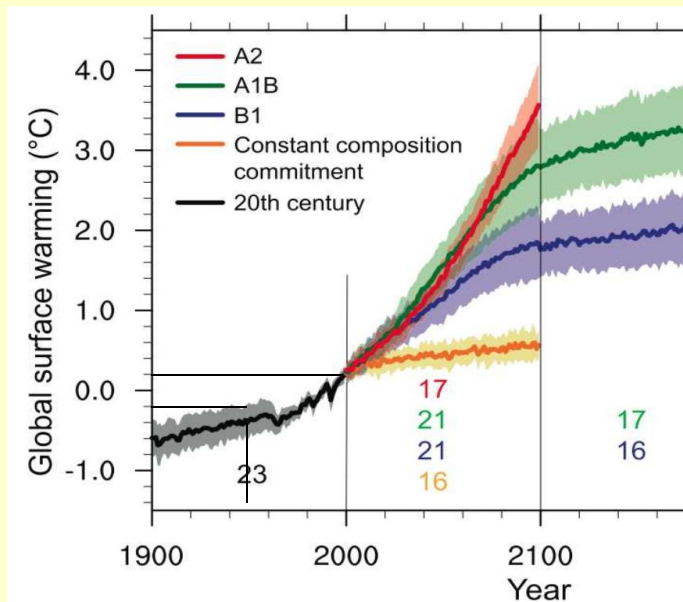
# Génomique et acidité de la baie

L. Le Cunff, J.J. Kelner, L. Torregrosa, A. Bouquet,  
P. This & C. Romieu

**UMR DiAPC, Montpellier**

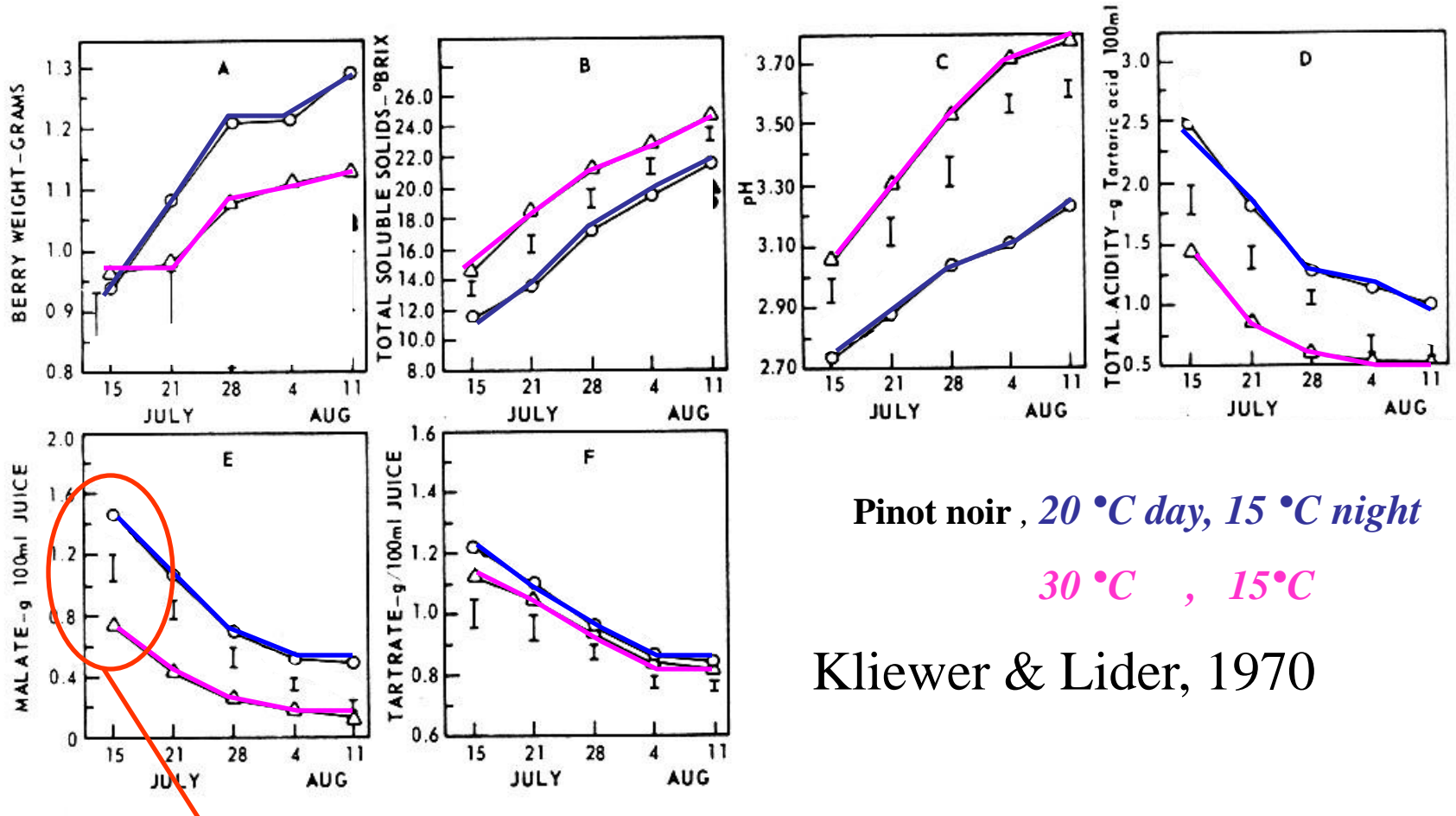


# Le réchauffement global affecte l'acidité des vendanges



Chatonnet, 2008 Climatic changes and Wine,  
II congreso Mundial de cambio Climatico y vino  
Barcelona 15,16 /02/2008

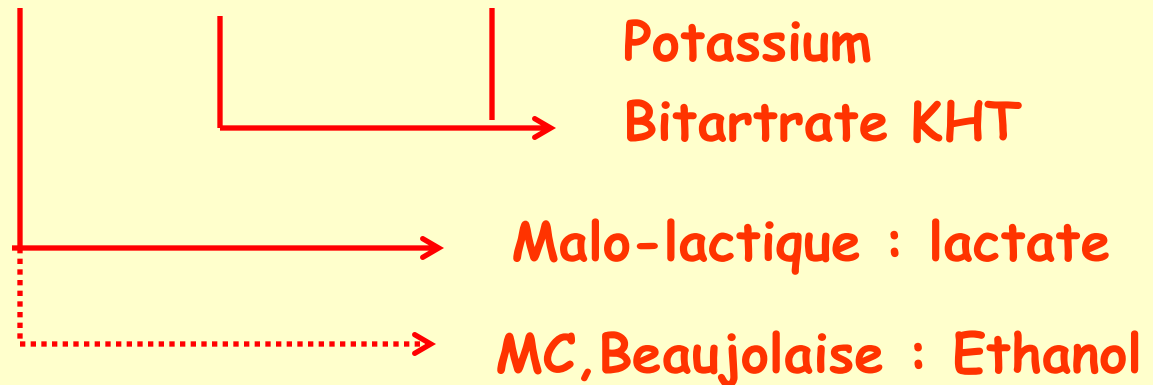
# La température accélère la chute du malate après véraison



Perte d'acidité : - 67mEq dont malate -60 mEq et K<sup>+</sup> 7 mEq (calculé)

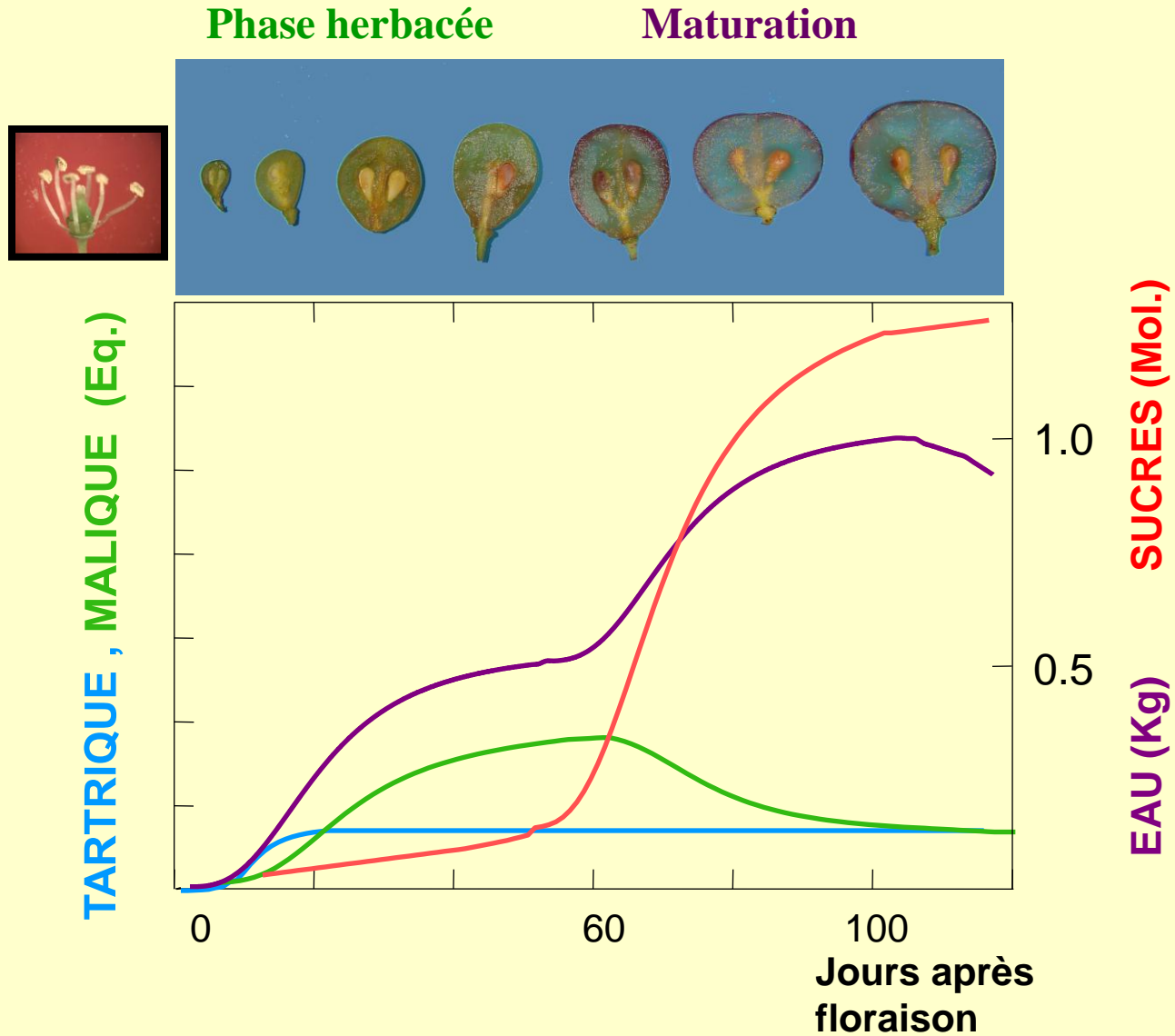
**Début du murissement ? Stade vert ?**

$$\text{Acidité Totale} = 2\text{Malate} + 2\text{Tartrate} - \text{K}^+$$

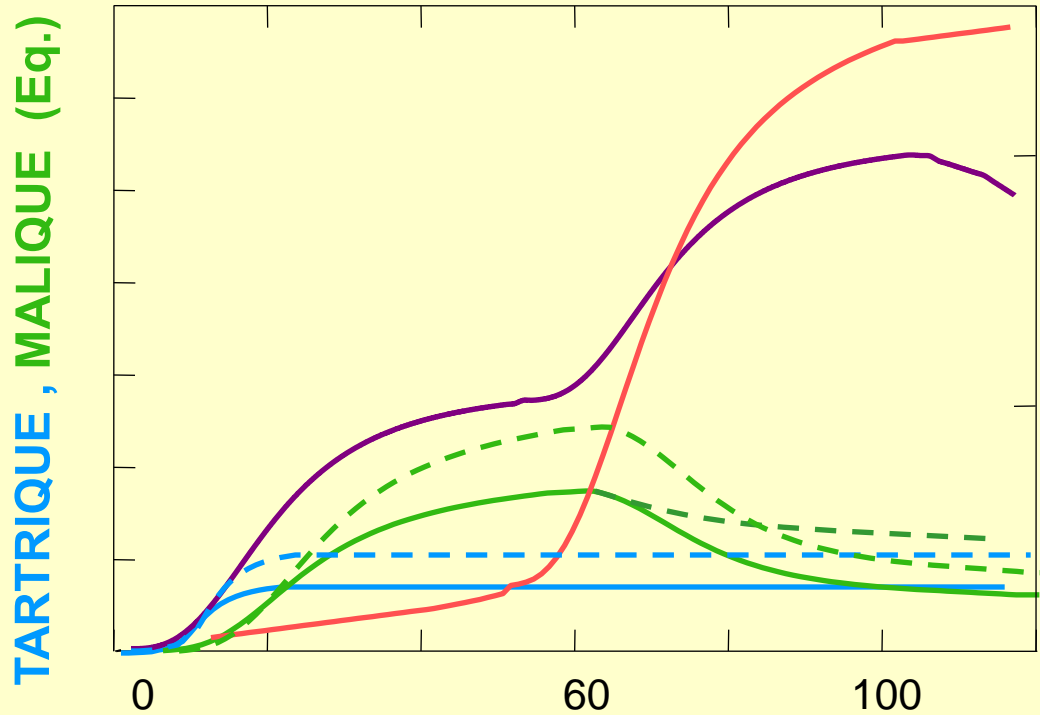


**Cultivars adaptés : malate stable à haute température  
acide tartrique privilégié  
K<sup>+</sup> bas**

# Synthèse et dégradation des acides dans le raisin



# Comment augmenter l'acidité des vendanges ?



Ralentir la dégradation du  
Malate ?

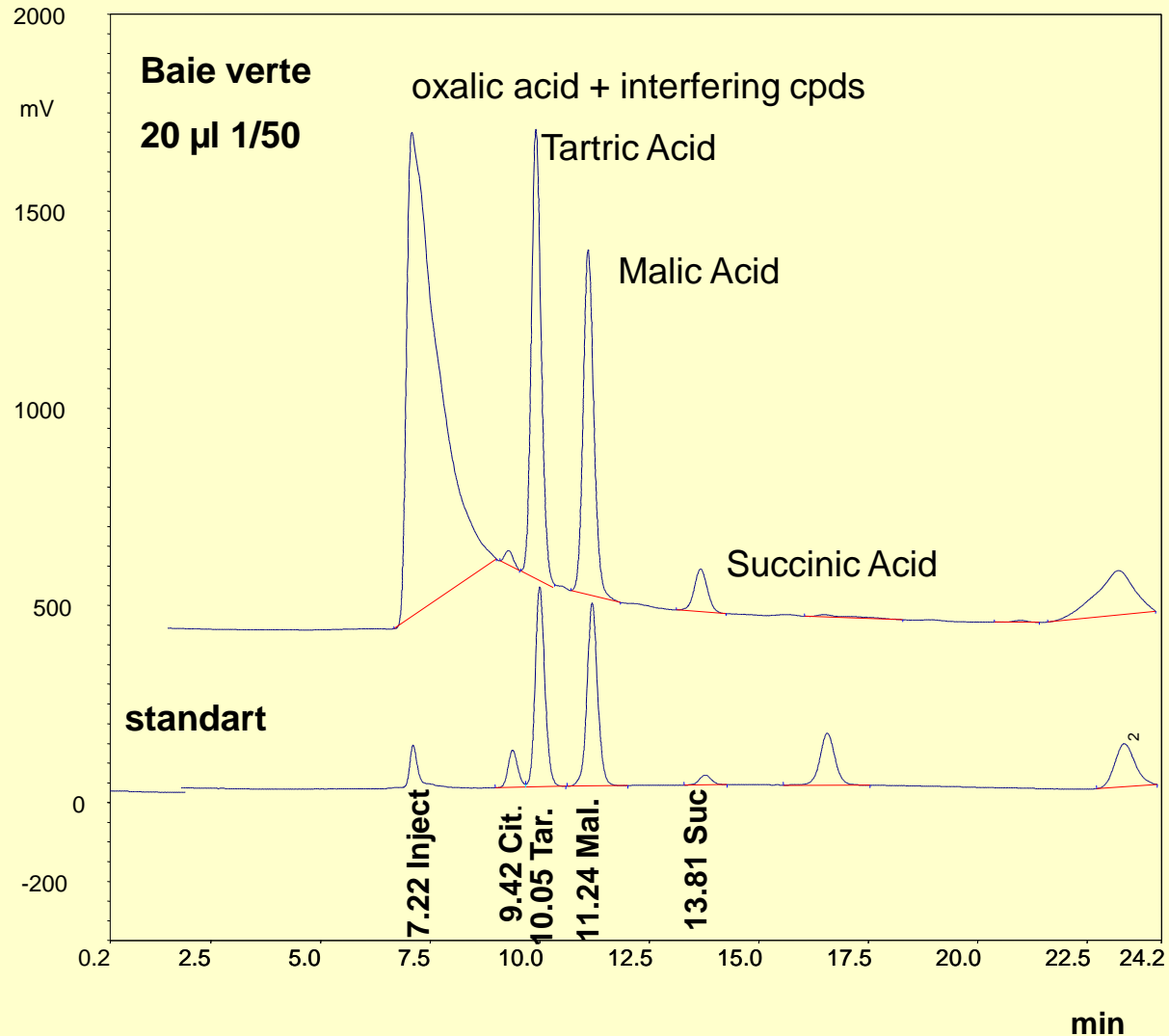
Augmenter les synthèses

malate ?

Tartrate ?

# Dosage des acides par HPLC

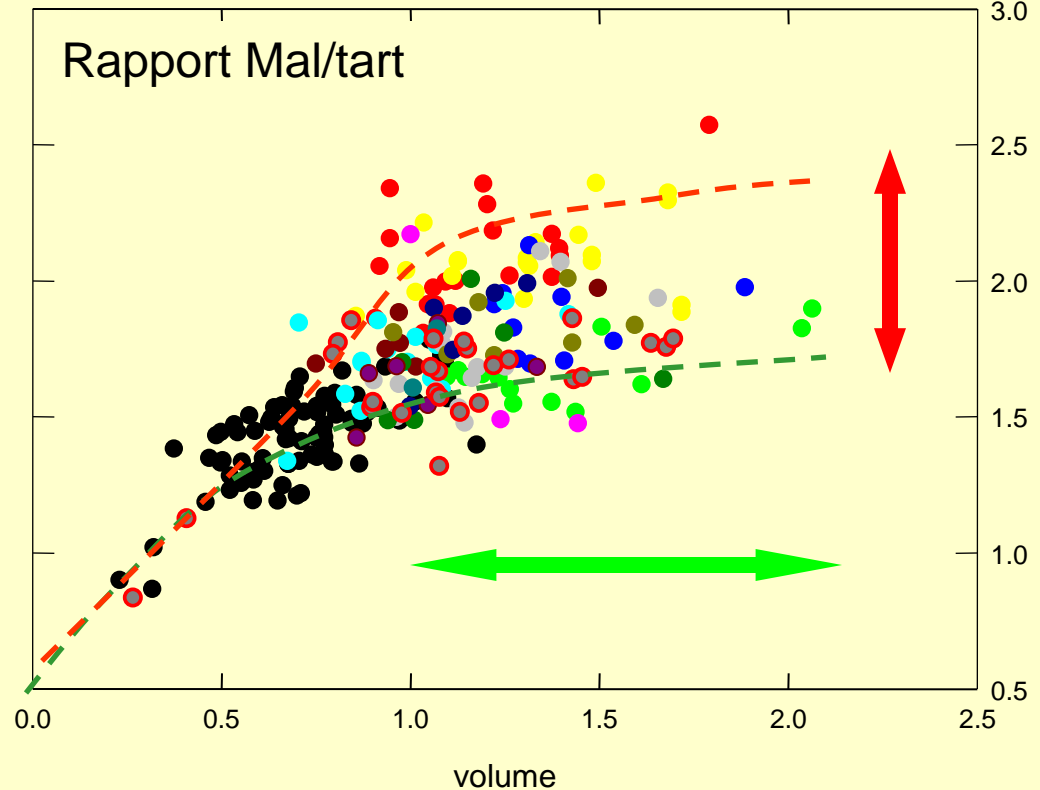
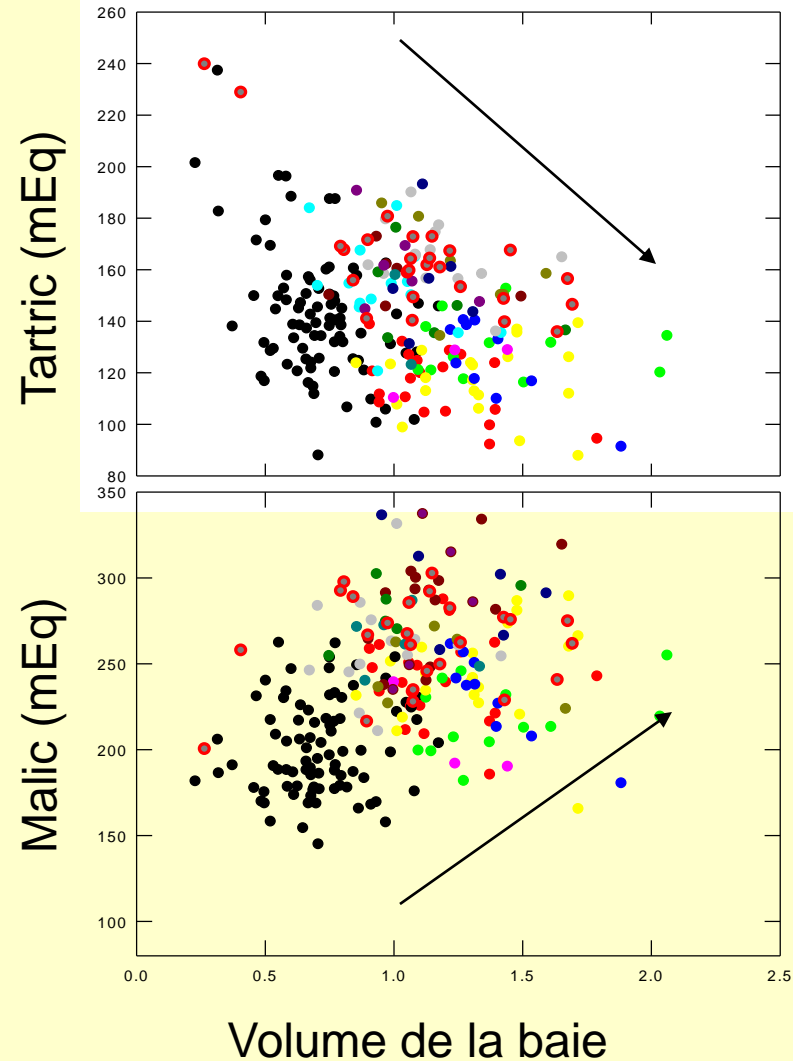
- Echantillonnage, extraction, stockage
- prétraitement ( substances absorbant dans l'UV)
- Exclusion d'ion Aminex HPX87H , détection à 214 nm



# Hétérogénéité des baies vertes (gamay, Montpellier SupAgro, 2008)

1 point = 1 baie

1 couleur = 1 grappe



Environnement ?

Date de floraison ?

Plasticité considérable au stade herbacé

- dilution/concentration
- volume baie au sein de la grappe
- synthèse respective malate et tartrate (entre grappes)

Origine des variations (microenvironnement, date de floraison ) ?

Conséquences sur mûrissement ?

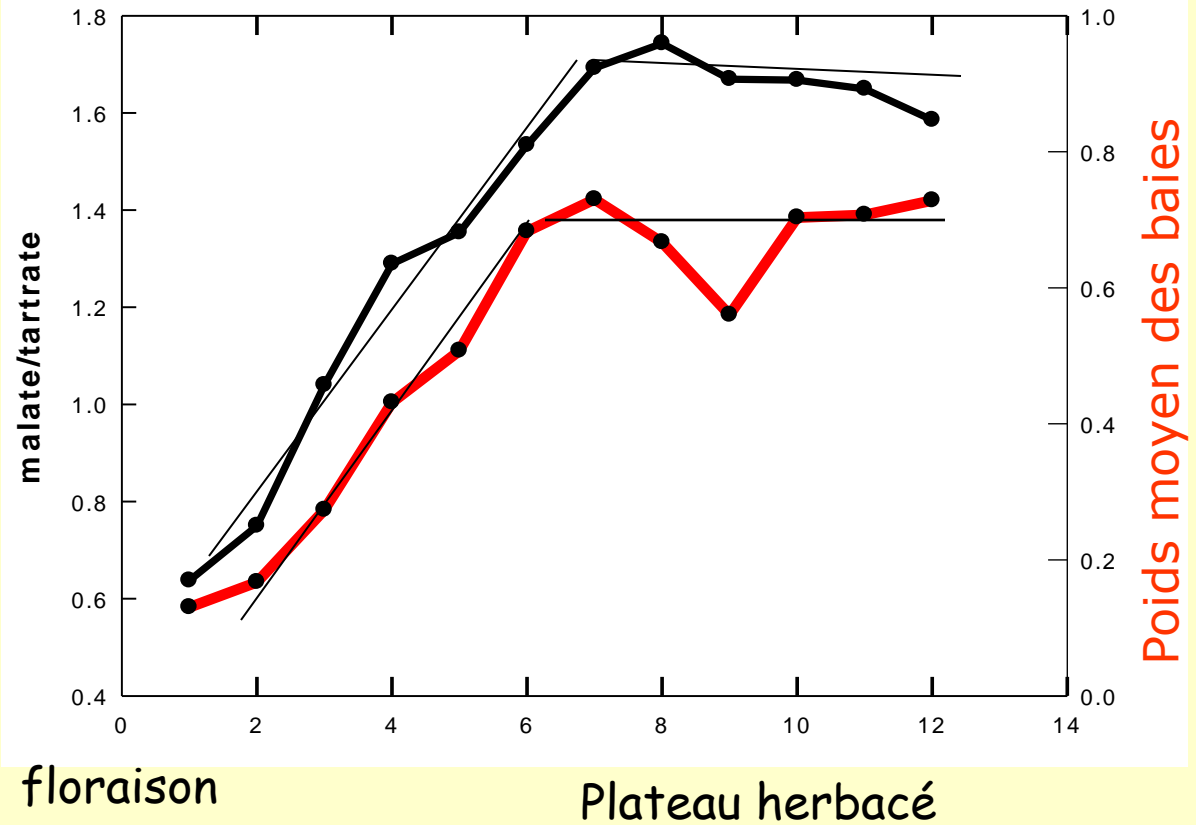
baie synchronisée, chambre climatique

# Revisiter l'incidence de la température

Conditions contrôlées

Age des grappes connu

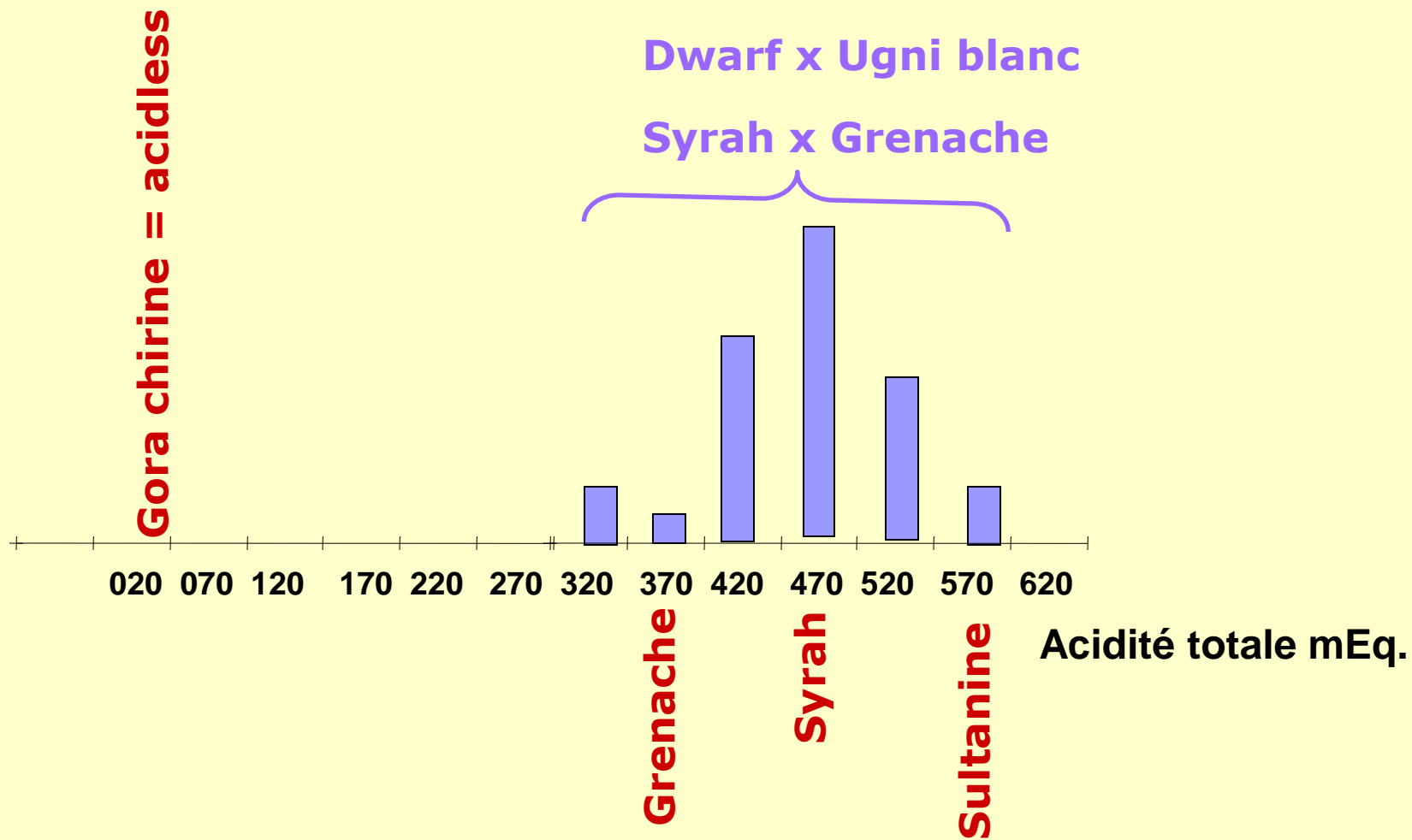
Homogénéité des baies



floraison

Plateau herbacé

12 stades verts prélevés simultanément



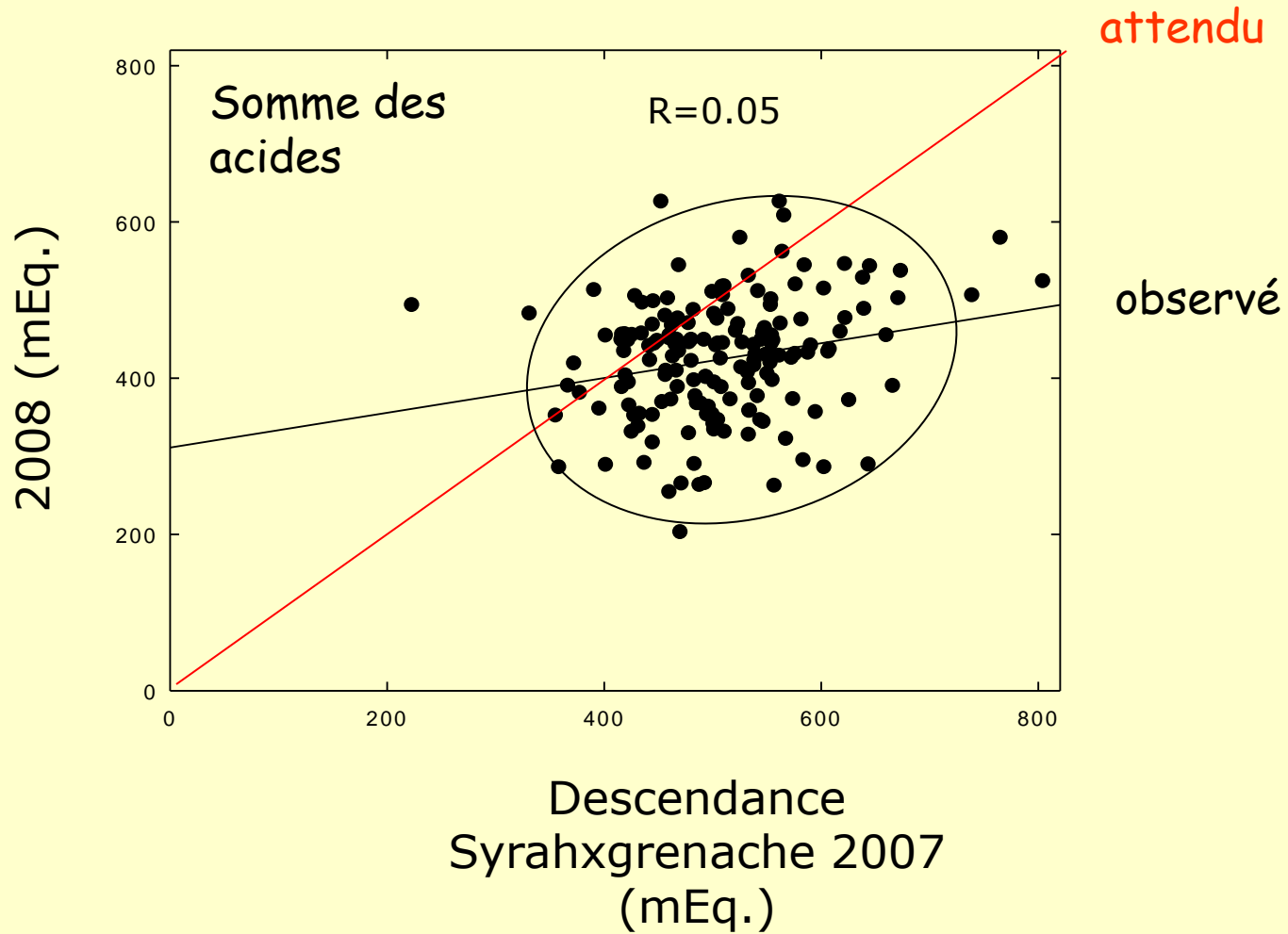
Dosages en cours sur 200 individus résumant la diversité génétique de la vigne

# Moyennes 180 descendants de SyrahxGrenache

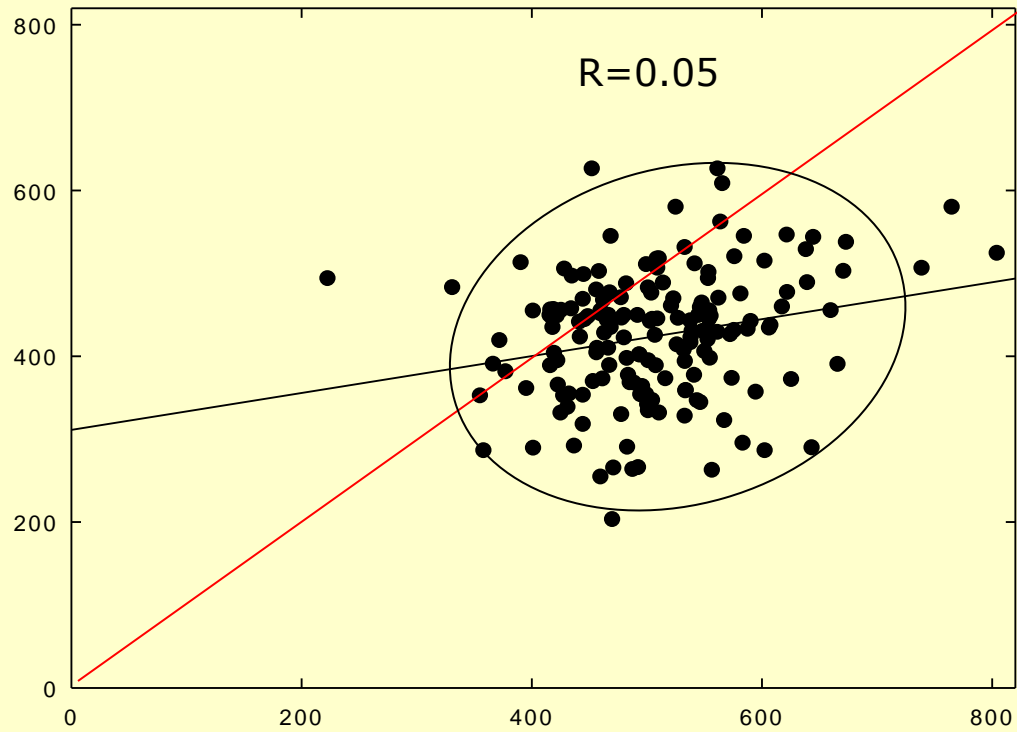
## Données Brutes , résultats exprimés en concentration (mEq)

	<u>Total acids</u>	<u>tartrate</u>	<u>citrate</u>	<u>malate</u>	<u>succinate</u>
2007	508	158	6.8	276	68
2008	424	146	4.9	203	71
2009	676	193	6.6	296	177
Cor. 2007/2008	0.05	0.19	0.38	0.06	0.4

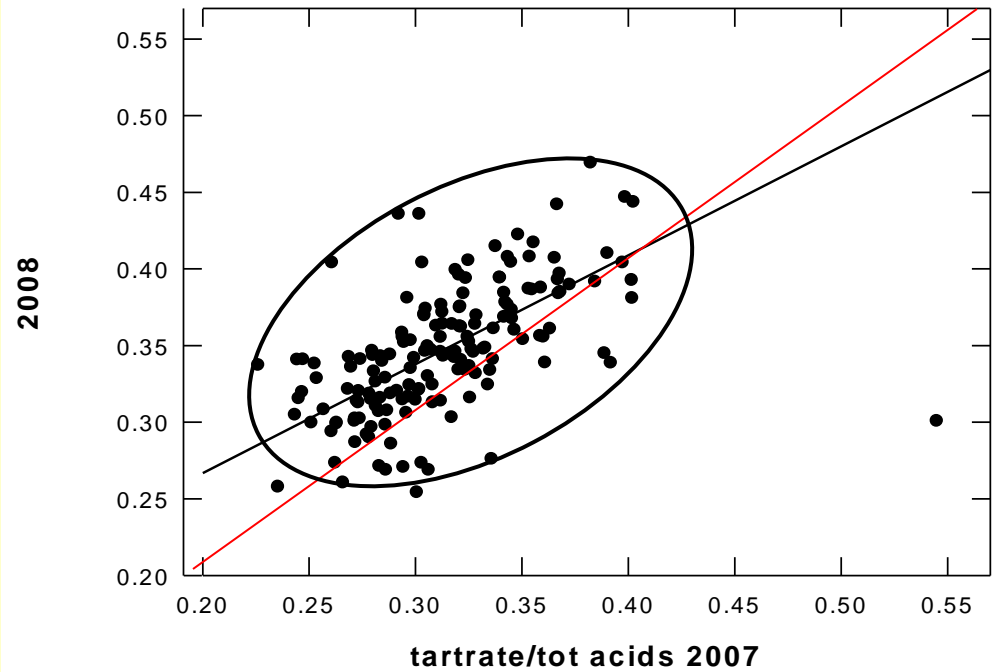
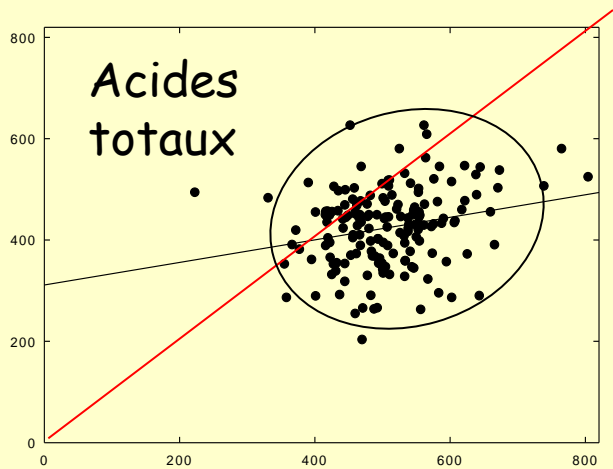
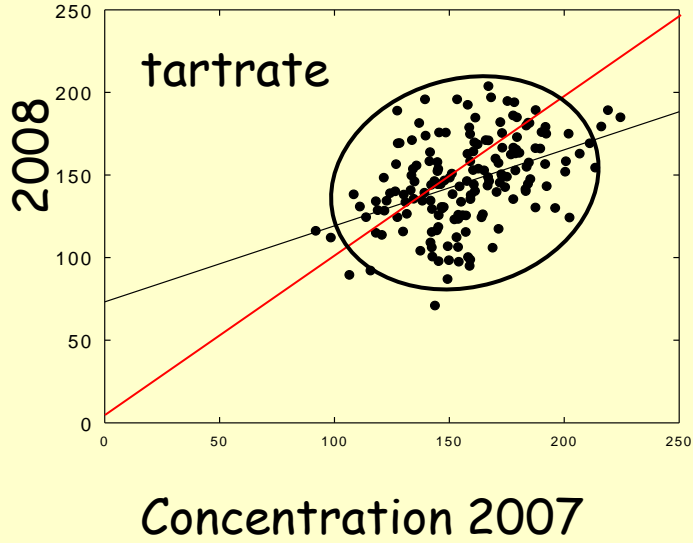
# Concentrations mal corrélées suivant le millésime



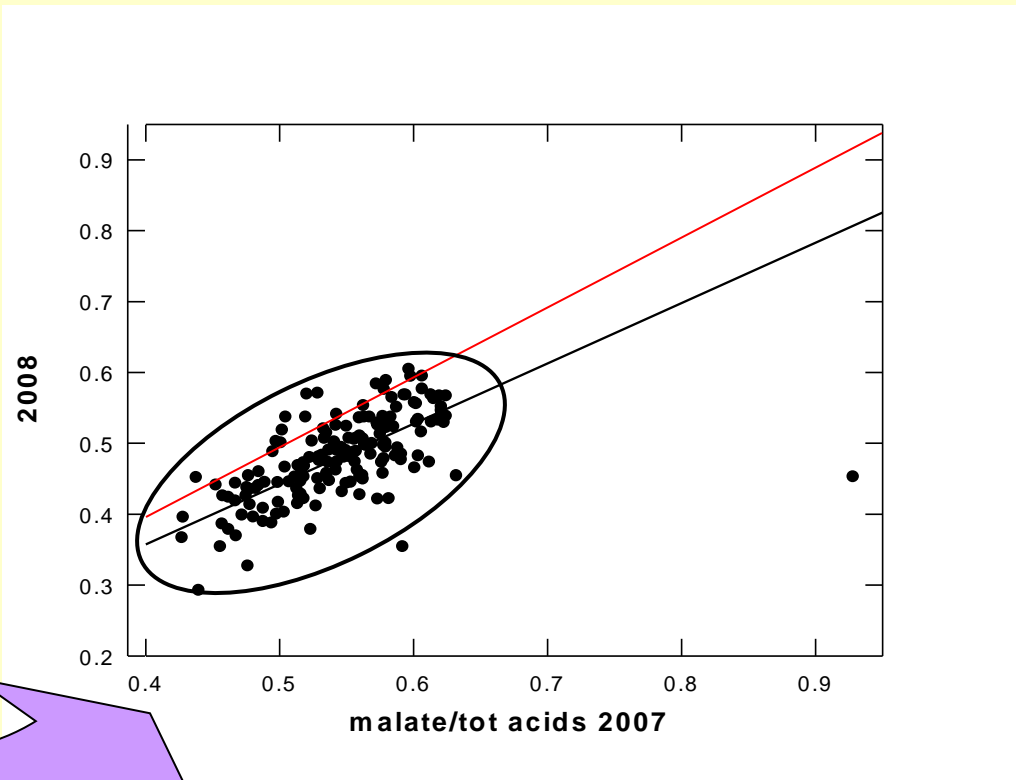
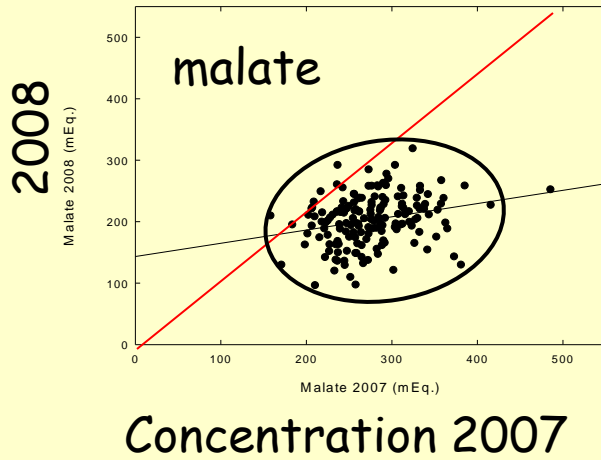
# Concentrations mal corrélées suivant le millésime



# Acide tartrique : reproductibilité suivant le millésime



# Acide malique : reproductibilité suivant le millésime



Dilution éliminée

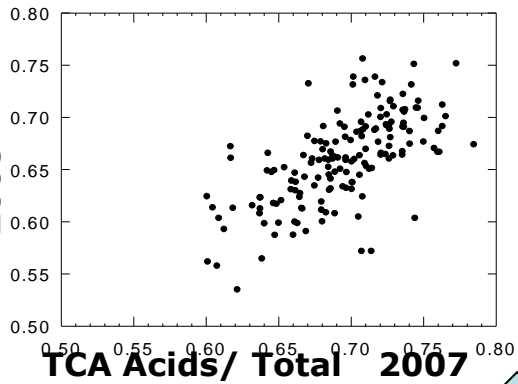
	<u>Tar / total</u>	<u>Mal. / total</u>	<u>Mal / Tar</u>	<u>Suc / total</u>	<u>Cit / total</u>
2007	0.31	0.54	1.78	0.13	0.01
2008	0.34	0.48	1.36	0.17	0.01
2009	0.29	0.44	1.53	0.26	0.01
Variation %	11	-12	-24	25	-15
Correlation	0.42	0.49	0.38	0.52	0.56
rappel	0.16	0.06	0.06	0.4	0.38

$$\frac{\text{Conc1}}{\text{Conc2}} = \frac{\text{Qté 1/vol.}}{\text{Qté 2/vol.}}$$

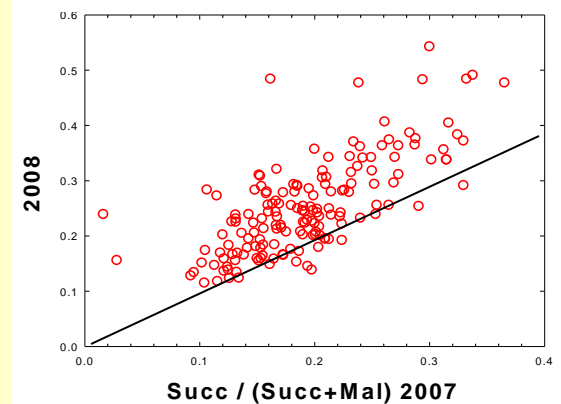
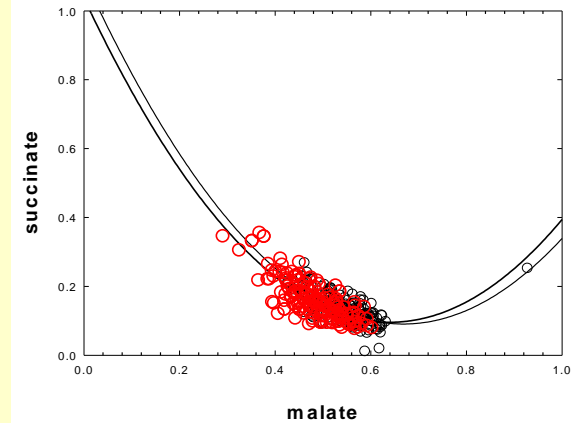
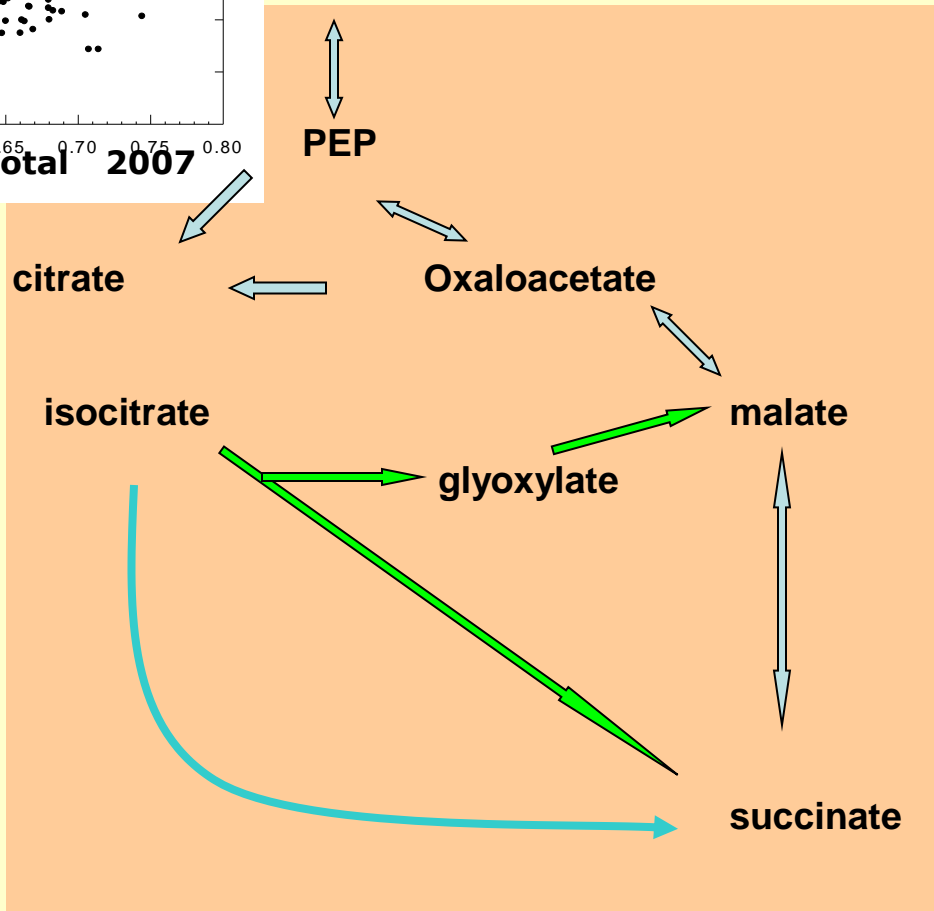
Nombres sans dimension

Variance « dilution » ou volume éliminée

# Flux métaboliques sous contrôle génétique ?

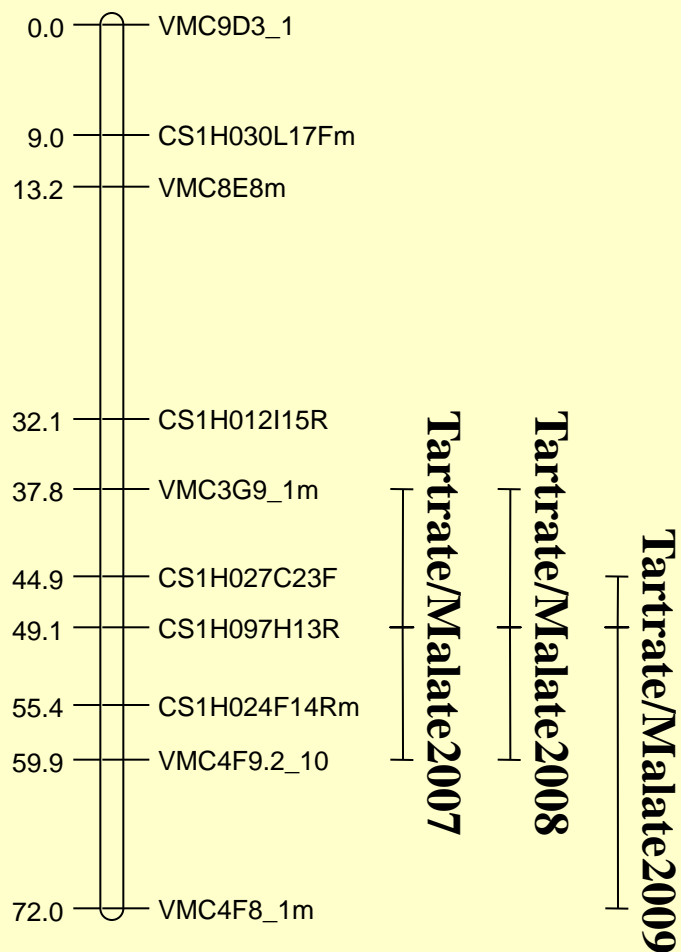


Sucres importés  $\longleftrightarrow$  ascorbate  $\longrightarrow$  tartrate



**Succinate : surprise !!!!**

## Chromosome 1



**QTL Tartrate/malate  
Stable suivant le  
millésime**

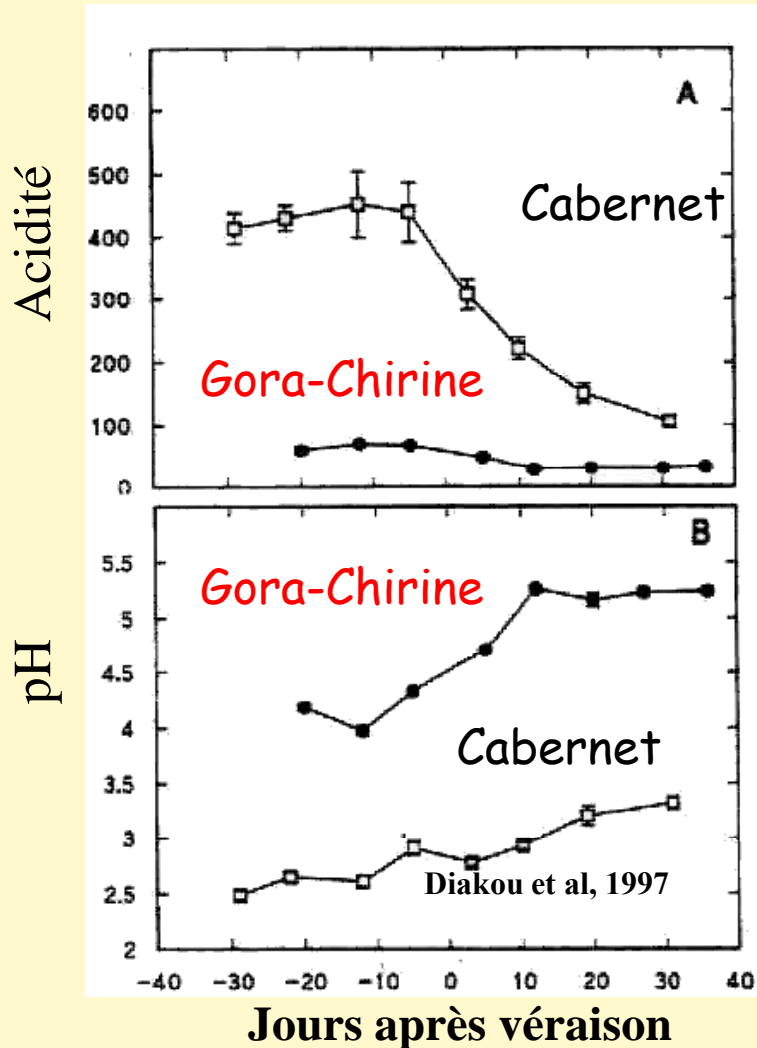
Plasticité considérable au stade herbacé

Succinate comparable au malate en stade vert !!!!

Héritabilité de la ventilation des acides au plateau herbacé

- marqueurs de sélection pour TAR/MAL ou SUC/MAL .
- efficacité à haute température ?
- variabilité en dehors de syrah et grenache ?

# Gora chirine : un mutant (presque) sans acides



Sultanine



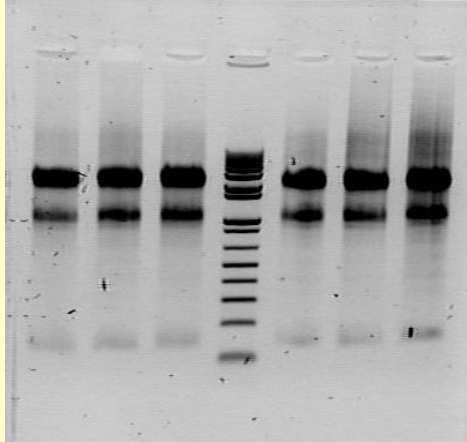
Gora-Chirine

Cépage	mEq.	pH
Syrah	472	2.73
Ugni blanc	451	2.85
Gamay fréaux	449	2.67
Tannat	477	2.86
Egiodola	428	
Pinot NJB	450	2.72
Cabernet Sauvignon	445	2.76
Sultanine	570	2.66
Gora-Chirine	031	4.54

# Quels gènes sont perturbés par la mutation « sans acides

ADN : tout organes et stades

ARN : que l'information utile



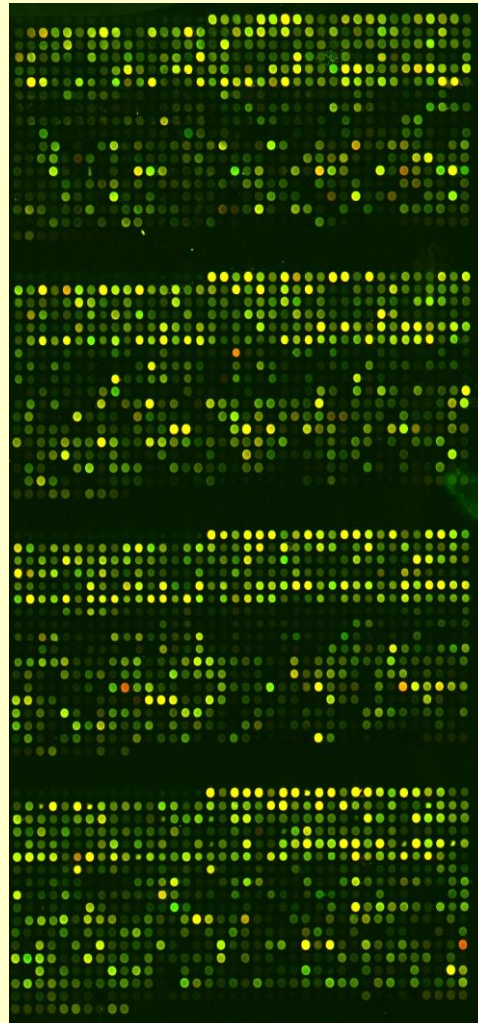
Extraction

Marquage Fluo

Hybridation

Quantification

Bioinformatique



aRNA Gora Cy3

aRNA Sulta Cy5

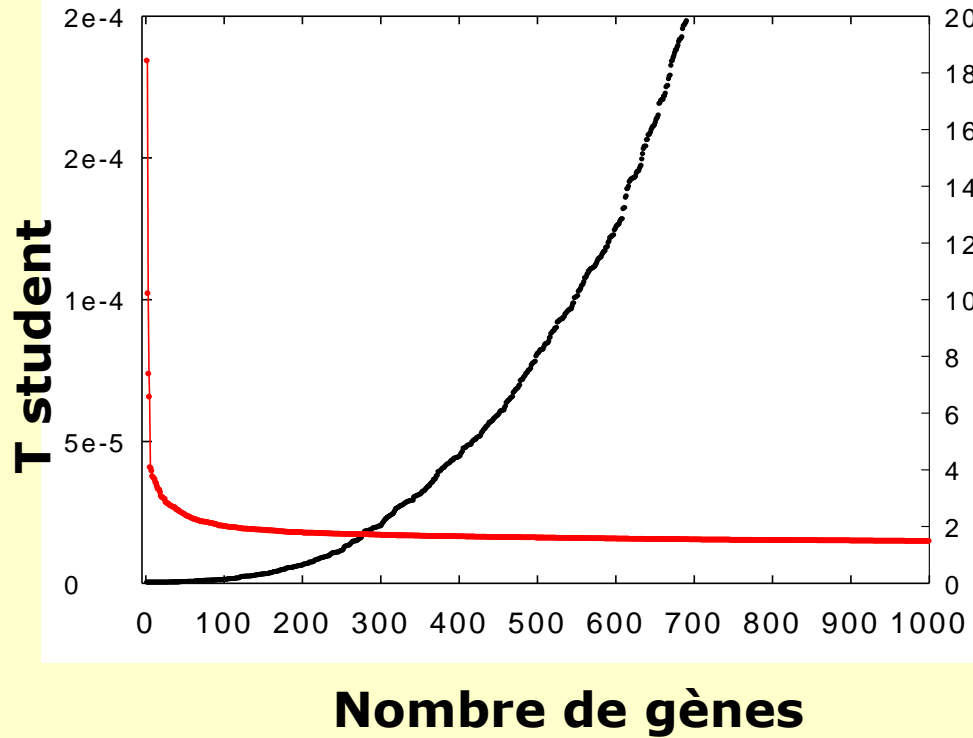
Limites :

14000 gènes analysés sur > 30000

Mesure l'abondance,

pas la structure de l'ARN

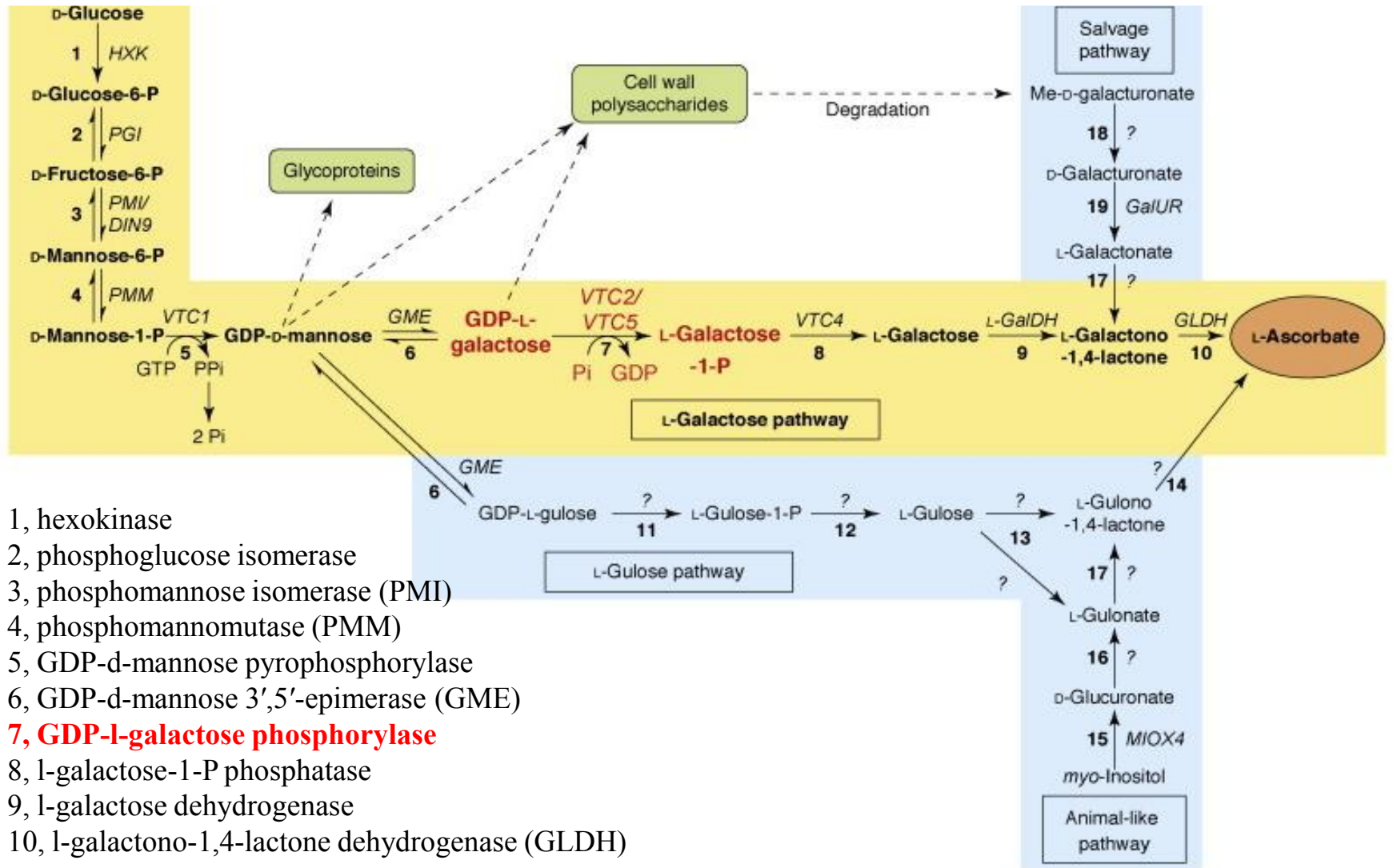
# Importance statistique ou biologique ?



Expression Gora/Sultanine

- +1.8**      **ADPglucose pyrophosphorylase**
- 3.3**      **Glyceraldehyde 3 P deshydrogenase**
- 2.7**      **Glyceraldehyde 3 P deshydrogenase**
- +1.6**      **phosphoglycerate mutase**
- +3.0**      **PEP carboxykinase**
- +2.2**      **PEP carboxykinase**
- 2.8**      **PEP carboxykinase**
- +1.9**      **Anhydrase carbonique**
- +1.8**      **Anhydrase carbonique**
- +2.1**      **VTC2 like protein**
- +1.7**      **VTC2 like protein**
- 1.9**      **Bifunctionnal monodehydroascorbate reductase**
- +1.7**      **Nucléobase-ascorbate transporter**

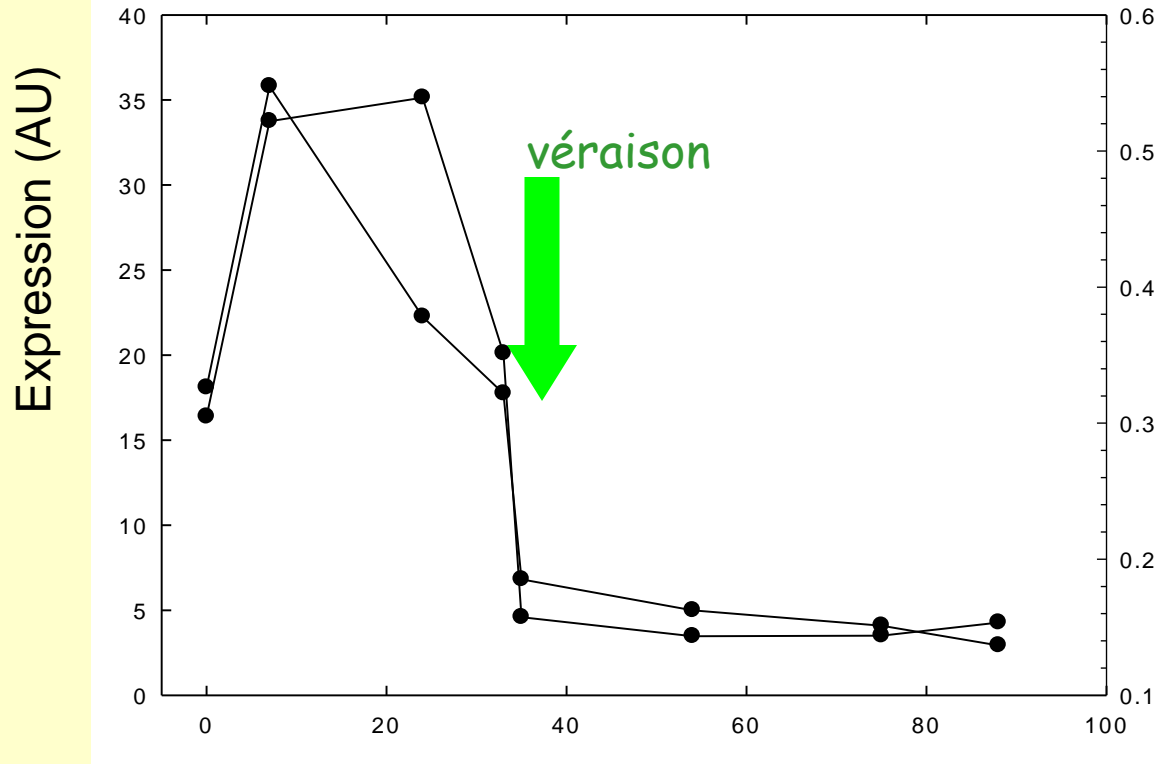
# Biosynthèse de l'acide ascorbique



- 1, hexokinase
- 2, phosphoglucose isomerase
- 3, phosphomannose isomerase (PMI)
- 4, phosphomannomutase (PMM)
- 5, GDP-d-mannose pyrophosphorylase
- 6, GDP-d-mannose 3',5'-epimerase (GME)
- 7, GDP-l-galactose phosphorylase**
- 8, l-galactose-1-P phosphatase
- 9, l-galactose dehydrogenase
- 10, l-galactono-1,4-lactone dehydrogenase (GLDH)

**Laing et al., 2007** The missing step of the l-galactose pathway of ascorbate biosynthesis in plants, an l-galactose guanylyltransferase, increases leaf ascorbate content, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **104** (2007), pp. 9534-9539

# VTC2 s'exprime pendant la synthèse de tartrate



Syrah devt. Jours (*Terrier, Com. pers.*)

2 sondes distantes de 810 bp sur le chromosome 19

- +3.3 Sulfate transport**
- 2.1 Sulfate transport**
- 1.8 Sulfate transport**
- +1.7 nitrate transport**
- +2.1 sucre transport**
- +1.9 hexose transport**
- +1.9 sugar phosphate exchanger2**
- +1.7 triosephosphate/phosphate translocator**
- +1.8 cation proton antiporter**
- +1.6 vacuolar cation proton exchanger**
- +1.6 vacuolar cation proton exchanger**
- +1.7 vacuolar cation proton exchanger**
- +1.8 Lysine/histidine trsp**
- +1.9 H<sup>+</sup> dependant oligopeptide trsp**
- +1.7 probable peptide trsp**
- +1.8 Aquaporin PIP2**
- +1.7 probable NIP 5-1**
- +1.7 Aquaporin Ananas Comosus**

pH et couleur  
Ipoméé

Plasticité considérable au stade herbacé

Héritabilité de la répartition des acides en stade vert

La mutation acidless affecte l'expression de nombreux gènes

Peu de recoupement avec les QTLs SyrahxGrenache

- séquençage en profondeur des ARN ? (expression et structure)

- 1/ Effet de la température sur période herbacée ?
- 2/ Maturation de génotypes de rapport Tartrate/Malate extrême en stade vert et température
- 3/ séquencage en profondeur ARN mutant acidless
- 4/ Analyse de la diversité des ressources génétiques stade vert
- 5/ K<sup>+</sup>

**Loïc LeCunff    Analyse QTL**

**Jean Jacques Kelner    Dosages acides organiques**

**Nancy Terrier    Transcriptomique**

**Alain Bouquet    Croisements**

**Laurent Torregrosa    Vignes naines**

**Patrice This    Population SyrahxGrenache**