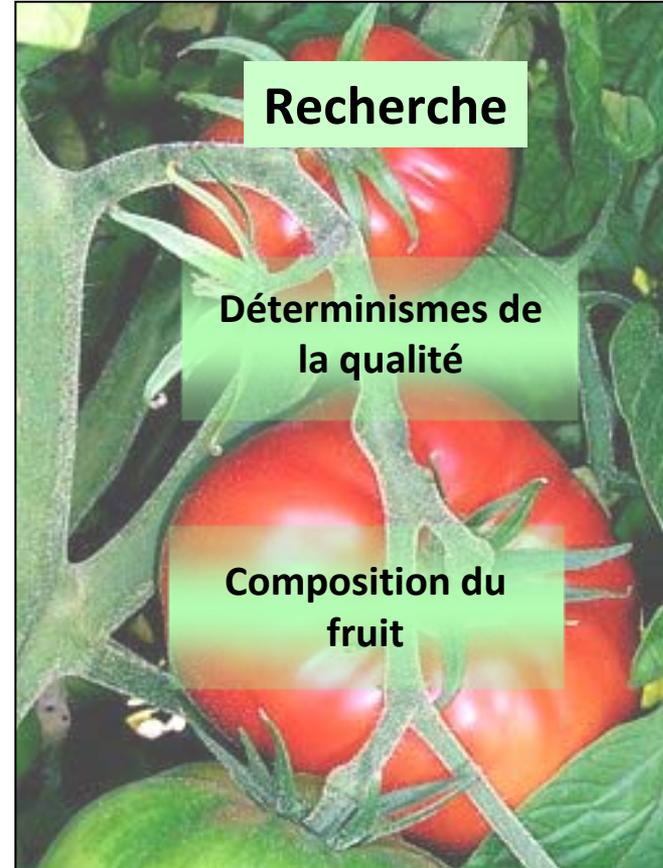


# Elaboration de la qualité du fruit : composition en métabolites primaires et secondaires

**M. Génard**<sup>1</sup>, C. Robin<sup>2</sup>, H. Gautier<sup>1</sup>, C. Massot<sup>2</sup>, C. Bénéard<sup>2</sup>, R. Larbat<sup>2</sup>, N. Bertin<sup>1</sup>, J. Le Bot<sup>1</sup>, S. Adamowicz<sup>1</sup>, F. Bourgaud<sup>2</sup>

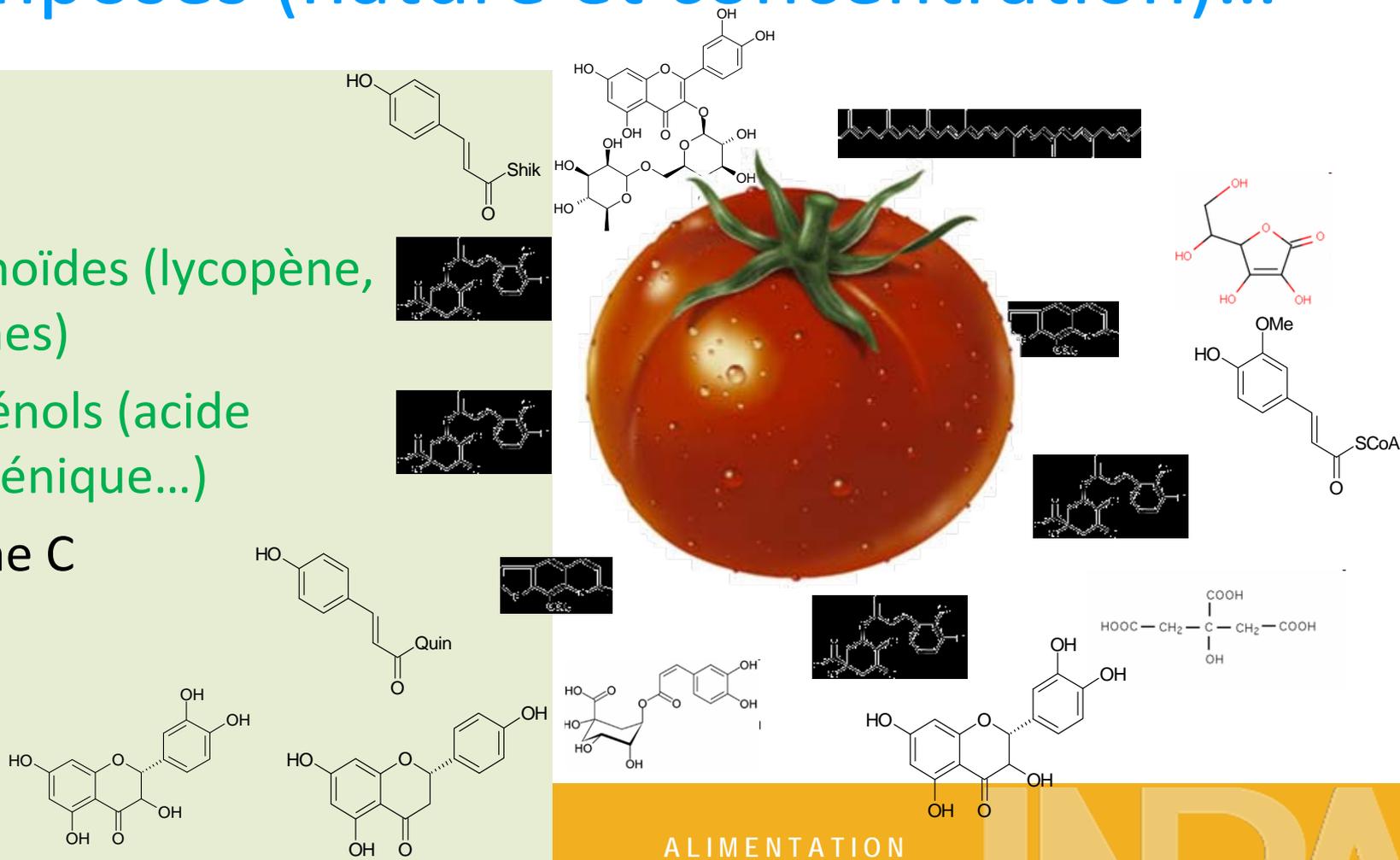


# Enjeux

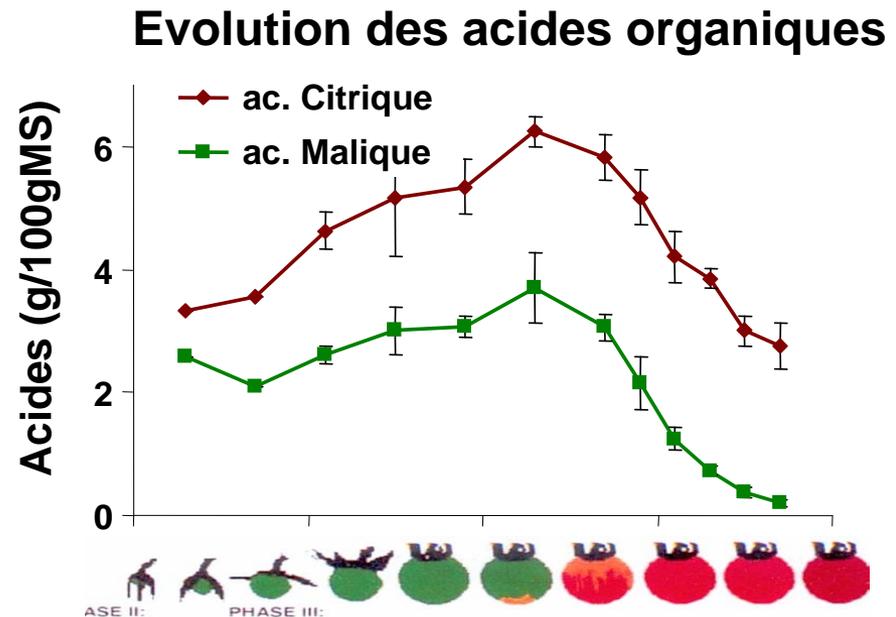
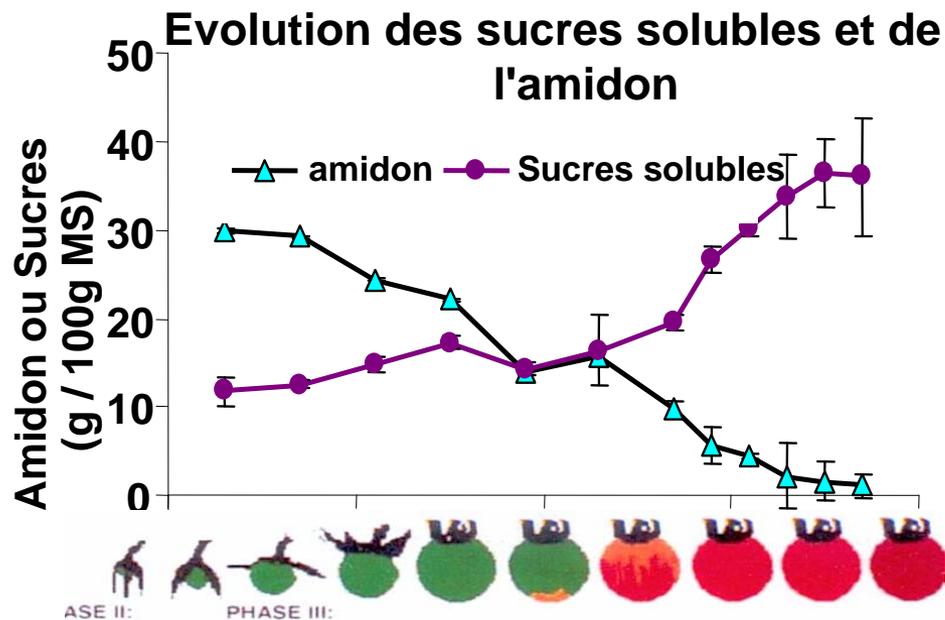


# Le fruit : une énorme diversité de composés (nature et concentration)...

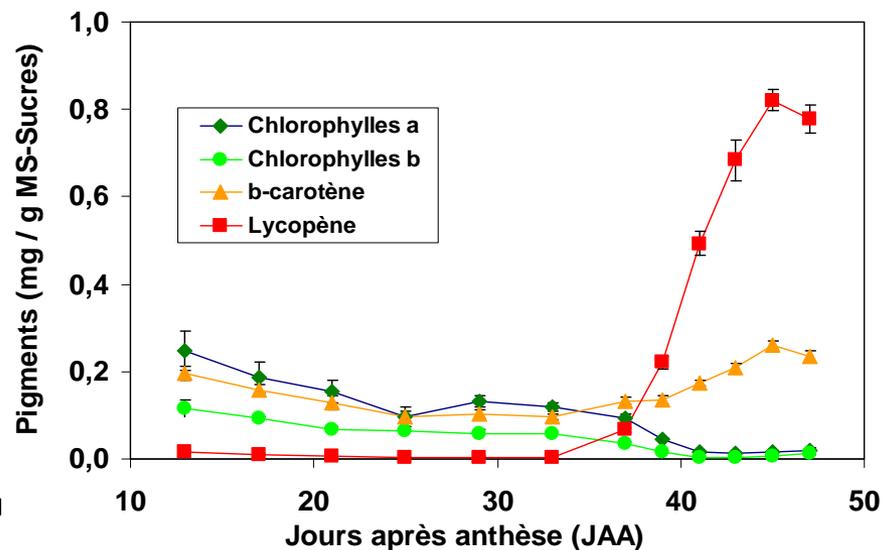
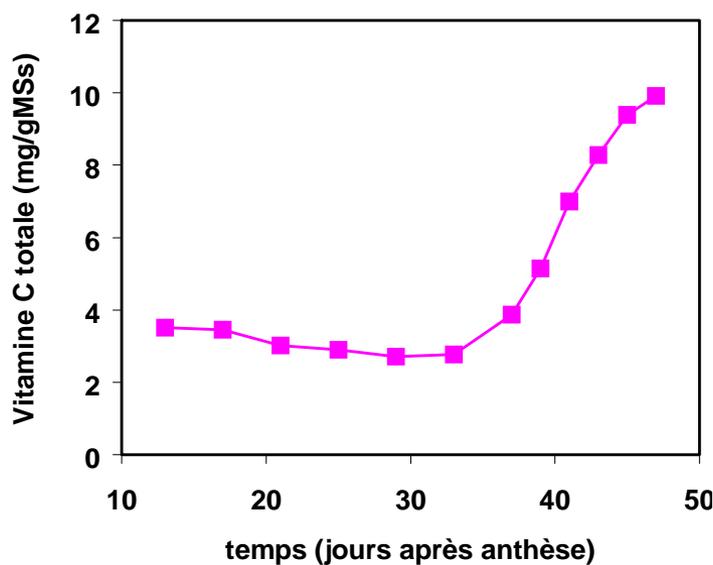
- Sucres
- Acides
- Caroténoïdes (lycopène, carotènes)
- Polyphénols (acide chlorogénique...)
- Vitamine C
- ...



# La composition évolue au cours du développement du fruit



# La composition évolue au cours du développement du fruit



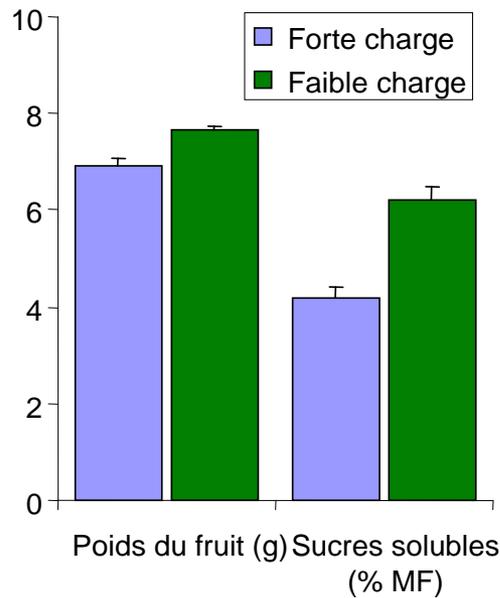
# Composition du fruit et environnement

- Effet saison

Date de récolte	Sucres solubles	Acides	Sucres / acides	Vitamine C	β-carotène	Lycopène	Rutine
24 Février	238	55.5	4.3	2.9	0.21	1.0	0.17
4 Juillet	295	58.7	5.0	3.3	0.21	0.76	0.24
<b>Différence entre été et hiver %</b>	<b>+ 24 %</b>	<b>+ 6 %</b>	<b>+ 17 %</b>	<b>+ 13 %</b>	<b>- 3 %</b>	<b>- 24 %</b>	<b>+ 38 %</b>
<b>Effet saison</b>	<b>P&lt; 0.0001</b>	<b>P=0.03</b>	<b>P&lt; 0.001</b>	<b>P=0.05</b>	<b>NS</b>	<b>P&lt; 0.01</b>	<b>P&lt; 0.02</b>

Concentrations exprimées en g par kg de matière sèche

# Composition du fruit et pratiques culturales



# Composition du fruit et pratiques culturales

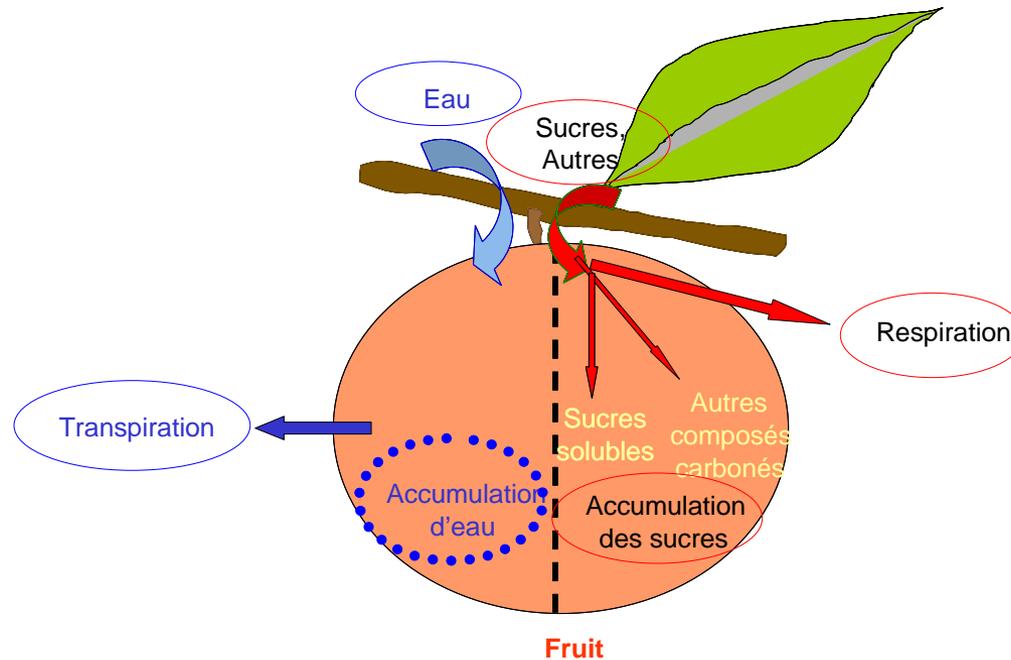
Densité de plantation	Poids g/fruit	MS %	Acides meq H <sup>+</sup>	Sucres S g	Lycopène mg	β-carotène mg	Vitamine C mg
Témoin	6,5	12,4	11,6	4,9	2,9	1,41	28,2
Faible densité	7,9	13,8	10,7	6,2	3,1	1,49	31,1
<b>Impact Faible densité</b>	<b>+ 21%</b>	<b>+11%</b>	<b>-7,7%</b>	<b>+26,3%</b>	<b>+7,4%</b>	<b>+5,5%</b>	<b>+10,1%</b>

# Composition du fruit et pratiques culturales

Fertilisation azotée	Sucres solubles	Acides	Sucres / acides	Vitamine C	β- carotène	Lycopène	Glucoside acide caféique
12 meq NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	261	60	4.3	2.5	0.20	0.63	0.18
4 meq NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	306	51	6.0	2.8	0.21	0.63	0.26
⬇ de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	+ 17 %	- 15 %	+ 40 %	+ 13 %	+ 5 %	0%	+ 44 %
Effet azote	P<0.0001	P<0.0001	P< 0.0001	P=0.09	NS	NS	P=0.10

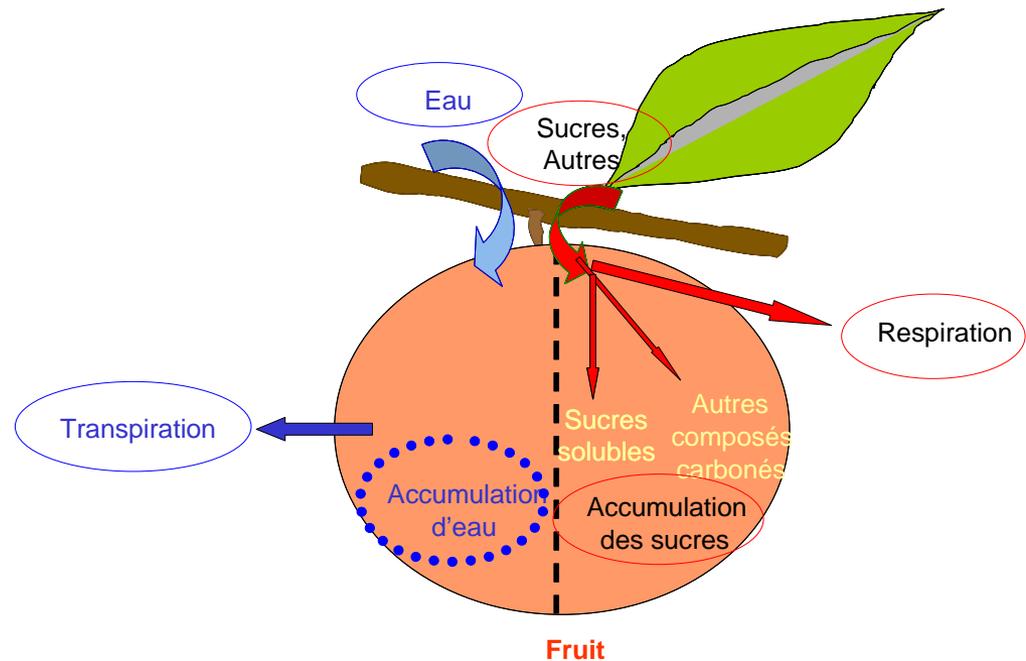
Concentrations exprimées en g par kg de matière sèche

# Composition du fruit : quels mécanismes?



# Composition du fruit : 4 processus

- **Transports** de métabolites de la plante vers le fruit

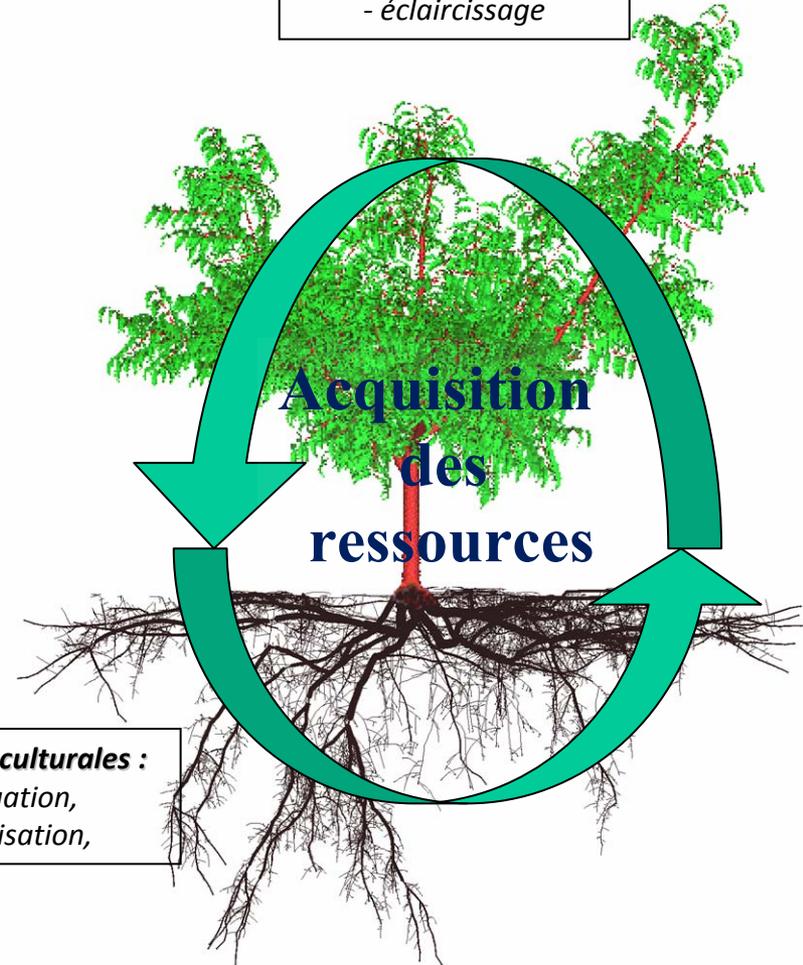


# La plante

Sucres, eau, minéraux, autres (Vit C,...)

**Pratiques culturales :**

- taille,
- éclaircissage



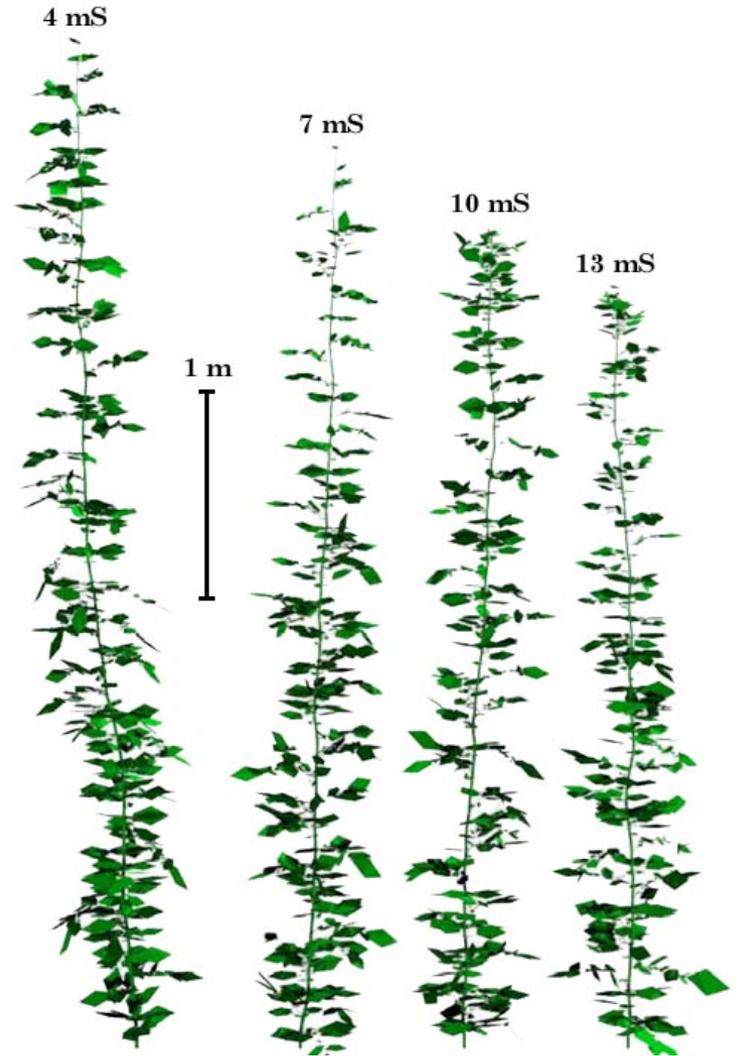
**Pratiques culturales :**

- irrigation,
- fertilisation,

# La plante

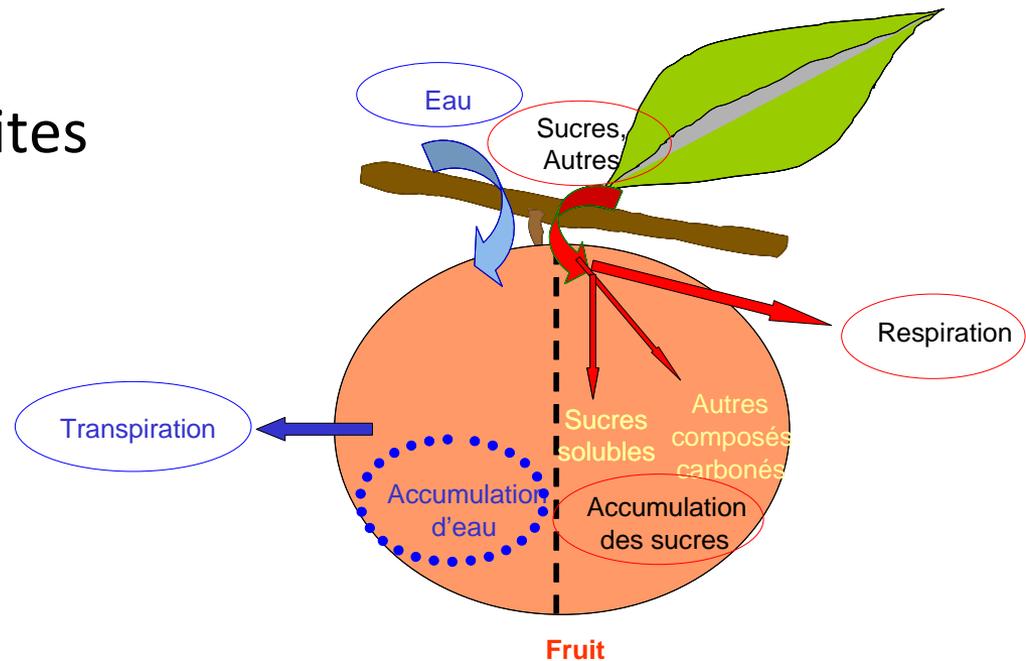
Importance du développement

Expérimentation  
&  
Modélisation

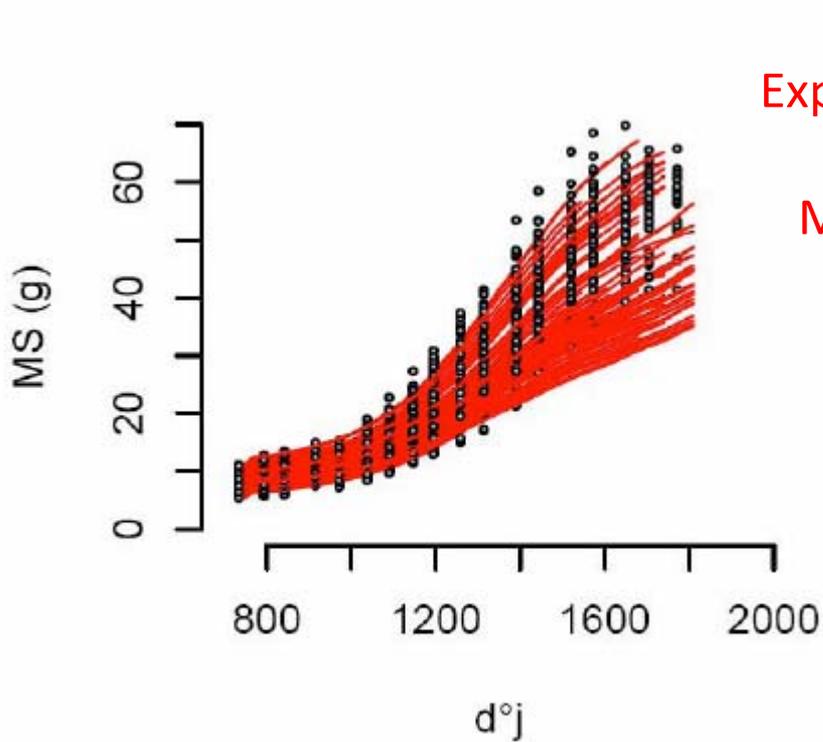


# Composition du fruit : 4 processus

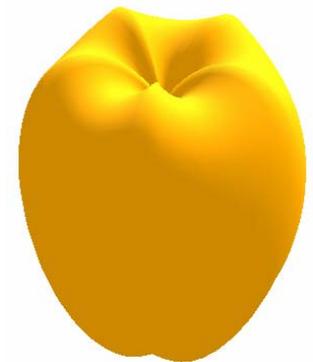
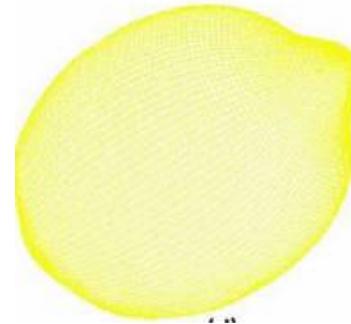
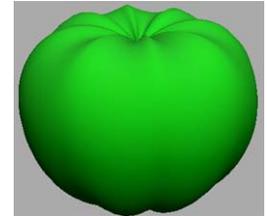
- Transports de métabolites de la plante vers le fruit
- **Dilution** des métabolites par l'eau du fruit



# Croissance du fruit: volume/dilution



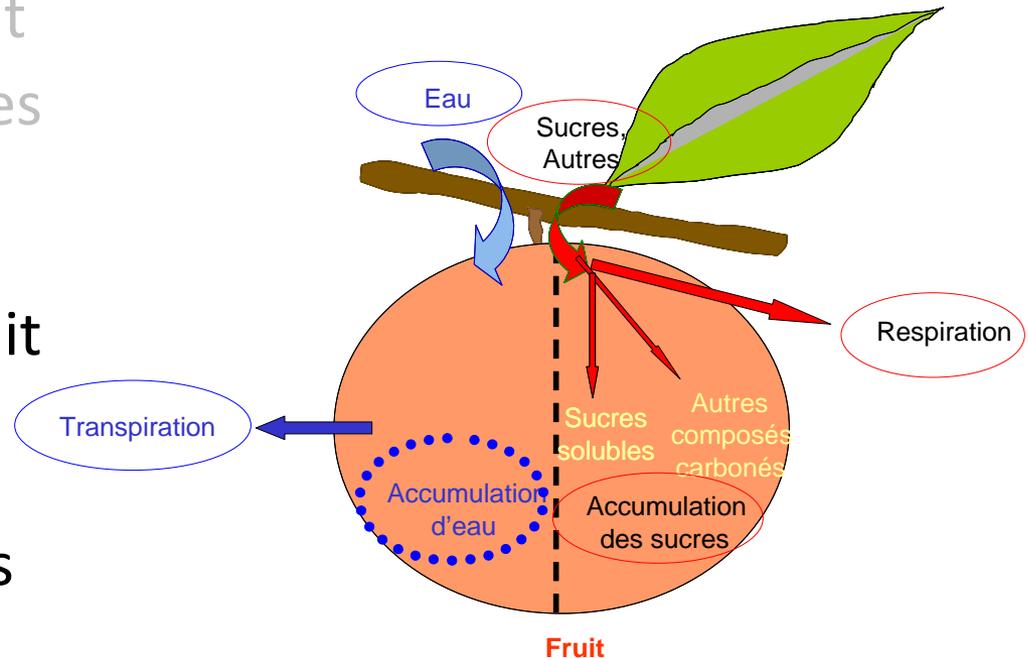
Expérimentation  
&  
Modélisation



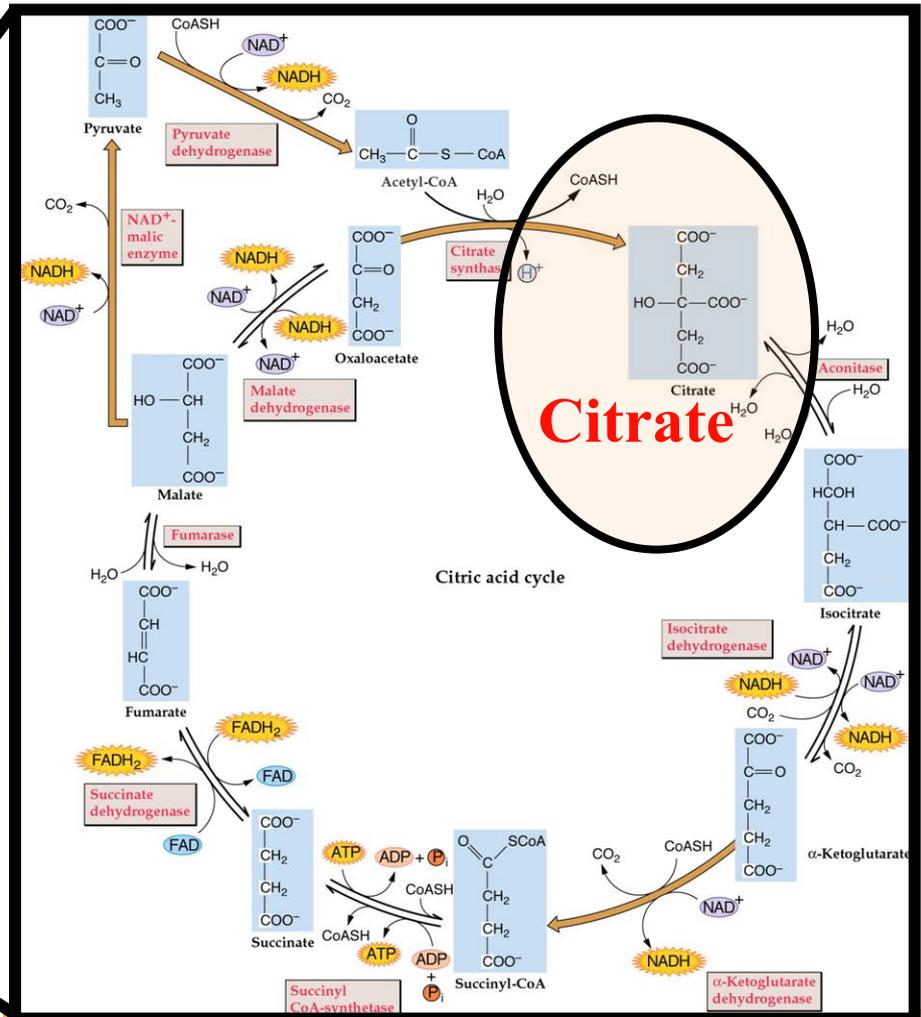
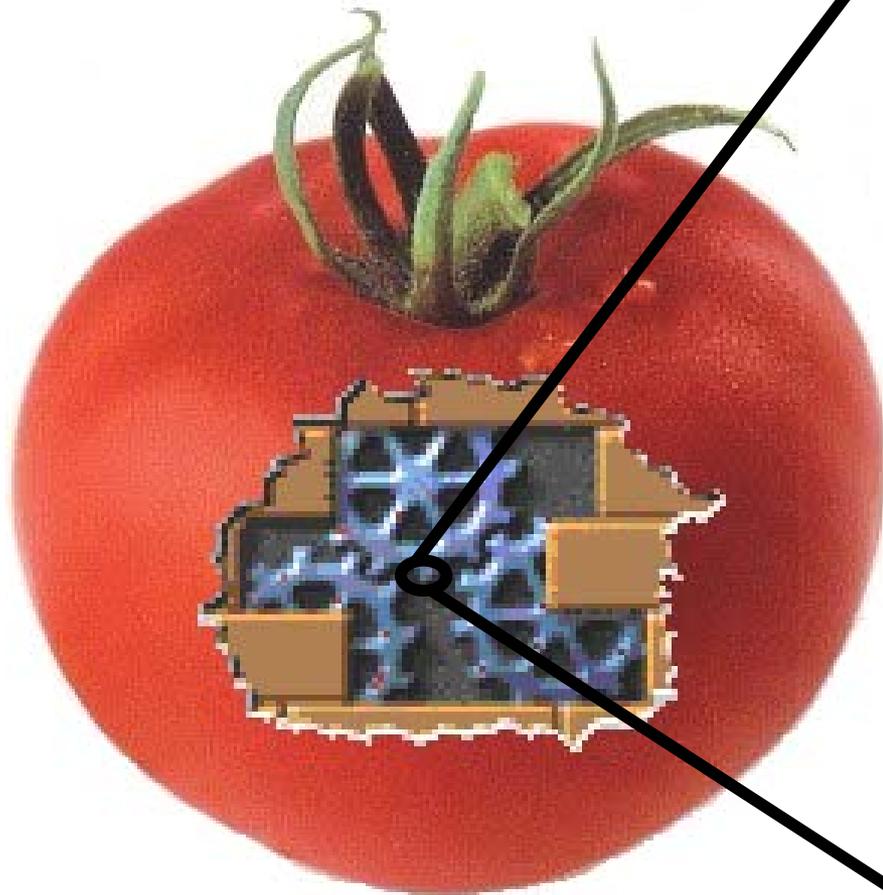
Collab INRIA

# Composition du fruit : 4 processus

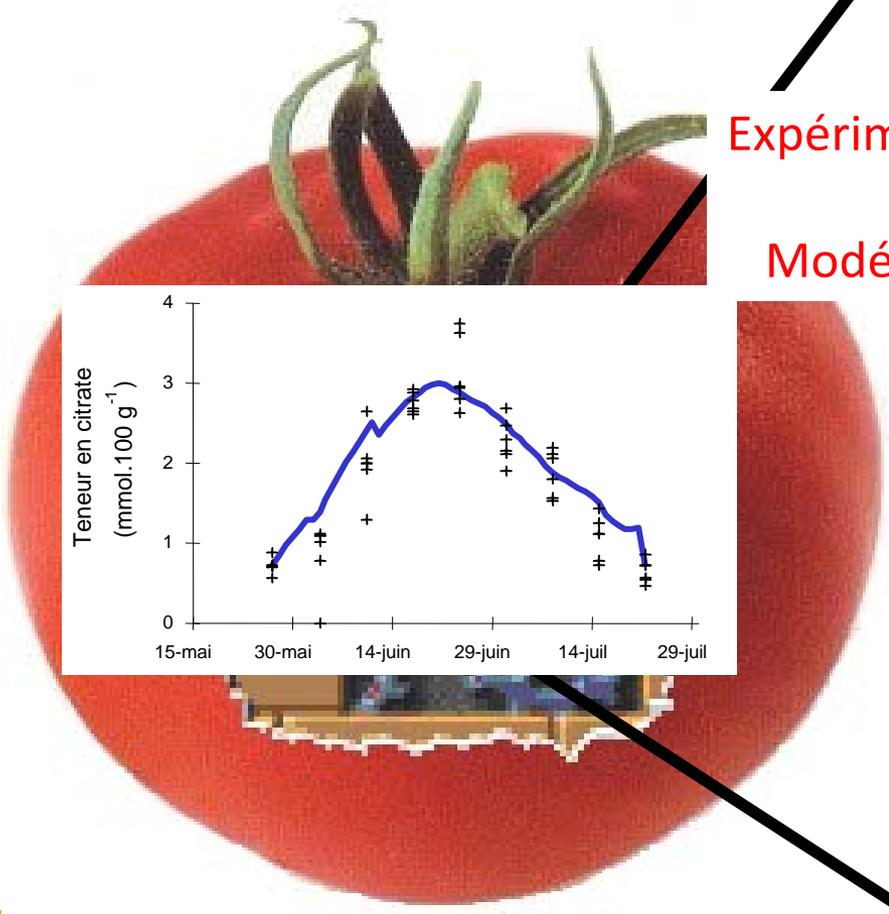
- Transports de métabolites vers le fruit
- Dilution des métabolites par l'eau du fruit
- **Synthèses** de métabolites dans le fruit
- **Utilisation** de métabolites pour la respiration ou pour des synthèses d'autres composés



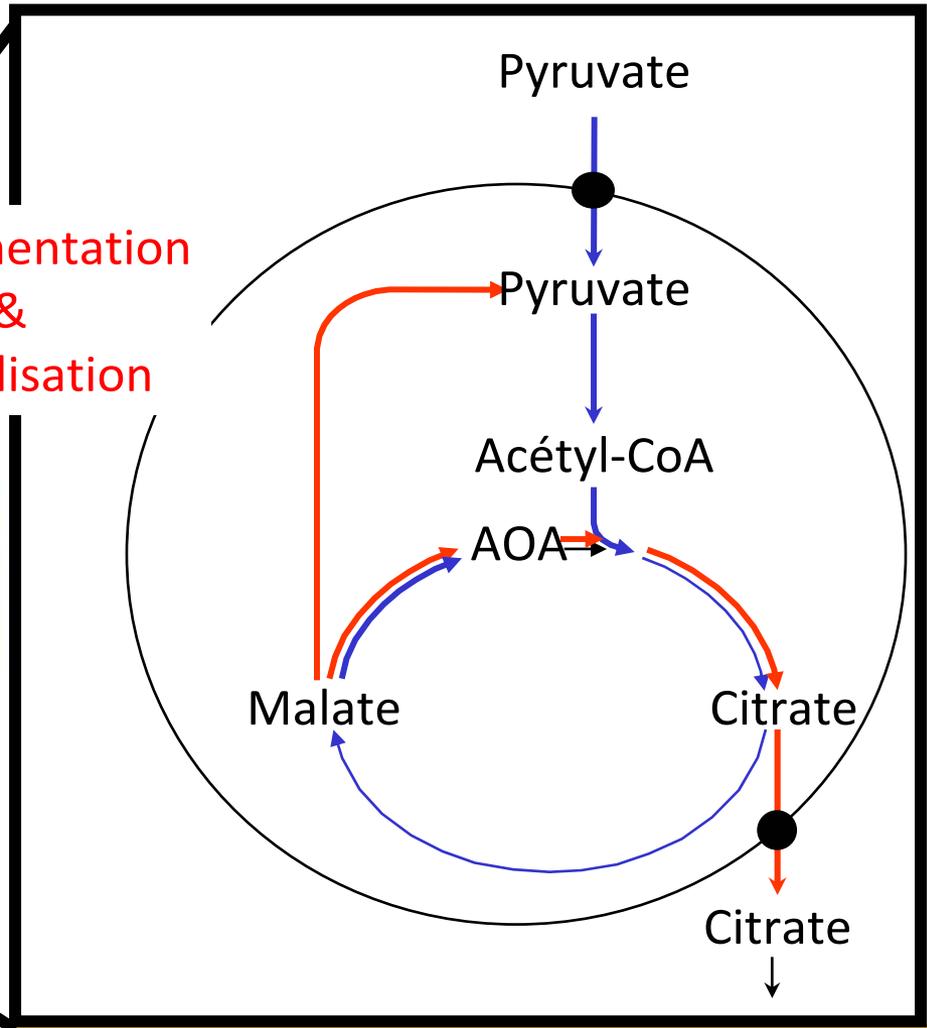
# Voies de biosynthèse: exemple acide citrique



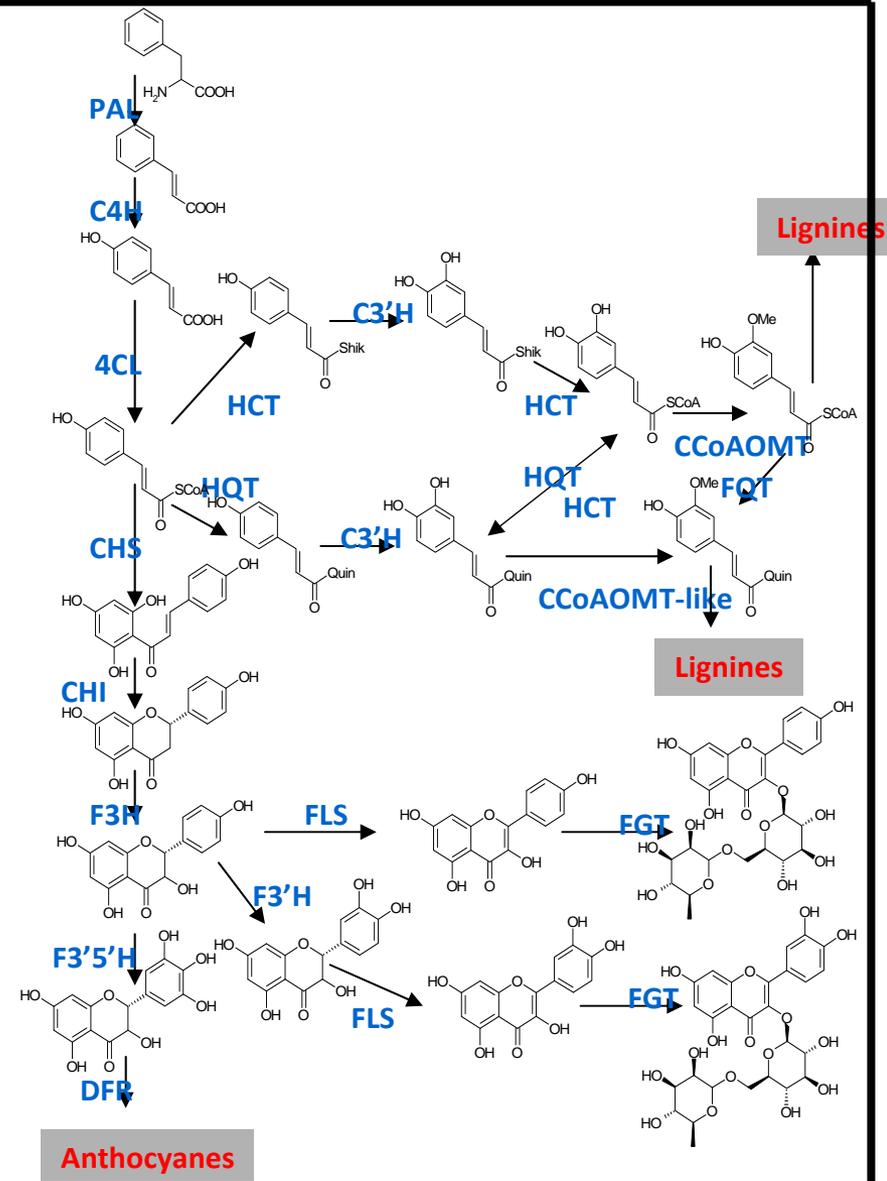
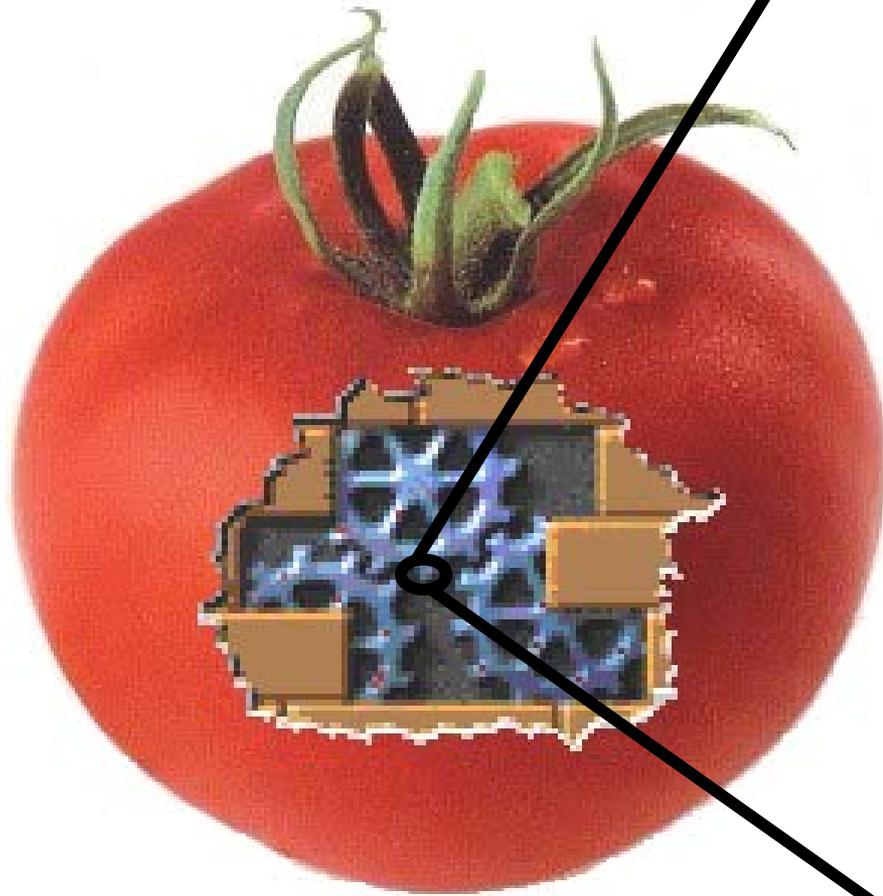
# Un fonctionnement complexe, que l'on peut simplifier



Expérimentation  
&  
Modélisation



# Composés secondaires: des voies de biosynthèse complexes



ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

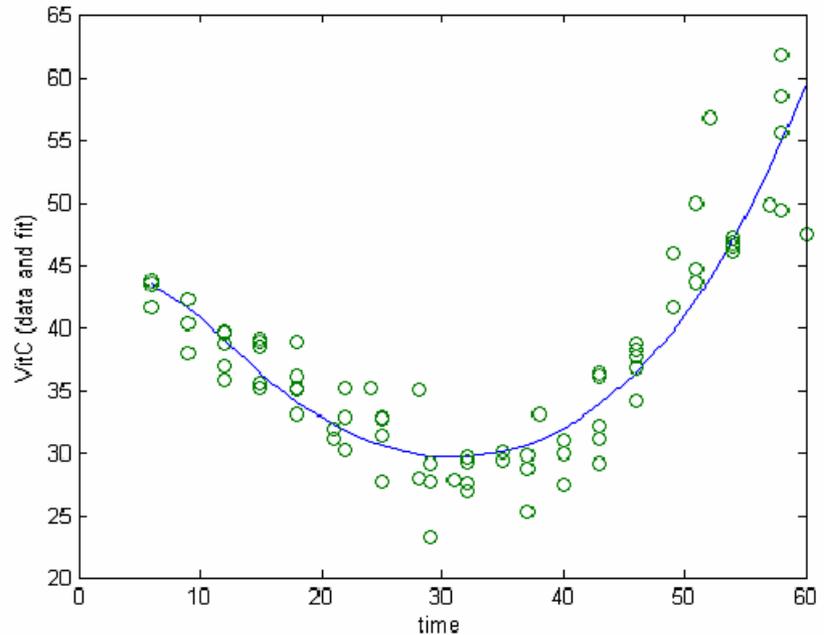


# Des simplifications possibles: modèle d'accumulation de la Vit C

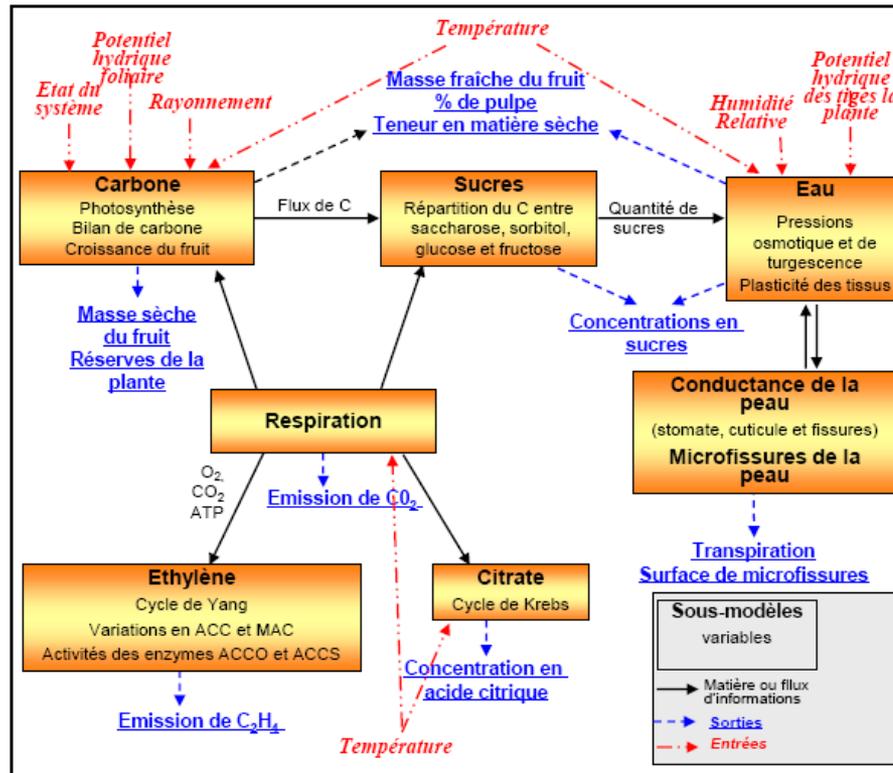
$$\frac{dVitC}{dt} = \underbrace{k(t)} - \underbrace{g \cdot VitC}$$

Synthèse  
indépendante des  
sucres

dégradation

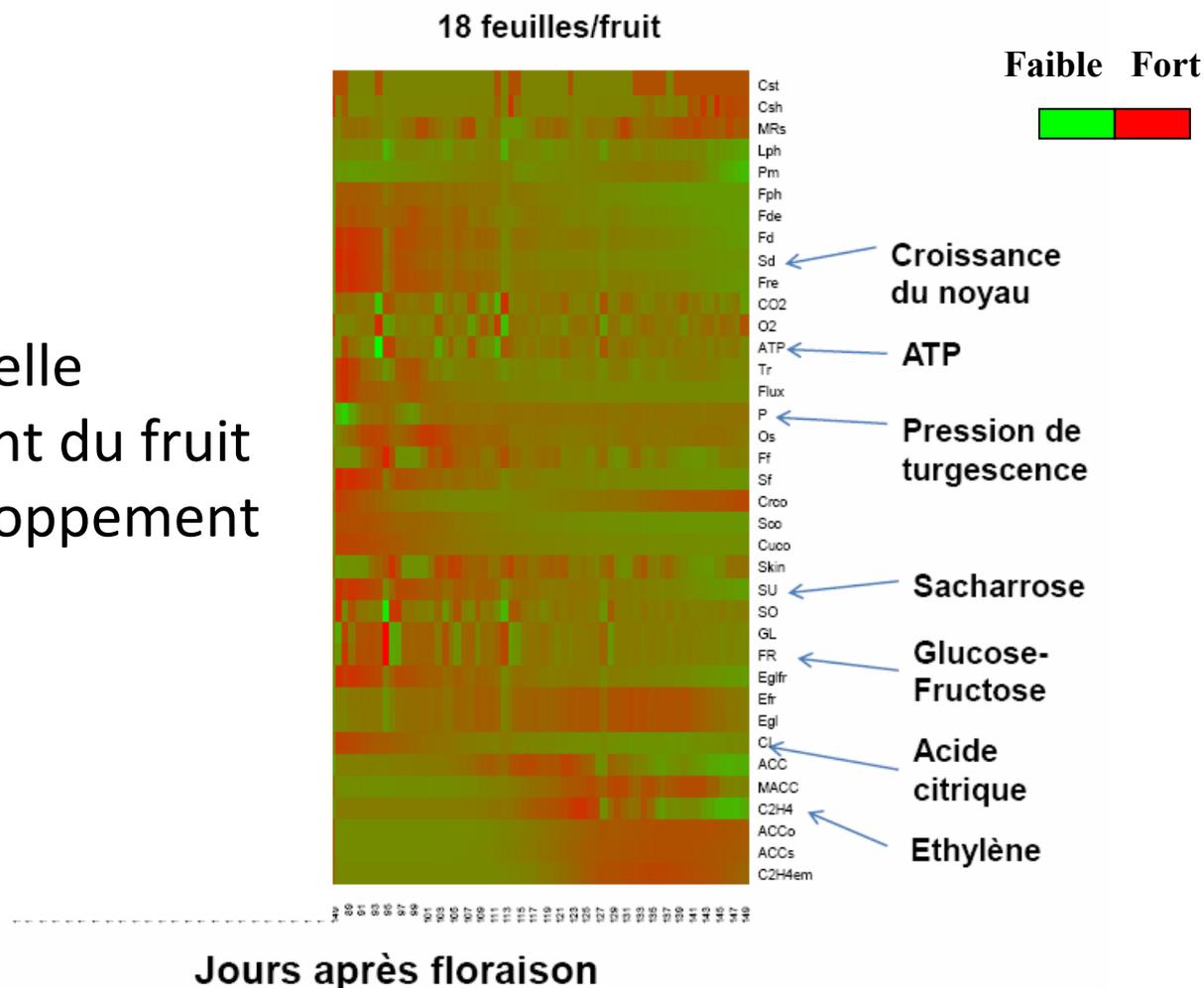


# Vers un modèle de fruit virtuel pour expliciter l'élaboration de la qualité

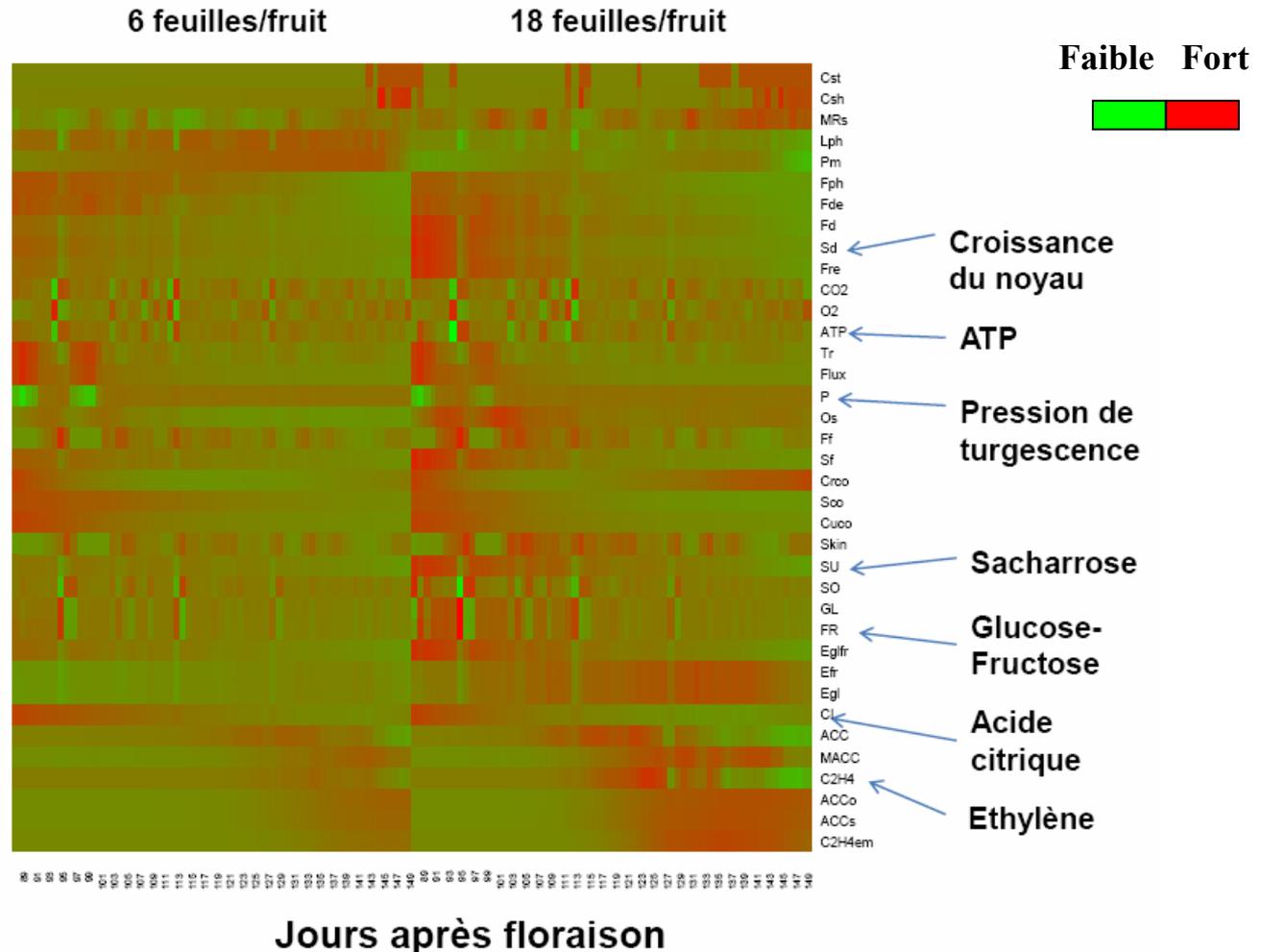


# Un fruit virtuel pour expliciter l'élaboration de la qualité

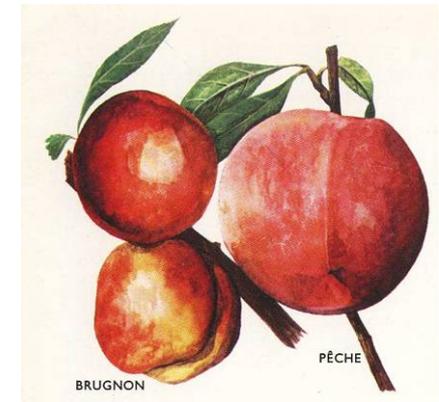
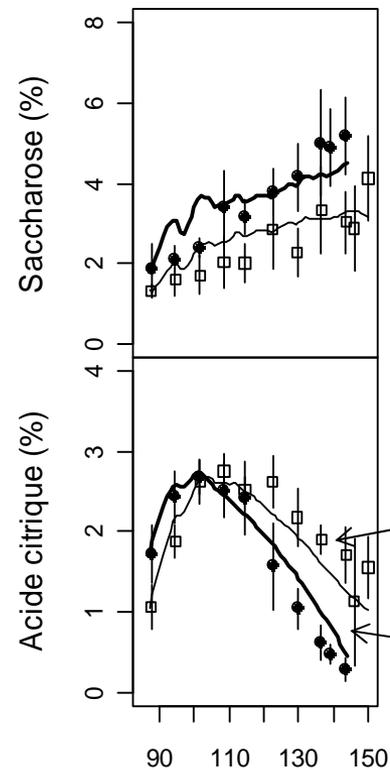
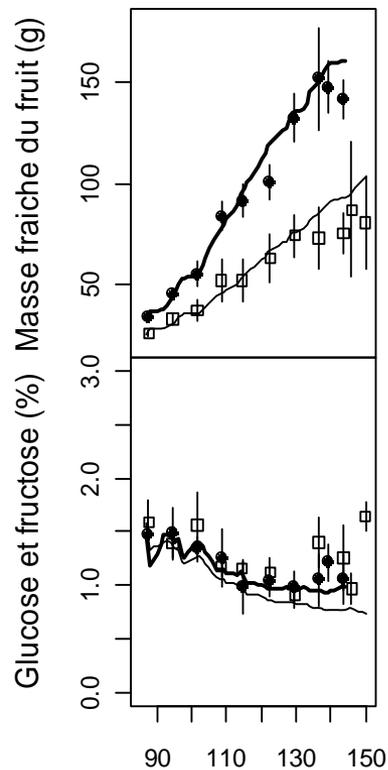
Image virtuelle  
du fonctionnement du fruit  
au cours du développement



# Un fruit virtuel pour expliciter l'élaboration de la qualité



# Un fruit virtuel pour simuler la qualité



6 f/fruit

18f/fruit

# Conclusions

- Grande diversité de composés dans le fruit
- Environnement et pratiques culturelles = leviers pour moduler les concentrations en métabolites
- Interactions génotype x environnement x conduite
- Connaissances à intégrer dans des modèles de fonctionnement du fruit



ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA