

# Systemes de culture en arboriculture fruitière et qualité des fruits

Daniel Plénet, Sylvaine Simon,  
Gilles Vercambre, Françoise Lescourret

UR Plantes et Systemes de culture Horticoles, INRA Avignon  
UE Recherches Intégrées, INRA Gothenon

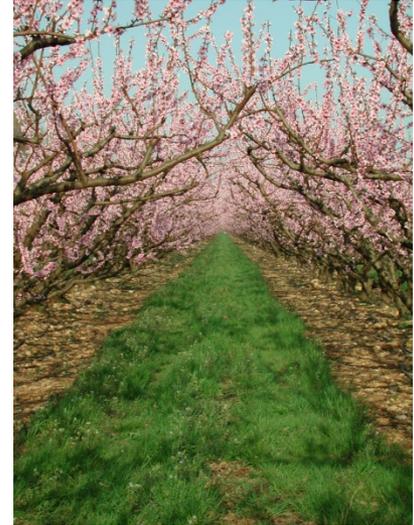


# Contexte de la qualité dans la filière fruits

- Prédominance de la qualité commerciale (aspect visuel, catégories, calibres) car forte influence sur valeur marchande
- Augmentation de la productivité dans les systèmes de culture (SdC) en s'affranchissant en partie des facteurs qui favorisent la sensibilité des vergers aux bioagresseurs grâce à l'usage de produits phytosanitaires globalement très efficaces
- **Mais évolution rapide du contexte :**
  - ✓ réglementation sur les pesticides
  - ✓ Apparition croissante de populations de bioagresseurs « résistants »
  - ✓ Demande des consommateurs pour des fruits sains, de bonne qualité nutritionnelle et issus de SdC à faible impact environnemental

# Nouveaux enjeux : concilier performance économique, haute qualité des fruits et efficacité écologique

- Nécessaire d'utiliser des approches intégratives (« systémiques ») pour concevoir des SdC cohérents et logiques par rapport aux objectifs
- Puisque les objectifs des SdC sont nombreux => évaluation multicritères des performances



# Plan

## 1. Gestion hydrique du pêcher : un levier majeur

1.1 Effets de l'irrigation sur les performances et la qualité

1.2 Combinaison irrigation x conduite des arbres



## 2. Expérimentation « systèmes » en verger de pommiers

# 1.1 Effets de l'irrigation sur les performances et la qualité des fruits chez le pêcher

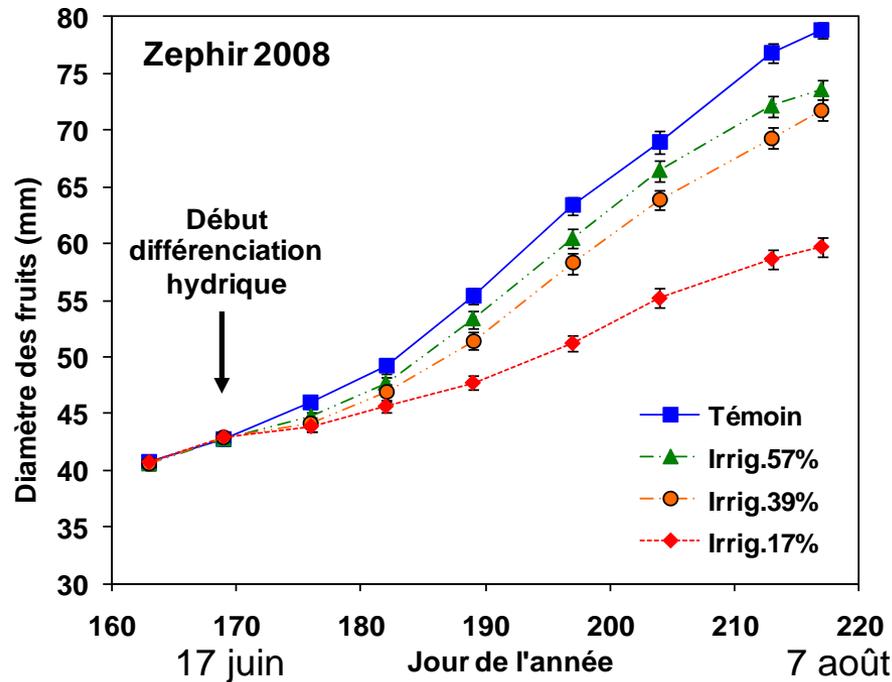
- Essai réalisé en 2008 à INRA Avignon
  - ✓ Variété : nectarine à chair blanche cv. Zephir® Monphir (récolte 7/08/2008)
  - ✓ Arbres en conteneur équipés avec goutte-à-goutte
- 4 modalités d'irrigation : % quantité d'eau apportée sur le témoin non limitant (ETP) durant le stade III de croissance du fruit (5 répétitions)

Modalités	% témoin	Objectif visé	$\psi_{\text{tige}}$ (MPa)
Témoin	100%	non limitant	-1,10
Irrig. 57%	57%	régulation faible	-1,37
Irrig. 39%	39%	régula. modérée	-1,75
Irrig. 17%	17%	stress hydrique	-2,11



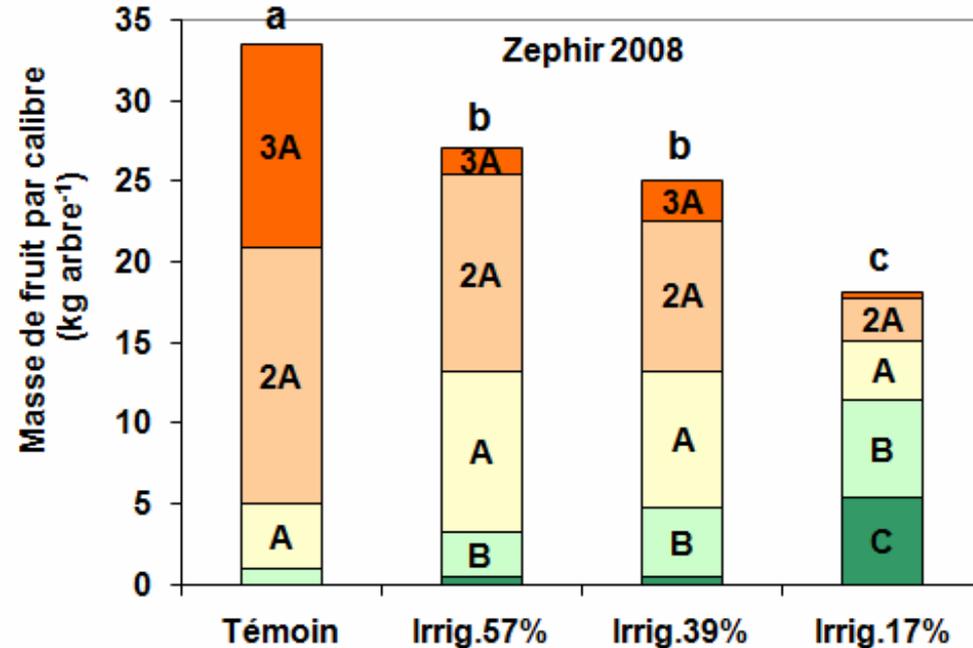
# Résultats (1) : croissance des fruits et rendement

## Croissance en diamètre des fruits



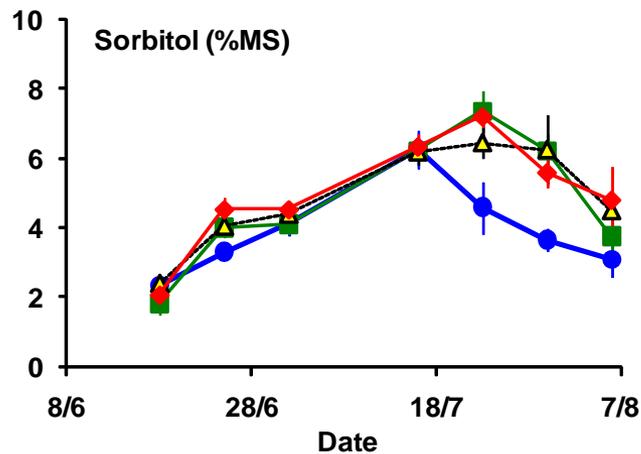
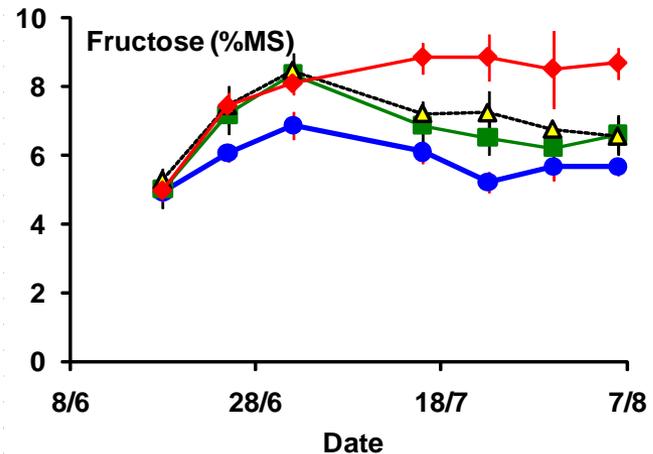
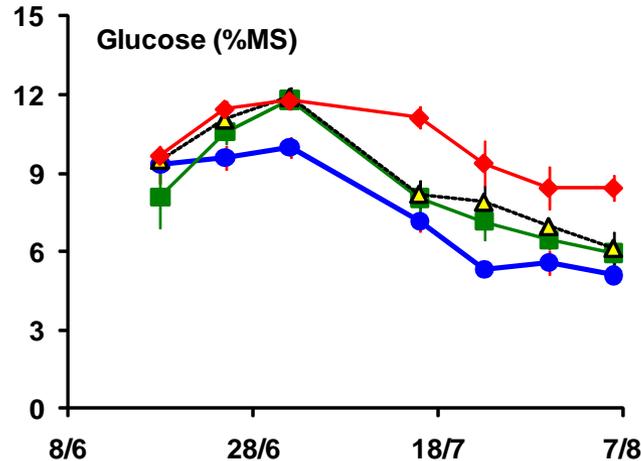
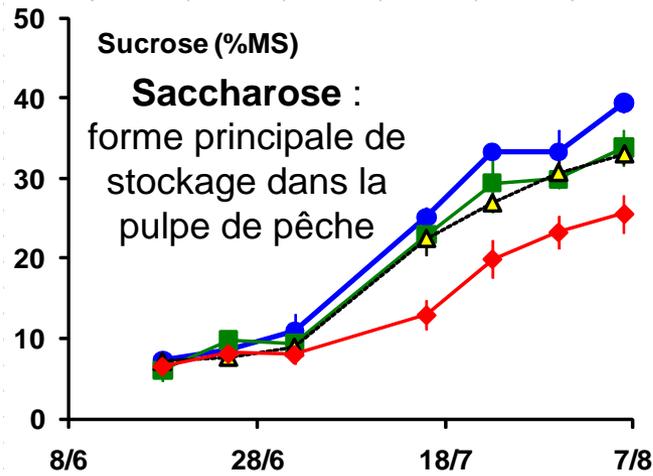
- forte différenciation selon les régimes hydriques
- réponse perceptible en moins 7 jours

## Rendement et calibre des fruits



- impact progressif sur RDT brut
- forte répercussion sur la distribution des calibres

# Résultats (2) : cinétiques des sucres dans les fruits



• **Cinétiques :**  
 ↑ saccharose et  
 ↓ glucose et sorbitol  
 avec la maturité du  
 fruit chez la pêche

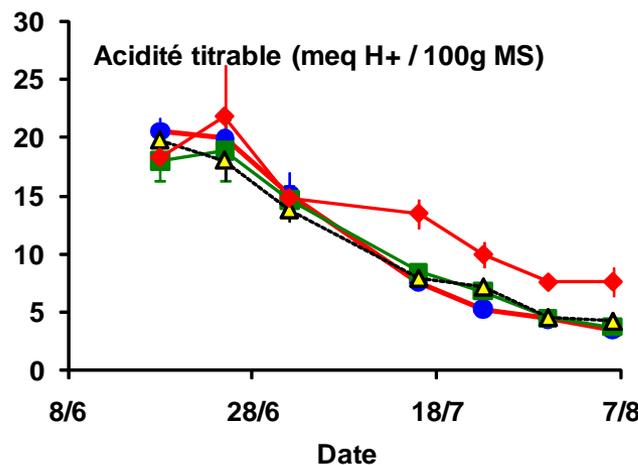
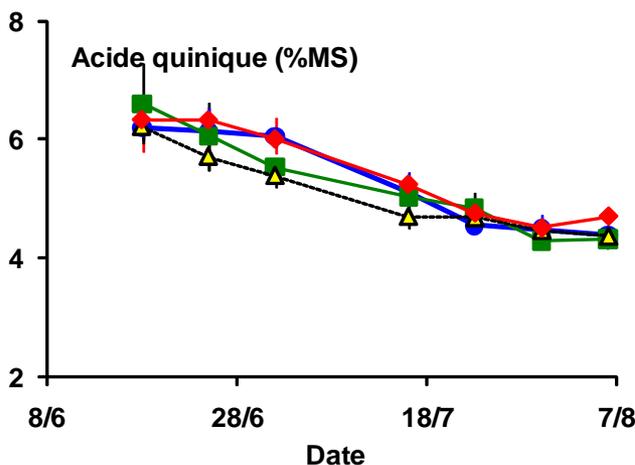
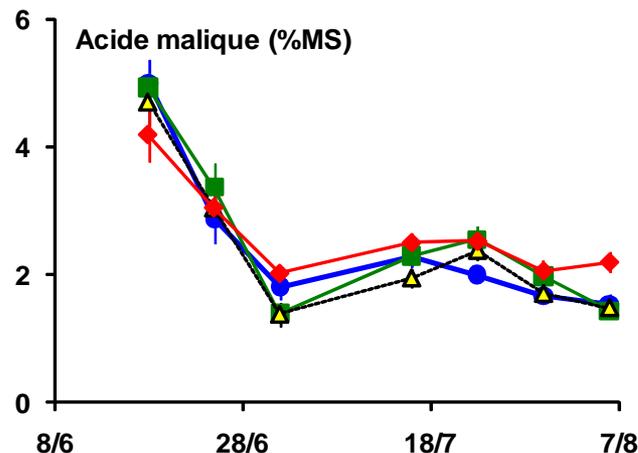
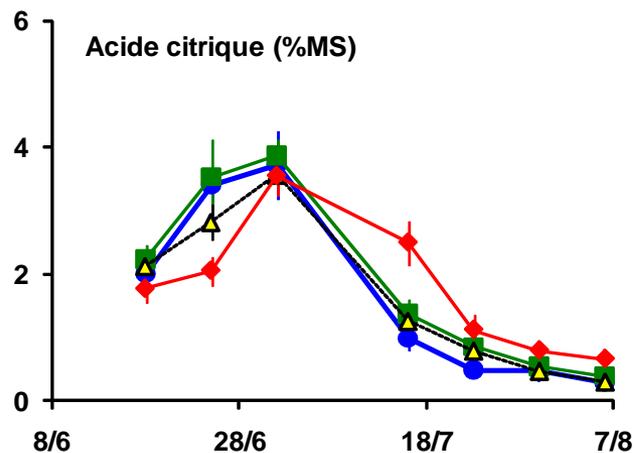
• **stress hydrique :**  
 ↓ saccharose  
 ↑ glucose et fructose



↑ **caractère sucré**  
 car  
 ↓ teneur en eau et  
 pouvoir sucrant  
 fructose > saccharose

● Témoin 100%    ■ Irrig. 57%    ▲ Irrig. 39%    ◆ Irrig. 17%

# Résultats (3) : cinétiques des acides dans les fruits



• **Cinétiques :**  
 ↓ concentration des acides dans la pulpe au cours maturation

• **Stress hydrique :**  
 Faible influence, mais fruit légèrement plus acide en relation avec retard de maturité

● Témoin 100%    ■ Irrig. 57%    ▲ Irrig. 39%    ◆ Irrig. 17%

## 1.2 OptiPêche : Mise au point et évaluation de règles de décision couplant la conduite du pêcheur et l'irrigation

Partenaires

**G.R.C.E.T.A.**  
de Basse Durance



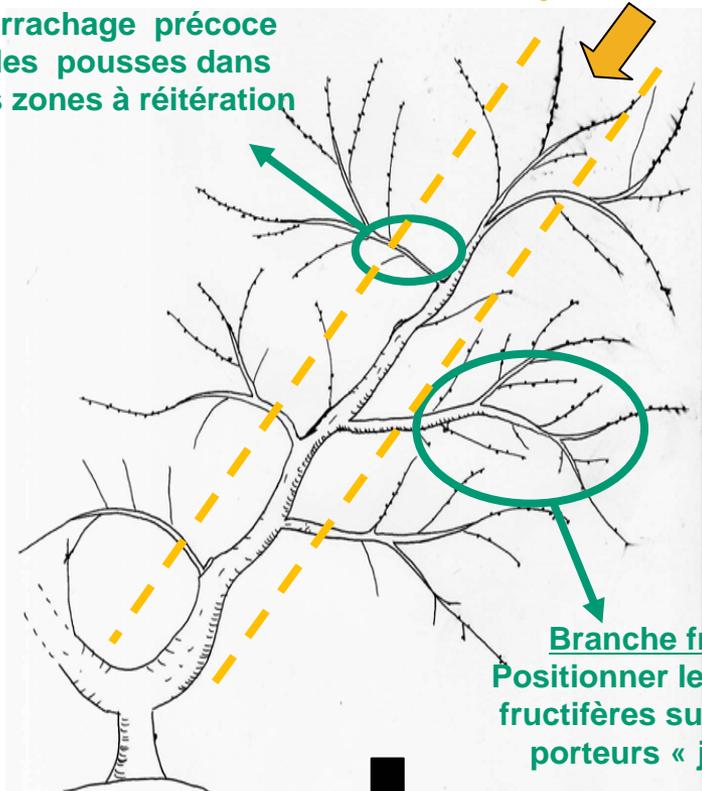
SERFEL

### Conduite en Branches Fruitières

#### Règles de conduite

Arrachage précoce des pousses dans les zones à réitération

Création d'un puits de lumière



X

### Pilotage irrigation

#### Règles de gestion

Application de rationnements hydriques contrôlés selon les stades de développement du fruit

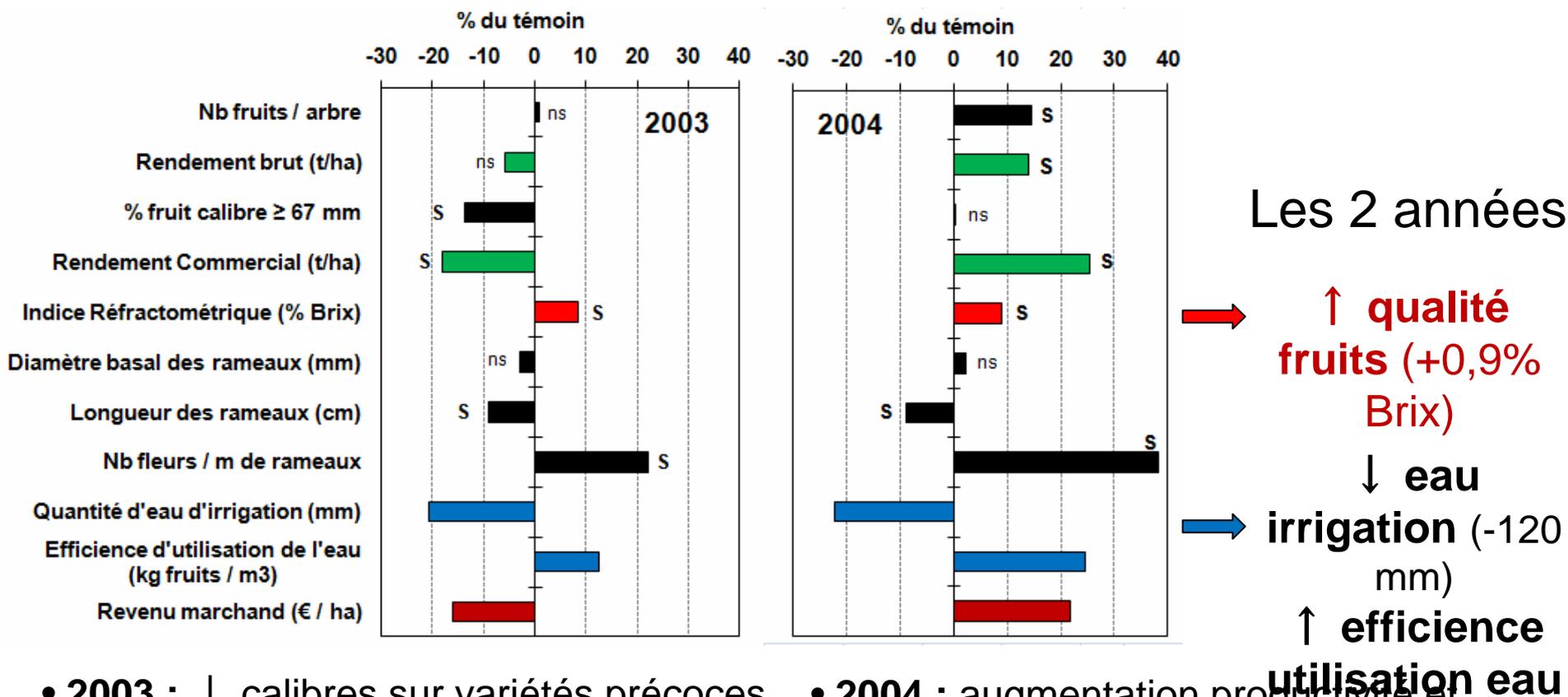


basées sur un indicateur plante : fluctuations micrométriques des troncs

**Améliorer qualité des fruits, maîtriser vigueur et porosité du couvert, diminuer sensibilité aux maladies, augmenter l'efficacité de l'irrigation, préserver les résultats économiques (PFI)**

# Résultats Optipêche (1) : profil des performances

Expérimentation sur règles de décision sur 7 vergers de producteurs



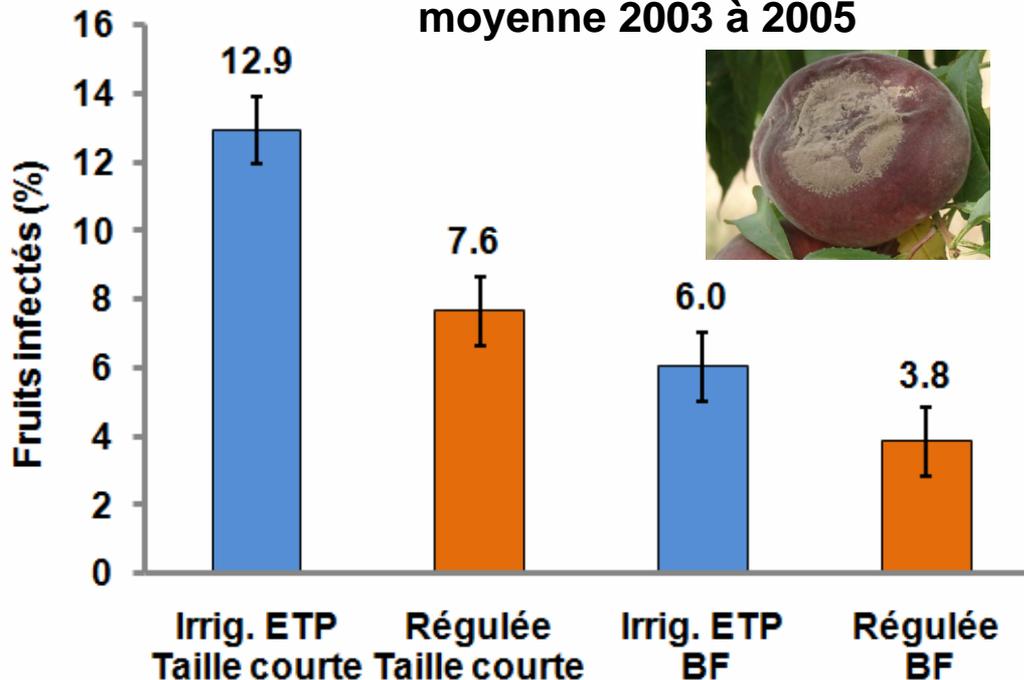
• **2003** : ↓ calibres sur variétés précoces car règles de gestion un peu trop sévère (chaleur en juin 2003)

• **2004** : augmentation productivité et performance économique sans perte de calibres

# Résultats OptiPêche (2): sensibilité aux monilioses

- Essai factoriel à l'INRA Gothéron en 2003-2005, variété Nectaross
- 2 modalités d'irrigation : **ETP** (non limitante) et **Régulée**
- 2 conduites : actuelle (**courte** et rapprochement) et branches fruitières (**BF**)

% de fruits infectés à la récolte  
moyenne 2003 à 2005



## En absence de traitement fongicide anti-monilioses

- Effet irrigation régulée (seule) :
  - 38% de fruits moniliés
- Effet **conduite BF** (seule) :
  - 51% de fruits moniliés
- Association **Irrig. Régulée + BF**
  - 70% de fruits moniliés

# Synthèse Irrigation sur pêche - nectarine

- Le déficit hydrique modifie fortement la composition en sucres et diminue le ratio sucres / acides de la pulpe, tout en augmentant la concentration en MS



- La régulation hydrique réduit la sensibilité aux monilioses en diminuant le % de microfissures sur l'épiderme, principales voies d'entrée des conidies du champignon (Gibert, 2007)

- L'exemple de la démarche de prototypage basé sur l'association de règles de gestion de l'irrigation et de conduite des arbres montre l'intérêt de **cumuler des effets partiels** pour essayer de répondre aux enjeux actuels

## 2. Expérimentation « systèmes » en verger de pommiers

Evaluation multicritères des SdC : caractériser leurs performances agronomiques et économiques, la **qualité des fruits** mais aussi les conditions de production permettant cette qualité (dont « **coût environnemental** »)



# Dispositif BioRECo Inra Gotheron

Évaluation de systèmes se distinguant principalement par la protection des cultures

## Définition des systèmes

Systemes	RAIsonné	ECONome en intrants	BIO (AB)
Objectifs	Production commerciale régulière		
Cadres réglementaires	Réglementation nationale		
	Charte nationale PFI	Directives OILB 2002	Règlement CEE
Stratégies spécifiques	Efficiencce intrants	Limiter intrants phyto	Pas d'intrants de synthèse
	<b>0 prise de risques</b>		

→ Objectifs similaires pour 2 modes de production différents (ECO, BIO) en utilisant toutes les **méthodes alternatives + prophylaxie** ...

# Dispositif expérimental

Surface totale: 3,3 ha

## 3 systèmes de protection

1. **RAI** : raisonné
2. **ECO** : économe en intrants
3. **BIO** : agriculture biologique

X

## 3 variétés

1. **Smoothie** (type Golden Delicious), sensible à tavelure
2. **Ariane** (résistante tavelure, gène *Vf*)
3. **Melrose** (« rustique »)

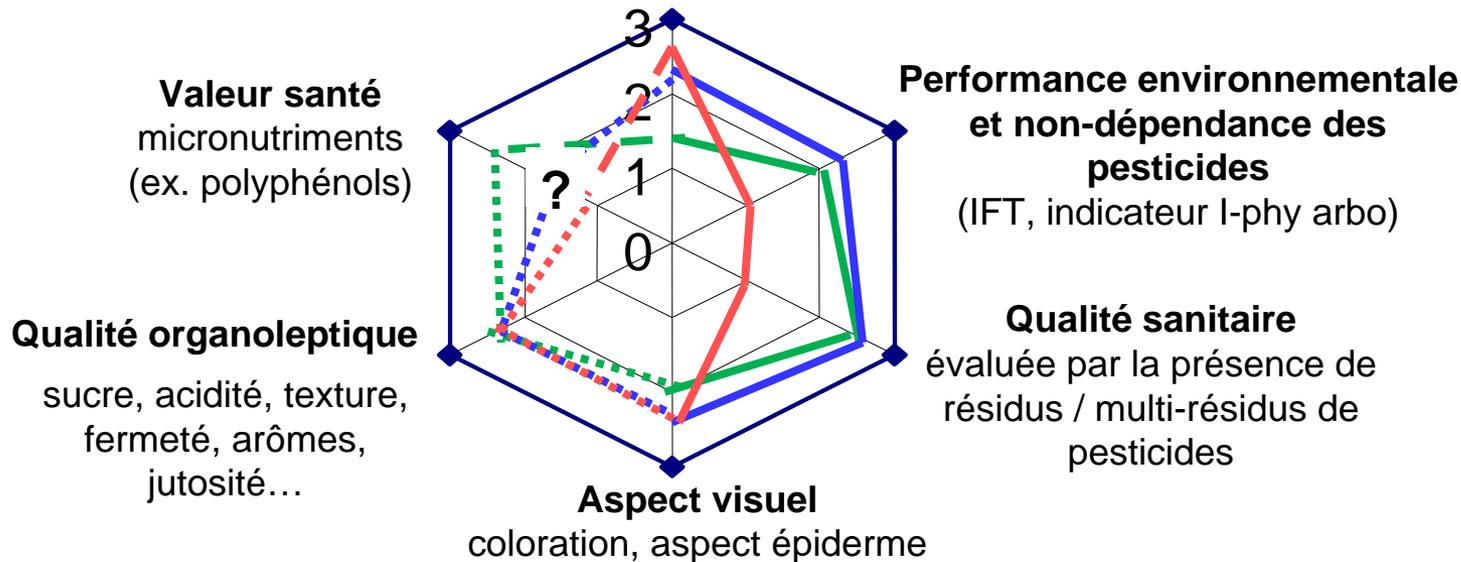
➔ 9 situations ~ gradient d'intensité de la protection

# Evaluation (1) multi-critères des modes de production et des itinéraires techniques réalisés pour les 9 situations

5<sup>ème</sup> feuille en 2009 => résultats présentés à titre illustratif

## Performance agronomique et contrôle des bio-agresseurs

rendement, calibre, % fruits sans dégâts



Réduction de **40 à 55%** des **IFT** sur Ariane et Melrose en **BIO** et **ECO**

- **AB** Melrose & Ariane
- **Econome en intrants** Melrose & Ariane
- **Conventionnel** Smoothee

- - - d'après littérature
- ..... Information partielle à valider dans le temps

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



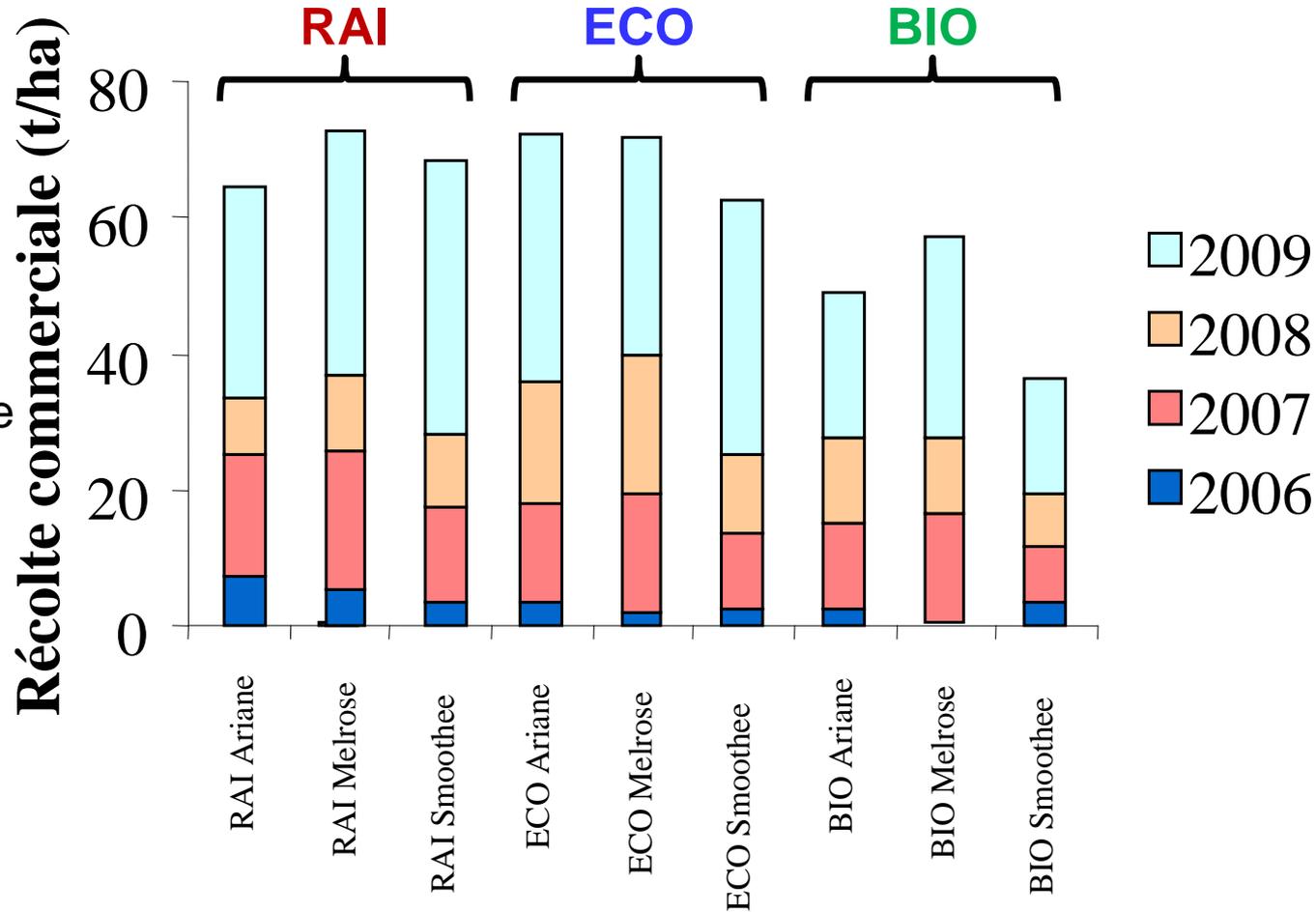
# Evaluation des systèmes (2)

## Performances agronomiques : rendement cumulé 2006-2009

• **ECO = RAI > BIO**

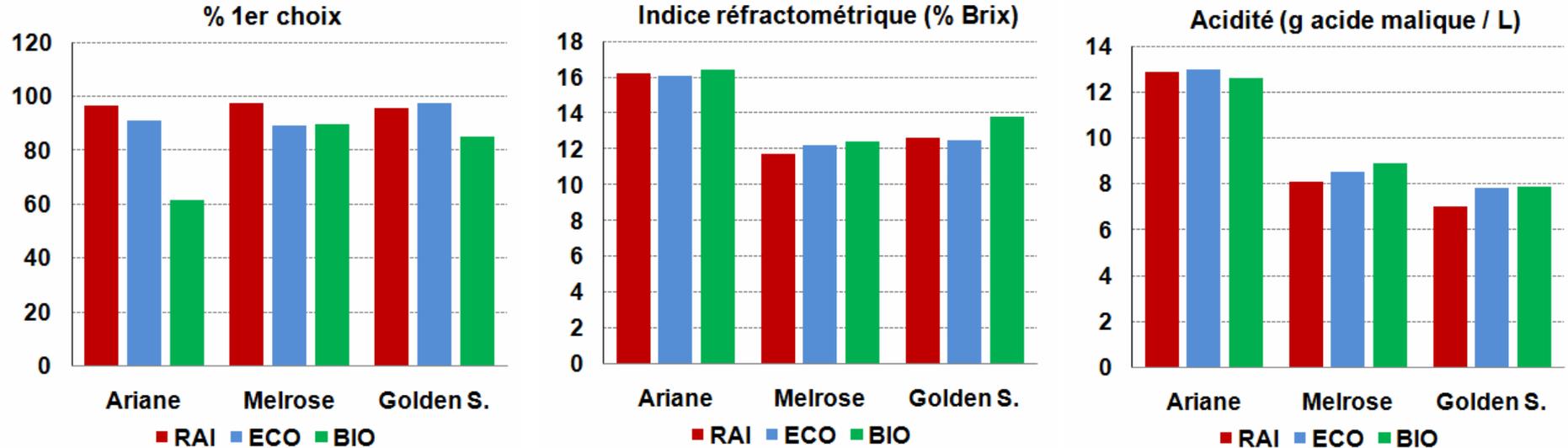
**ECO** : en 2009 niveau de performance similaire à RAI (pour - 50 % de traitements)

**BIO** : plus lent à entrer en production et moins productif



# Évaluation des systèmes (3) : qualité des fruits

Résultats de 2009 (5<sup>ième</sup> feuille) présentés à titre illustratif



- Effets modérés des systèmes sur la qualité des fruits (à confirmer)
- Données de la littérature pour comparaison **BIO** vs **Conventionnel**
  - macronutriments : pas de différences vraiment significatives
  - Pour les **micronutriments** : des controverses mais **BIO** semble augmenter les composés ayant un fort pouvoir anti-oxydant (polyphénols), vitamine C ?, ...

# Conclusion : quelques pistes de réflexion

- Pérennité des SdC en arboriculture : choix de plantation (variété) engageant pour de nombreuses années ; nécessité d'une évaluation sur le long terme
- Nombreux leviers d'action pour améliorer la qualité des fruits et réduire la vulnérabilité du système face aux bioagresseurs (eau, fertilisation, conduite)  
=> Imaginer des ITK associant judicieusement ces méthodes à effets partiels
- Prise en compte des conditions de production pour caractériser la qualité des fruits => élargissement de la notion de qualité : on passe des critères usuels (standards du marché) à des valeurs intégrant santé ou écologie,...
- Intérêt de l'évaluation multicritères des SdC pour caractériser les indicateurs de performances sur l'ensemble des composantes du système (sans *a priori*) et ouvrir ainsi sur de nouvelles perspectives
- Quelle valorisation économique des fruits pour rémunérer les efforts et les initiatives des producteurs s'orientant vers des SdC plus durables ?

# Remerciements

**Aux collègues de l'Inra Gotheron et de PSH** : A. Alaphilippe, D. Bancel, L. Brun, C. Bussi, F. De Bruyne, H. Gautier, M. Génard, C. Gibert, T. Girard, L. Gomez, C. Gros, J. Hostalery, V. Mercier, K. Morel, P. Rouet, S. Sérino, V. Serra, K. Traverse, ainsi que les collègues des **Unités Expérimentales de Gotheron et St Paul**.

**Aux collègues de l'expérimentation et du développement agricole** : Ph. Blanc, B. Hucbourg, P. Guinet, C. Hilaire et E. Navarro, ...

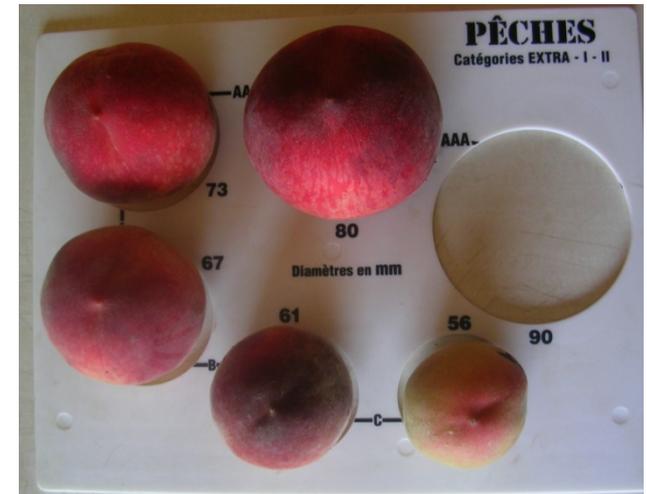
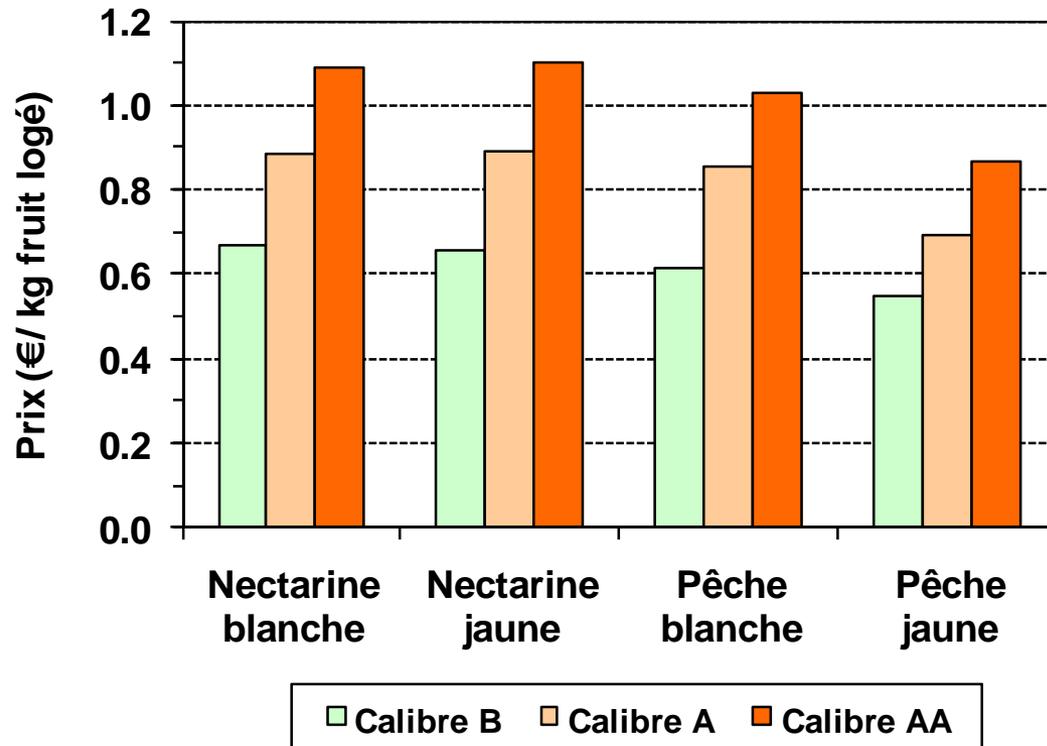
**Aux partenaires financiers** : région PACA (OptiPêche), Ministère MEEDDM, Europe (programme Irriqual) et de l'Agence Nationale de la Recherche (programme ADD - Gédupic).

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA

# Importance du calibre dans la valeur marchande cas de la pêche – nectarine catégorie 1

Prix par calibre (cotation SNM)  
moyenne 2000 - 2007, mois de juillet et août



En moyenne :

Calibre **B** → **A** : +34% (0,21 €)

Calibre **A** → **AA** : +23 % (0,19 €)

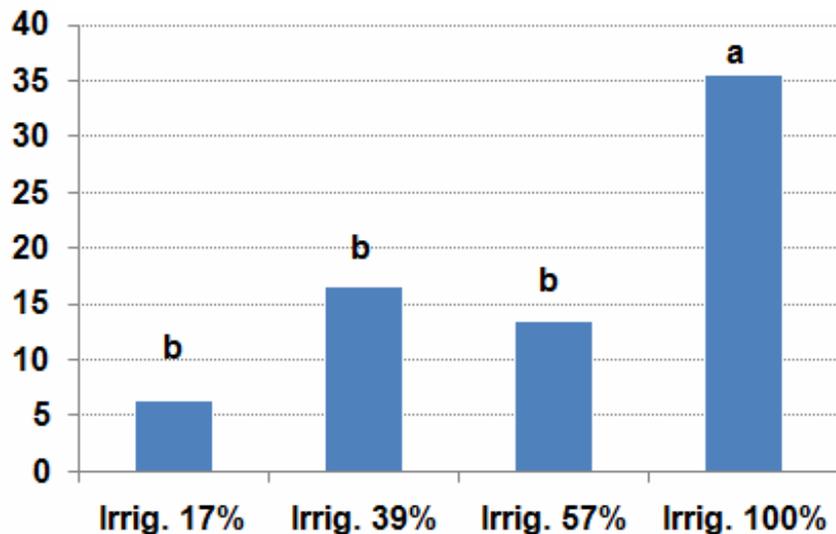
# 1. La gestion hydrique : un levier majeur pour les systèmes de culture en pêcher

- Zone de culture du pêcher : climat méditerranéen et sols à faible réserve en eau  
=> Irrigation élevée :  $660 \pm 170$  mm (enquête 85 vergers en 2004)
- Nombreux travaux pour caractériser l'impact du déficit hydrique avec des résultats parfois « apparemment » contradictoires :  
=> fonction stades de développement et/ou de l'intensité des déficits
- Développement concept de l'**irrigation avec des déficits régulés** (RDI: 'Regulated Deficit Irrigation') => mais peu utilisée car **prise de risques** de pertes de calibres
  - Quels sont les effets de l'irrigation sur les performances et la qualité ?
  - Comment combiner une irrigation avec rationnement hydrique contrôlé avec d'autres techniques ?

# Résultats (4) : profil des performances

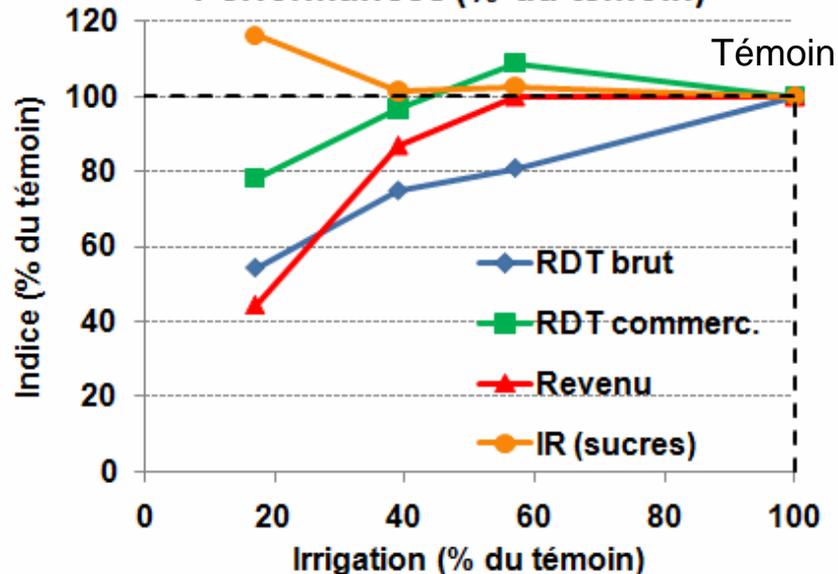
En l'absence de fongicides anti-monilioses (économie de 3 à 4 IFT sur Zéphir)

% de fruits infectés à la récolte



- Restriction hydrique diminue fortement la sensibilité des fruits aux monilioses

Performances (% du témoin)



- Optimum performances agronomiques et économiques correspond à une régulation hydrique de faible à modérée