



INRA SCIENCE & IMPACT **agap**

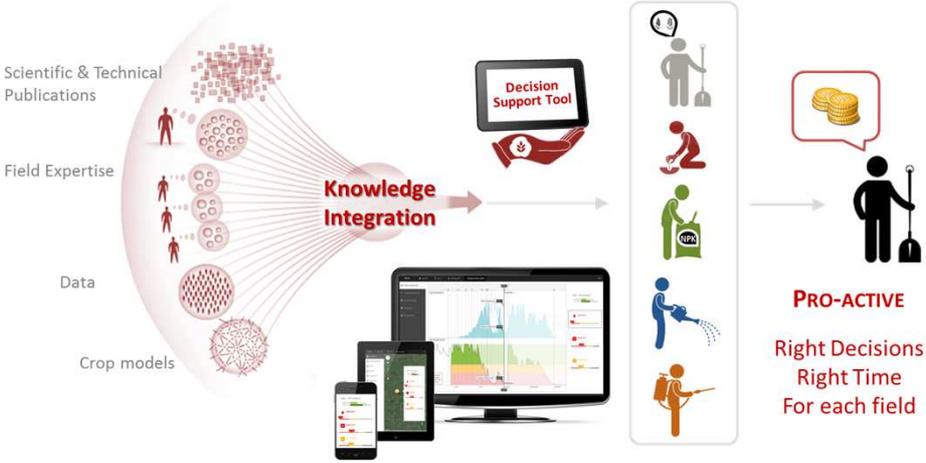
itk PREDICT AND DECIDE

Des outils de recherche vers des OAD pour des interventions stratégiques en verger

24 novembre 2015
Evelyne Costes, DR, INRA
Damien Fumey, PhD, iTK

iTK : qui sommes nous ?

Créé en 2003, 52 salariés dont 25 chercheurs



Scientific & Technical Publications
Field Expertise
Data
Crop models

Knowledge Integration

Decision Support Tool

PRO-ACTIVE
Right Decisions
Right Time
For each field

24/11/2015 Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits" 2

Problématique





- Éclaircissage
- Pilotage de l'irrigation
- Combattre l'alternance



Source : © <http://stories.rbg.org.uk>



Source : © www.melroseirrigation.com



Source : © www.vergersdetourennec.com

24/11/2015
Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits"
3

Des modèles de recherches - FSPMs





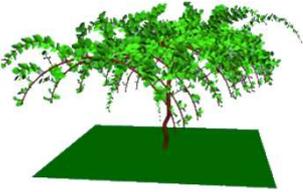
- Functional-Structural Plant Models



MAppleT
INRA
Costes et al. (2008)



L-Peach
UC Davis
Allen et al. (2005)



Virtual Kiwifruit
NZ Plant & Food Research
Cieslak et al. (2010)

24/11/2015
Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits"
4





MAppleT (Costes et al. 2008)

 **Modèle de croissance du pommier**

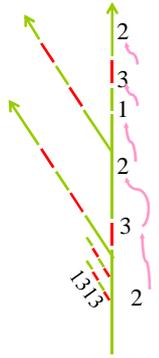
- Modèle stochastique de devenir des méristèmes, Renton *et al.* (2006)

Which shoot develops from each meristem ?

Bud:

Terminal

Axillary



0 latent bud

1 short shoot

2 long shoot

3 flowering shoot

24/11/2015
Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits"
5



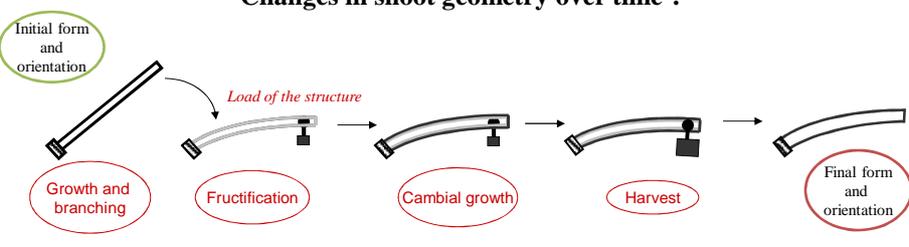


MAppleT (Costes et al. 2008)

 **Modèle de croissance du pommier**

- Modèle stochastique de devenir des méristèmes, Renton *et al.* (2006)
- Modèle mécaniste de géométrie des branche avec prise en compte de la physique, Smith *et al.* (2008)

Changes in shoot geometry over time ?



24/11/2015
Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits"
5

MAppleT (Costes et al. 2008)

INRA SCIENCE & IMPACT
itk

- **Modèle de croissance du pommier**
 - Modèle stochastique de devenir des méristèmes, Renton *et al.* (2006)
 - Modèle mécaniste de géométrie des branches, Smith *et al.* (2008)
 - Calendrier d'évènements (stades phénologiques).

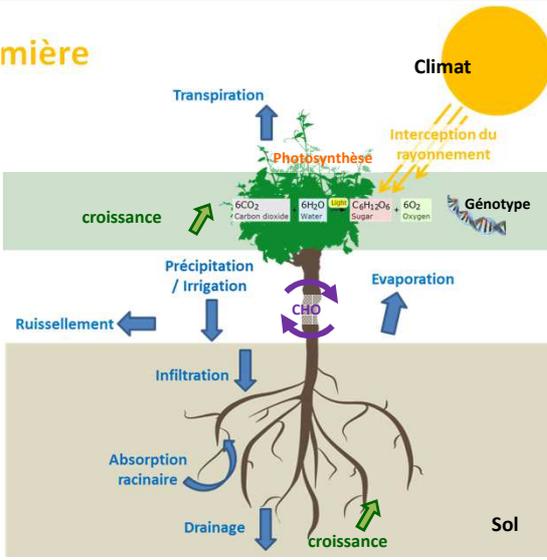


24/11/2015 Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits" 5

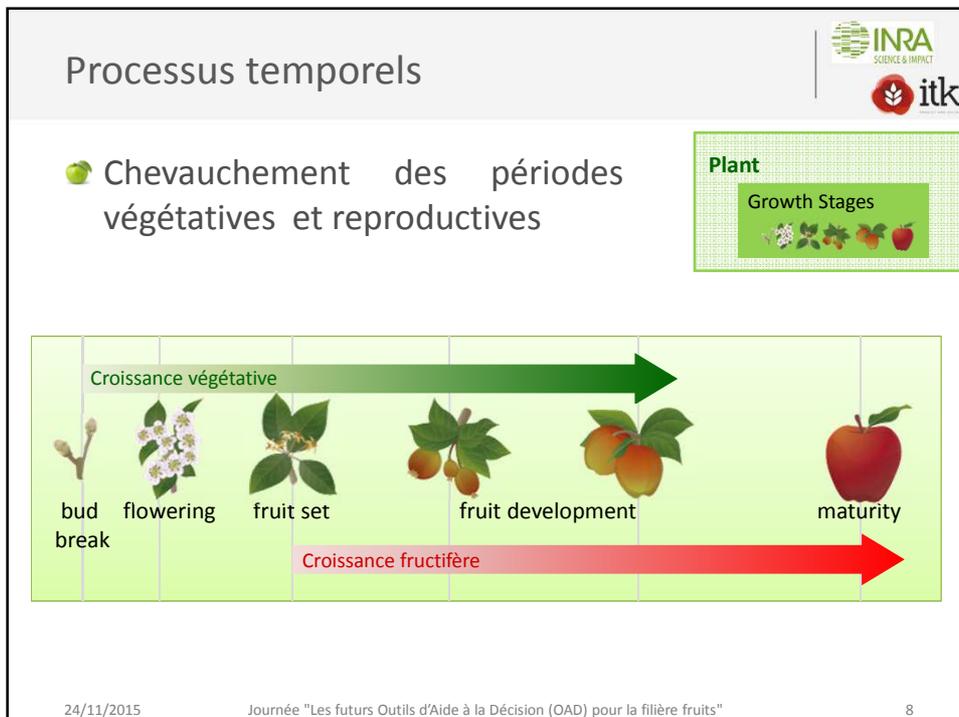
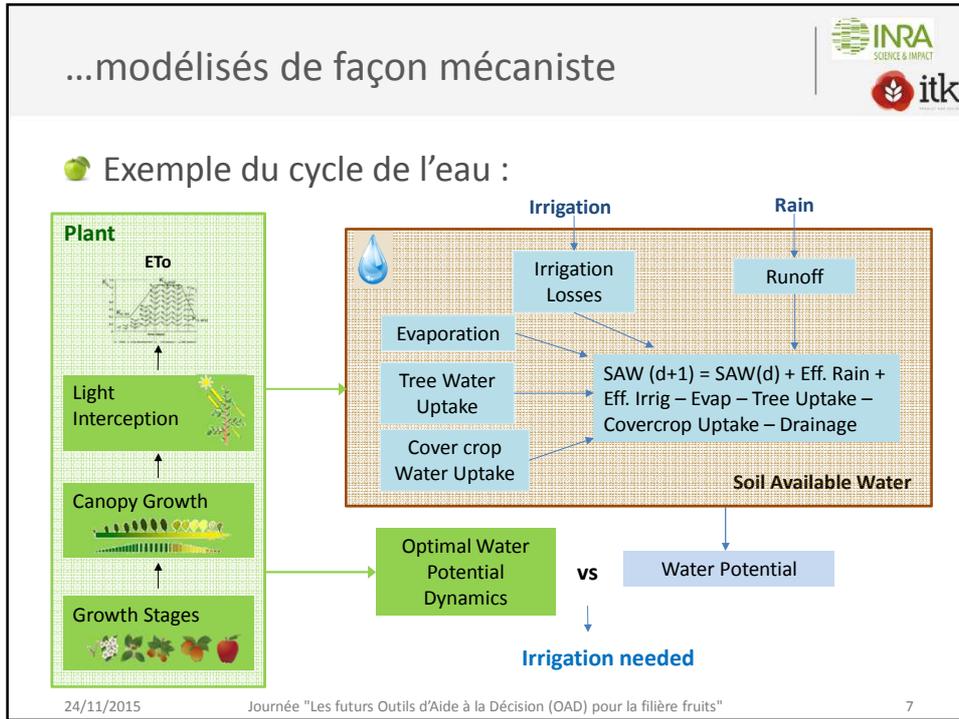
Des processus physiologiques...

INRA SCIENCE & IMPACT
itk

- **Interception de la lumière**
- **Photosynthèse**
- **Organogénèse**
- **Morphogénèse**
- **Allocation CHO**
- **Cycle de l'eau**



24/11/2015 Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits" 6



Etablissement de la surface foliaire

INRA SCIENCE & IMPACT
itk

Plant
Canopy Growth

Polymorphisme des rameaux

24/11/2015 Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits" 9

Etablissement de la surface foliaire

INRA SCIENCE & IMPACT
itk

Plant
Canopy Growth

Polymorphisme des rameaux

Croissance des feuilles

$$LA = f_l(d) LA_{\max} \left[1 - \delta_{rk} \left(1 - \frac{rk}{n_p} \right) \right]$$

$$TLA = \sum_1^{NbL} LA$$

24/11/2015 Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits" 9

Spatialisation de l'interception

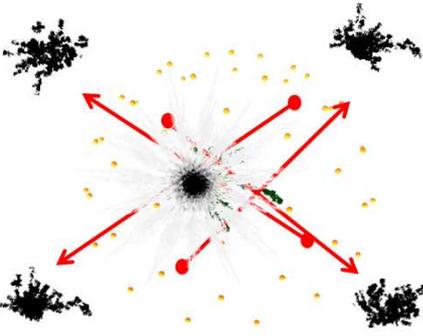
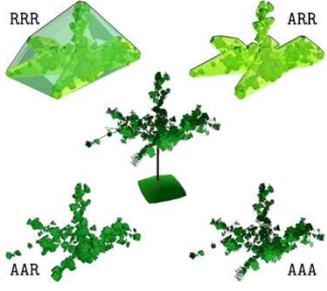




● STAR calculé sur de multiple direction

- Ratio of Projected Leaf Area to Total Leaf Area

$$STAR = \frac{PLA}{TLA}$$

Plant

Light Interception



Da Silva *et al.* (2008)

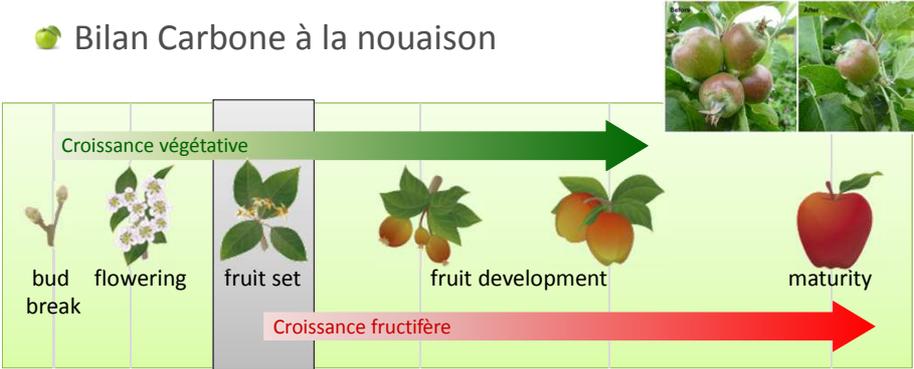
24/11/2015
Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits"
10

OAD pour l'éclaircissage





● Bilan Carbone à la nouaison






Interception → STAR

Photosynthèse → C,H,O

Allocation → Estimation de la charge

24/11/2015
Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits"
11

OAD pour gérer l'irrigation





 **Simuler le potentiel hydrique de base**

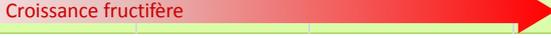
Croissance végétative 

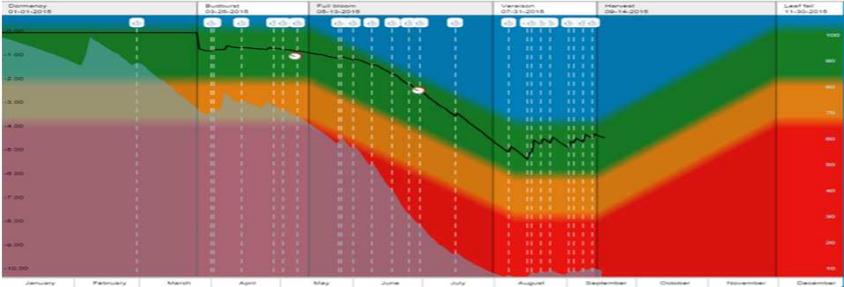






bud break
flowering
fruit set
fruit development
maturity

Croissance fructifère 



24/11/2015 Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits" 12

OAD pour lutter contre l'alternance

 **Potentiel de floraison n+1**

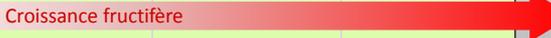
Croissance végétative 







bud break
flowering
fruit set
fruit development
maturity

Croissance fructifère 

Nombre de
méristèmes
totaux



Nombre de
méristèmes floraux
développés

➔

**devenir
des bourgeons
à l'année n+1**

24/11/2015 Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits" 13

Limites



- Nombre de paramètres du modèle, simulation & temps de calcul.
- Pas de feedback sur la structure de l'arbre.
- Pas de sorties sur la qualité du fruit.
- Pas de croissance et de spatialisation racinaire.

24/11/2015

Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits"

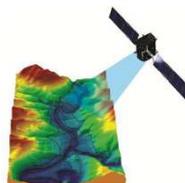
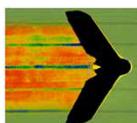
14

Suites



- Recalibration du LAI

- drone
- NDVI



- Recalibration des stades phénologiques
- Effets de la taille sur les années n+1
- Effets de la fertilisation sur la croissance

24/11/2015

Journée "Les futurs Outils d'Aide à la Décision (OAD) pour la filière fruits"

15



INRA SCIENCE & IMPACT **agap**

itk
PREDICT AND DECIDE

**Des outils de recherche
vers des OAD pour
des interventions stratégiques
en verger**

