

Température des Fruits et Développement des ravageurs

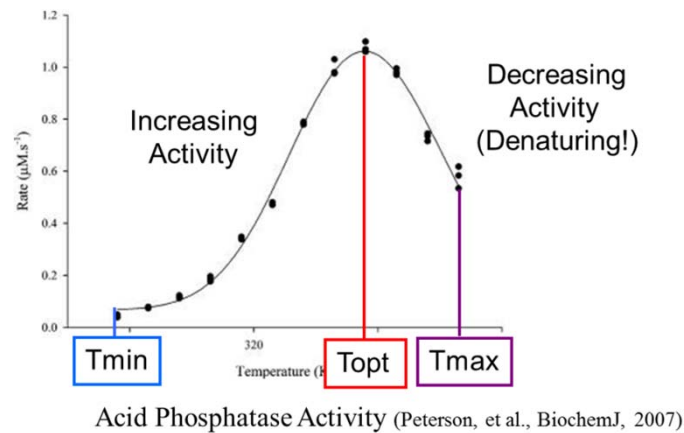


M. Saudreau

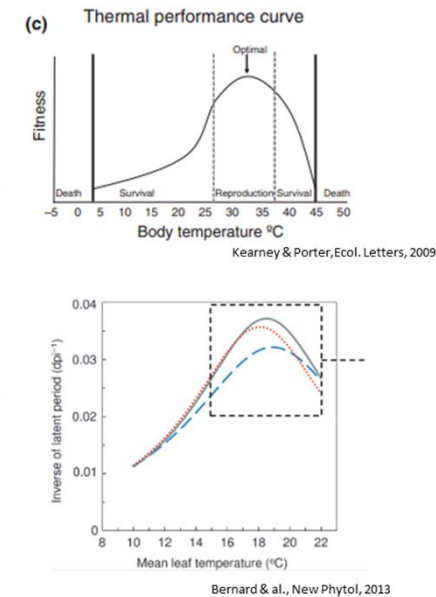
*UMR547 PIAF, INRA, UNIV BLAISE PASCAL, 234 Avenue du Brézet,
F-63100 CLERMONT FERRAND, France*

Sur l'importance de la température pour les ravageurs ...

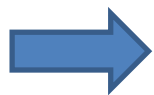
- Température détermine en grande partie leurs « fitness » (taux développement, reproduction, locomotion, etc ...) (Sharpe et DeMichele, J.Theo. Biol, 1977; Eisenthal et al, Trends Biotech., 2004, etc ...)



Insectes
Pathogènes



- Des organismes ectothermes i.e. température corporelle est celle de leur environnement proche ~ microhabitat thermique

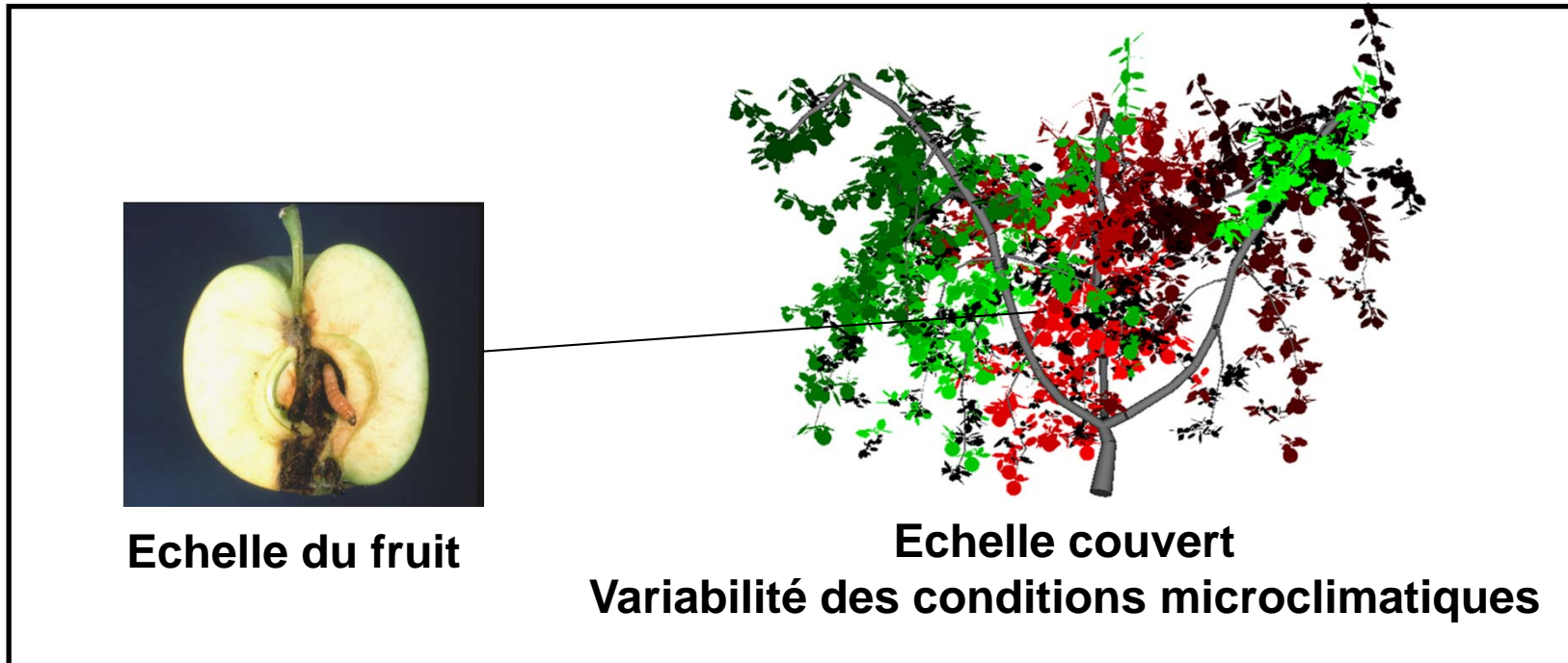


Tributaires de leurs environnements
Vulnérabilité aux CC (effet seuil - épisodes extrêmes !)

... et le lien avec la température des fruits ?

- Ravageurs endophytes - T° microhabitat = T° fruit !

Conditions externes (~ le climat)

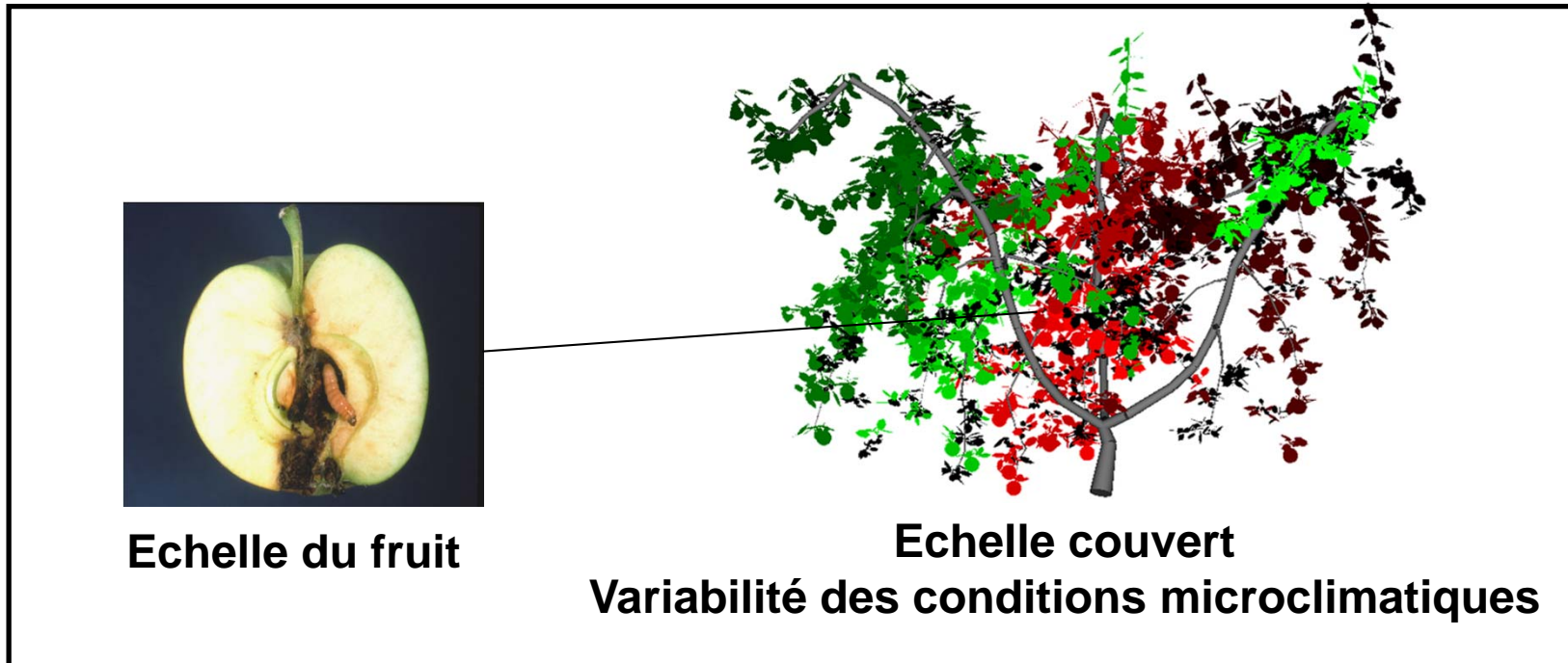


Cascade d'échelles : du climat au ravageur via couvert et le fruit !

... et le lien avec la température des fruits ?

➤ Ravageurs endophytes - T° microhabitat = T° fruit !

Conditions externes (~ le climat)



- Le microhabitat thermique (T° fruit) et le climat thermique (T° air !) sont-ils différents ?
- Quels sont les liens entre T° fruit et T° air ?
- Peut-on modéliser microhabitat thermique i.e. peut-on prédire son évolution en lien avec les changements prédits du climat ?

Le microhabitat thermique (T° fruit) vs le climat thermique (T° air) ?

➤ Un constat biblio ...

... Nombreux de travaux sur la température foliaire en lien avec les échanges gazeux (*Penman-Monteith, 1950, etc ...*): Mesures, Modélisations, Ecologie Thermique

... Beaucoup moins de travaux sur la température des fruits alors qu'elle impacte de nombreux processus mais en forte progression :

- A grande échelle de temps (mois) : croissance du fruit, maturation (Warrington et al, 1999; Lobit et al, 2006, etc ...)
- A des échelles de temps plus courtes (semaine/jour): croissance, murissement fin saison (coloration, conversion amidon, ethylene synthesis, etc...) (Silverman et al., 2004; etc ...)
- A des temps courts (heure/minute): lésions corticales/Brûlures (Schrader et al., 2009, etc ...)

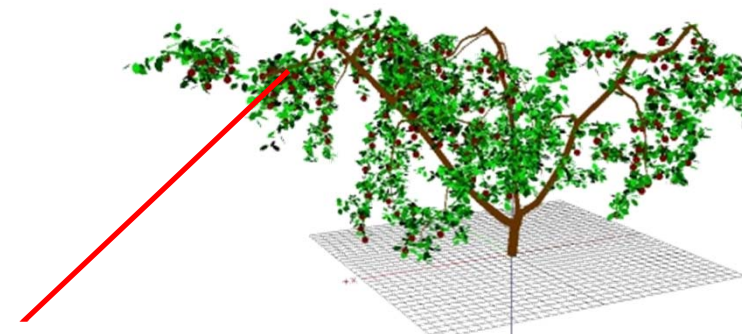
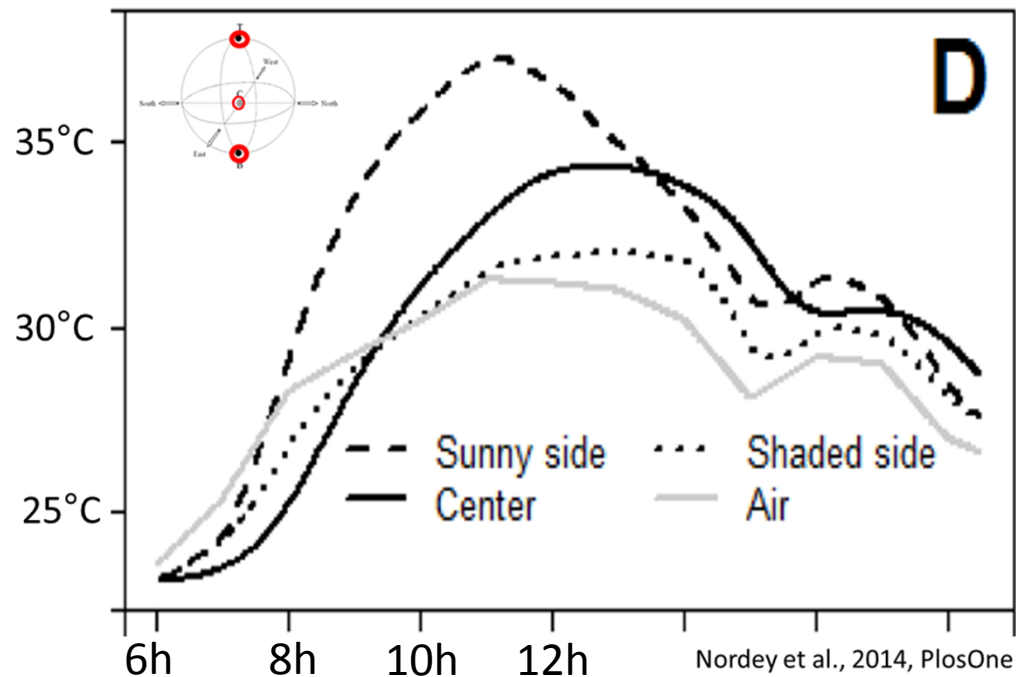
... Encore moins sur T° fruit et développement des ravageurs

Le microhabitat thermique (T° fruit) vs le climat thermique (T° air) ?

➤ Des mesures \Rightarrow informations à différentes échelles spatiales et temporelles

1. Echelle du fruit et horaire

Ex: Mangue



1. Gradient thermique important : 5°C à 10°C intra fruit
2. $T^{\circ}\text{fruit} = T^{\circ}\text{air} + [-4^{\circ}\text{C}, 4^{\circ}\text{C}]$
3. Variabilité temporelle importante

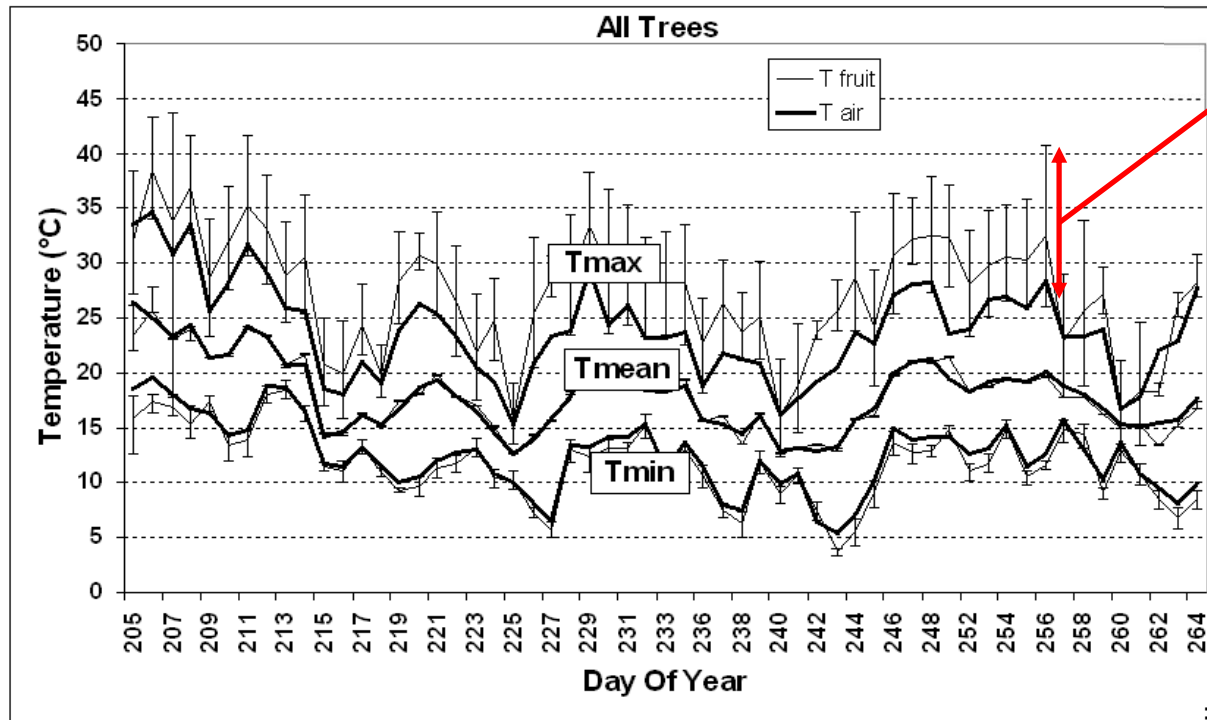
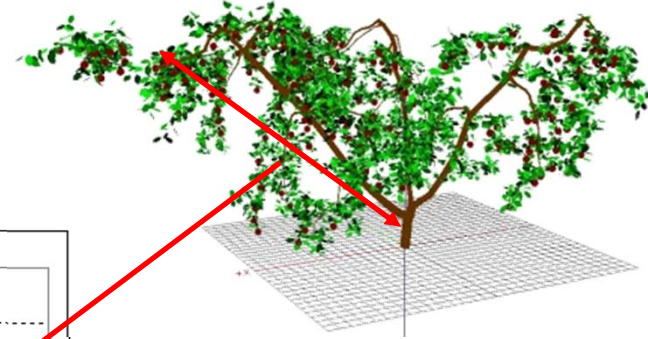
\Rightarrow définition température du fruit ?

Le microhabitat thermique (T° fruit) vs le climat thermique (T° air) ?

➤ Des mesures \Rightarrow informations à différentes échelles spatiales et temporelles

2. Echelle du couvert et journalière

Ex: Pomme



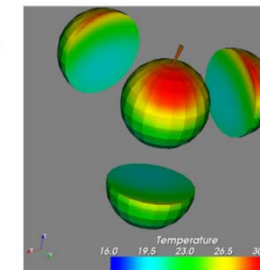
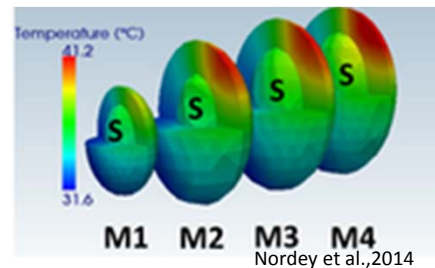
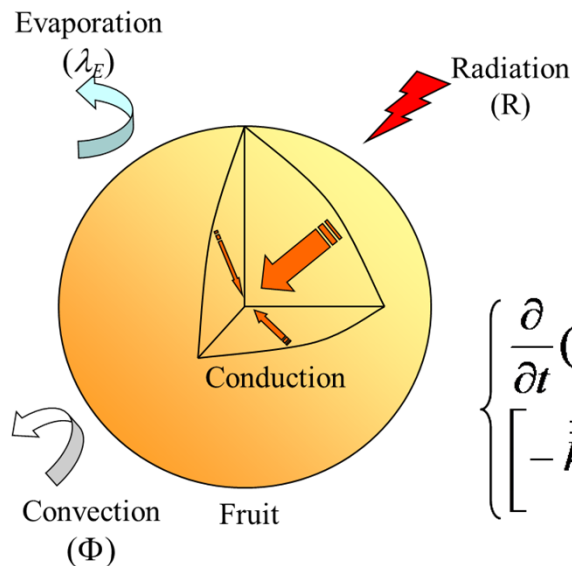
1. Moyenne journalière et spatiale T° fruit $\sim T^{\circ}$ air
2. T° extrêmes:
 - T° fruit $> T^{\circ}$ air
 - Variabilité intra-couronne importante $T_{max} \in [0,15^{\circ}\text{C}]$

\Rightarrow définition température du fruit ?

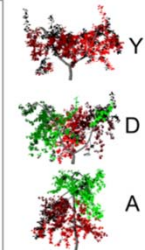
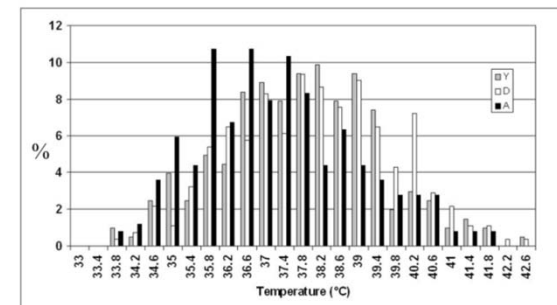
Saudreau et al.,2009

Le microhabitat thermique (T° fruit) vs le climat thermique (T° air) ?

- Des mesures \Rightarrow informations à différentes échelles spatiales et temporelles
- Ces dynamiques thermiques s'expliquent via des concepts physiques (assez simple !) des interactions entre le fruit et son environnement \Rightarrow Prédications via modèles !



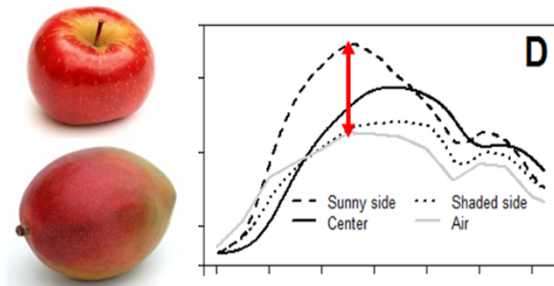
$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial t}(\rho C_p T) = \vec{\nabla} \cdot (\vec{k} \vec{\nabla} T) \\ \left[-\vec{k} \frac{\partial T}{\partial \vec{n}} \right]_{r=R} = \Phi(\vec{x}, t, T) + \lambda_E(\vec{x}, t, T) + R(\vec{x}, t, T) \end{cases}$$



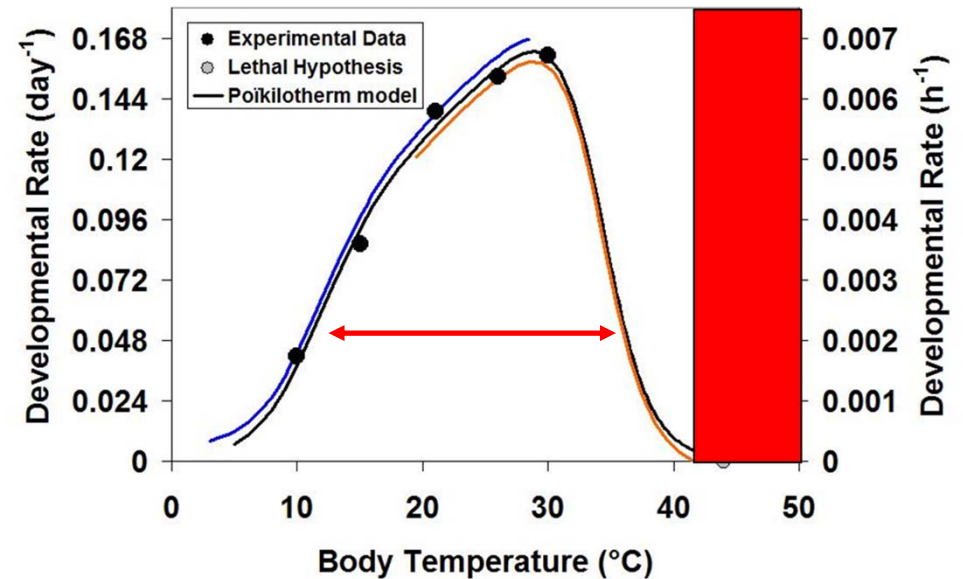
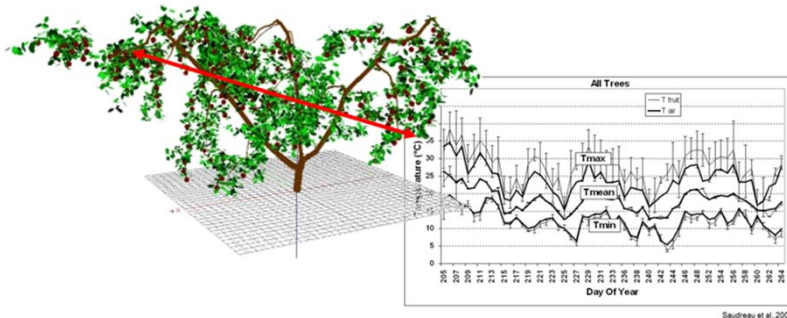
Incidence sur les ravageurs ?

- Mettre en relation variabilité spatiale et temporelle T° microhabitat et la sensibilité du ravageur

1. Echelle du fruit et horaire



2. Echelle du couvert et journalière

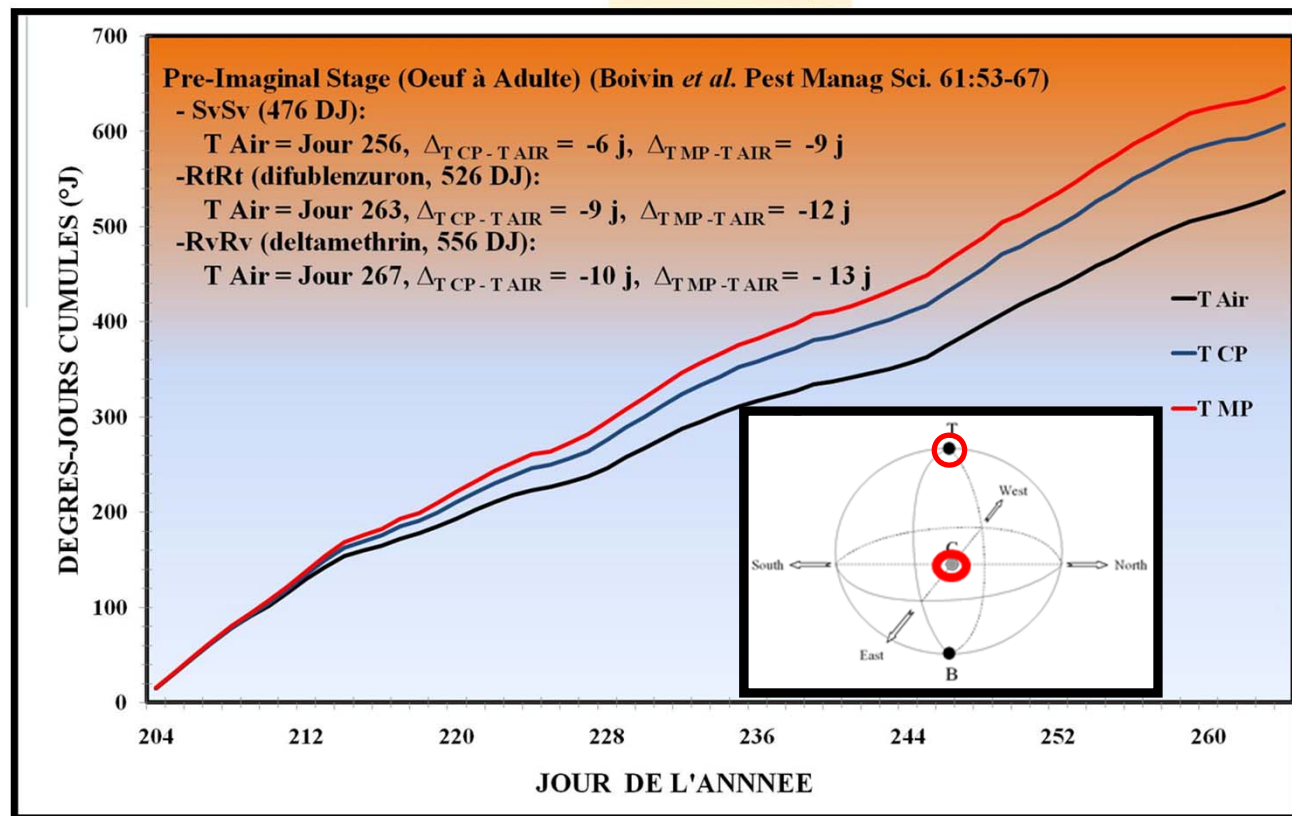
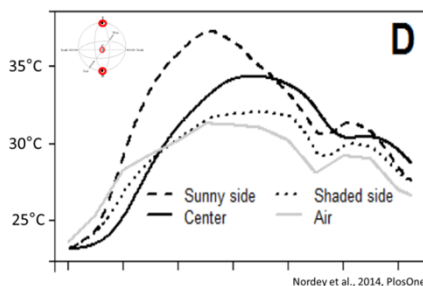
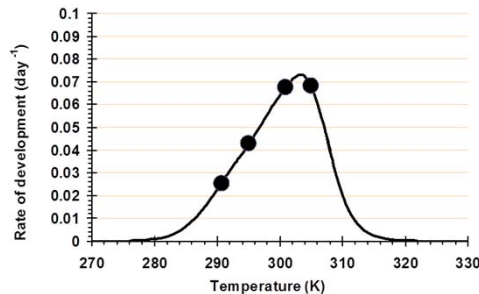


Saudreau et al. 2013

Incidence sur les ravageurs ?

- Mettre en relation variabilité spatiale et temporelle T° microhabitat et la sensibilité du ravageur

Ex: Le carpocapse (Cydia pomonella) de la pomme

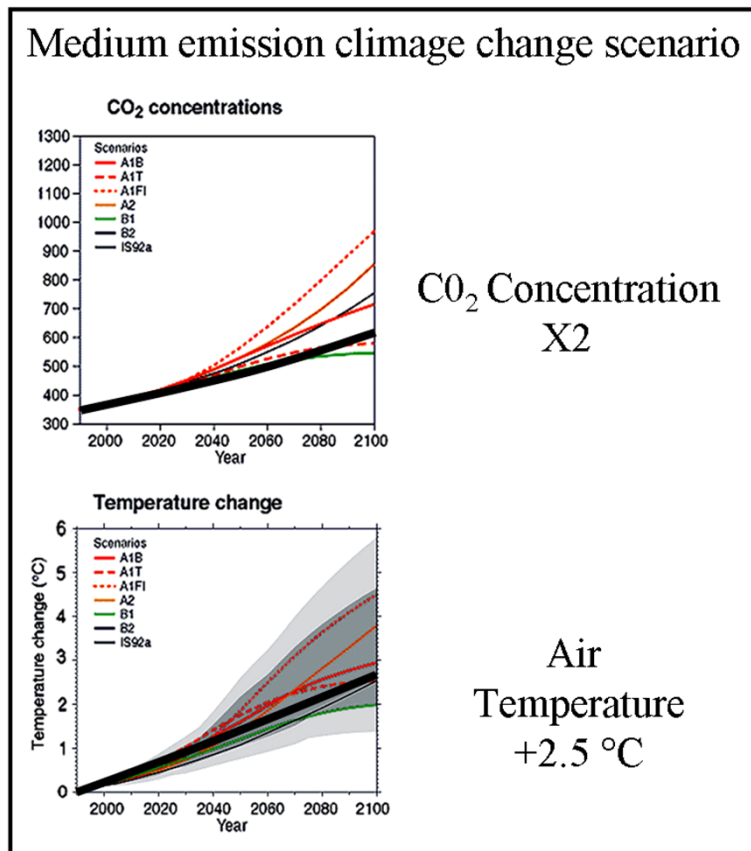


Scomparin, Biron, Saudreau, 2010

Incidence sur les ravageurs ?

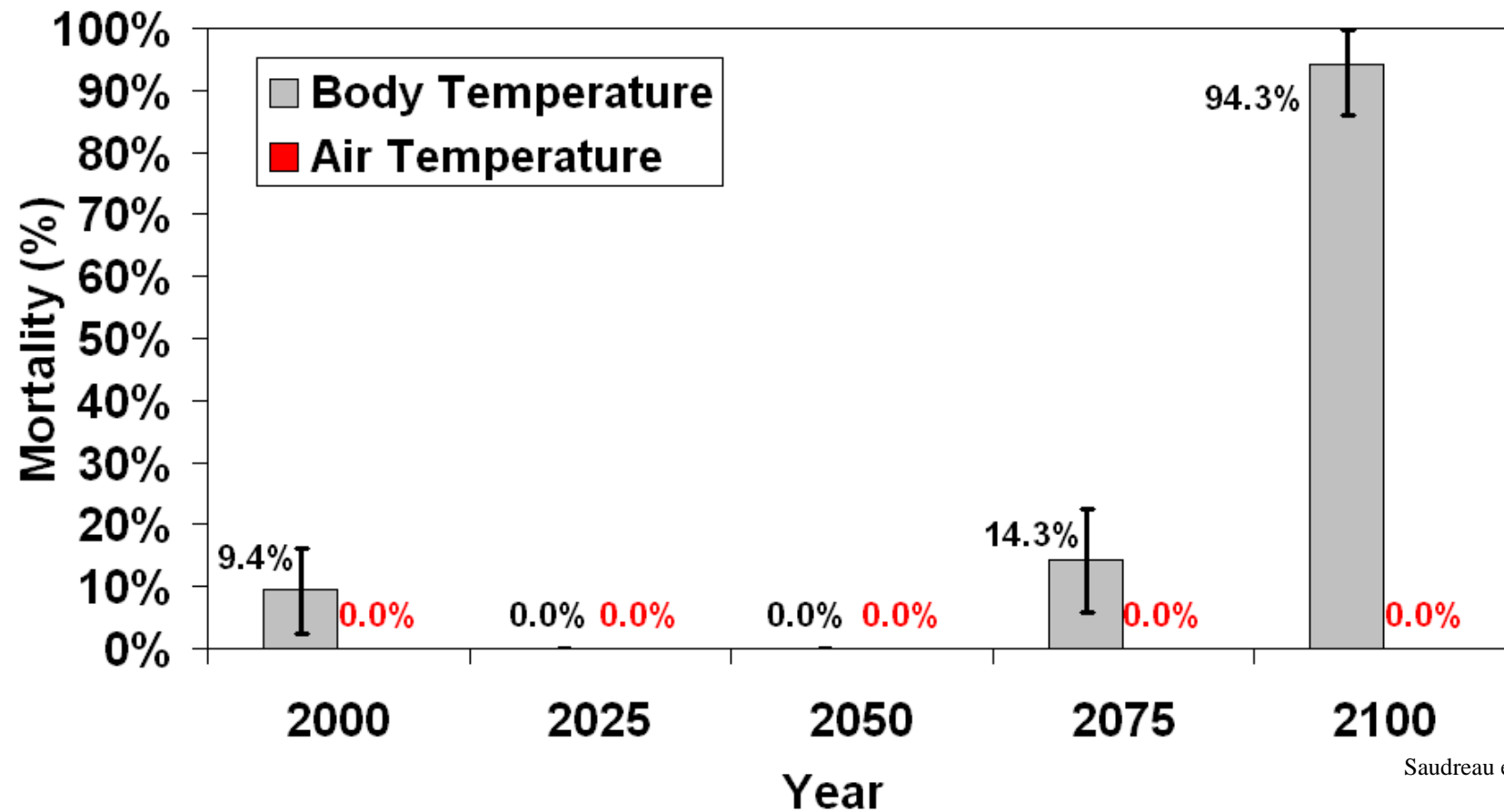
- Mettre en relation variabilité spatiale et temporelle T° microhabitat et la sensibilité du ravageur

Ex: Mineuse marbrée du pommier



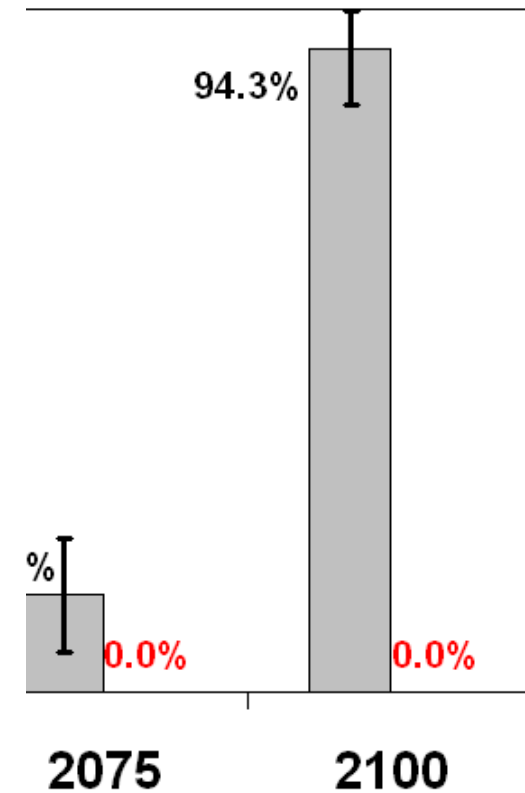
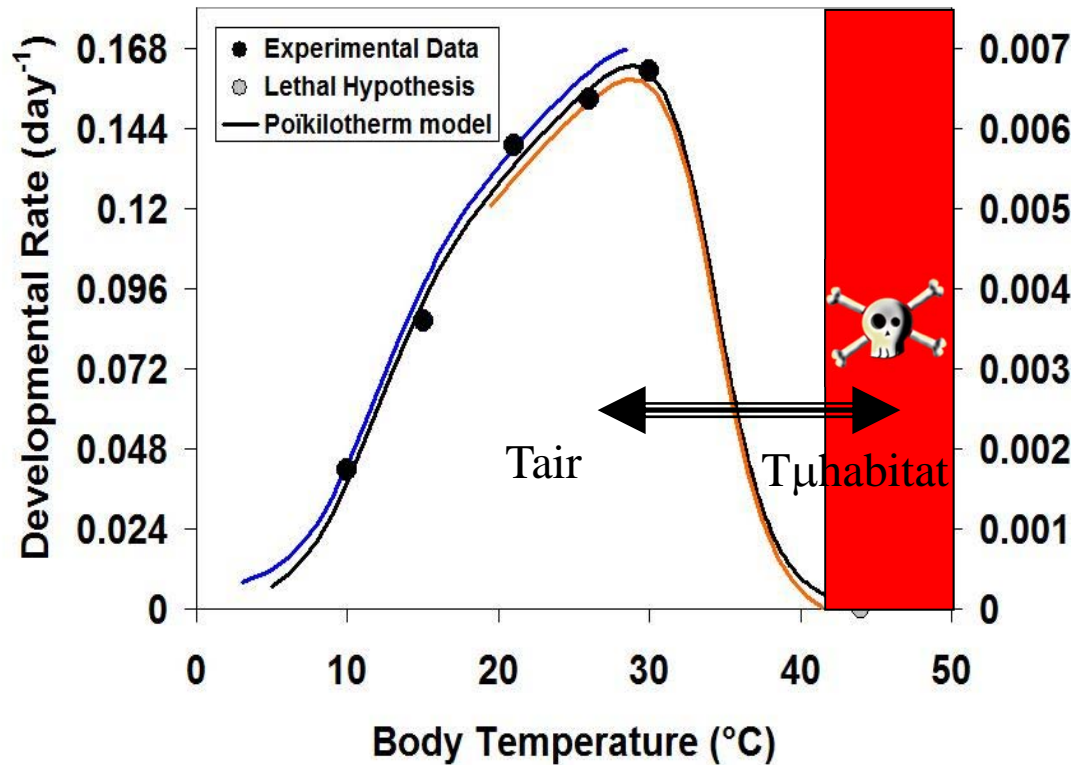
Incidence sur les ravageurs ?

- Mettre en relation variabilité spatiale et temporelle T° microhabitat et la sensibilité du ravageur



Incidence sur les ravageurs ?

- Mettre en relation variabilité spatiale et temporelle T° microhabitat et la sensibilité du ravageur



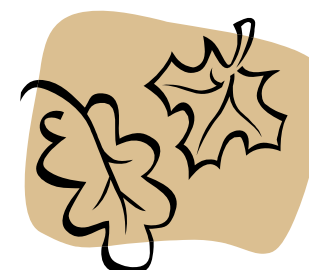
Saudreau et al. 2013

Conclusions T° Fruit Vs Ravageurs

- Variabilité spatiale et temporelle importante de la T° fruit i.e. microhabitat thermique. Liée variabilité du microclimat et conduction thermique (volume). Assez bien comprise et modélisée ⇒ prédiction est possible.
- Sensibilité non linéaire des ravageurs à T° induit une variabilité des réponses avec des conséquences importantes en terme de :
 - « Fitness » - Vitesse de développement, reproduction, etc
 - ...
 - Taux de mortalité

Conclusions sur CC

- Les conséquences du CC sont évidentes sur les interactions physiques (Tair, rayonnement, vent)
- Points durs:
 1. Chgt d'échelle du climat vers le fruit. Variabilité induite par structuration spatiale: parcelle, plantes, des organes (ex: baies) – microclimat. $T = \text{fct}(\text{Rayo}, \text{Vent}, \text{Transpi}, \text{Metabolisme})$
 2. Liens biologie fruit/température
 3. Relations fruit/branche
 4. Réponses des ravageurs:
 - Adaptation (décalage courbe réponse vers T° plus élevées ?)
 - Sélection population plus résistante/résiliente au stress thermique
 - Arrivée nouveau ravageur.



Merci de votre attention



M. Saudreau

*UMR547 PIAF, INRA, UNIV BLAISE PASCAL, 234 Avenue du Brézet,
F-63100 CLERMONT FERRAND, France*