

Modélisation des effets des stress environnementaux sur la production des oranges Maltaise en Tunisie

N.Temani zayani and N. Ben Mechlia

Présenté par Nawel Temani Zayani

Doctorante, INAT

18 juillet 2016





Plan de la présentation

1- Introduction et problématique

2- Matériels et méthodes

3- Résultats et discussion

4- Conclusion et perspectives

1- Introduction et problématique

Changement climatique

Principaux stress de l'agriculture méditerranéenne

- Hydrique
- Thermique
- Salin

Pour la méditerranée: tendance à la hausse

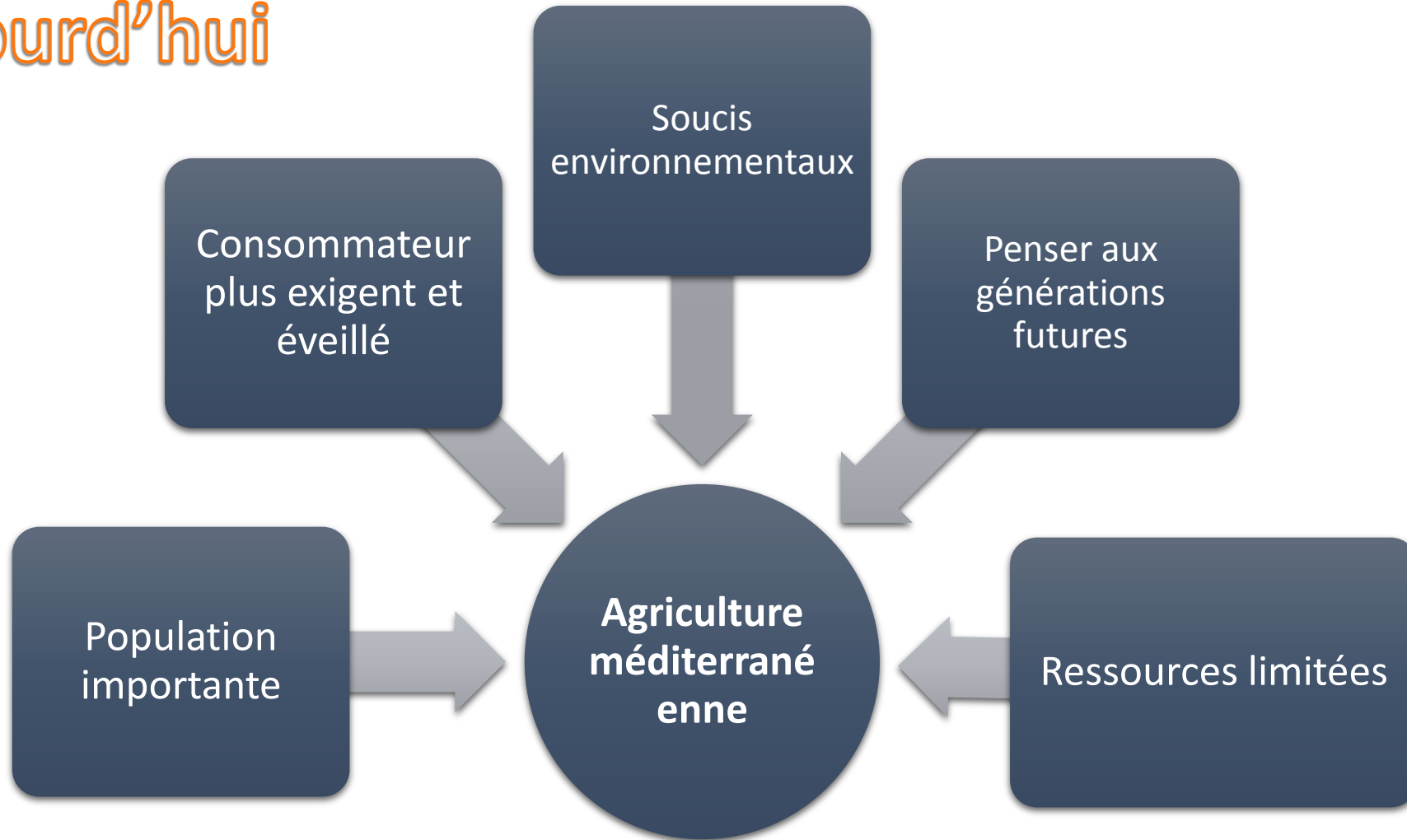
(Iglesias et al., 2011)

Lourde tâche pour les scientifiques



1- Introduction et problématique

Aujourd'hui

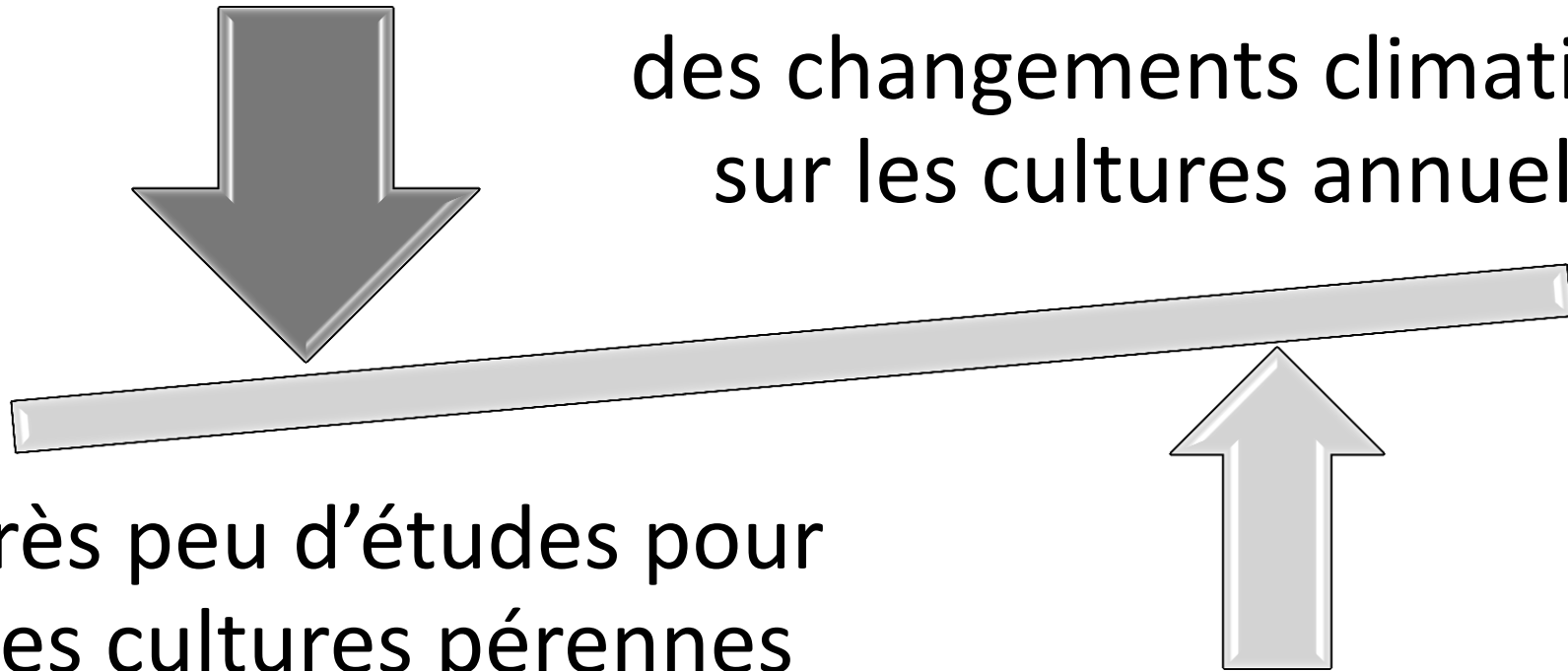


Demain??

1- Introduction et problématique



Plusieurs travaux sur les effets
des changements climatiques
sur les cultures annuelles



Très peu d'études pour
les cultures pérennes
(agrumes)

(Winkler et al., 2013)

1- Introduction et problématique



Cultures annuelles

- Cycle court
- L'effet du climat se limite à la période de croissance
- Modélisation développée



Cultures pérennes

- Cycle long
- Effet du climat tout au long de la vie de l'arbre
- Très peu de modèles appropriés

Expérimentation
plus difficile et
onéreuse

Modélisation
limitée

1- Introduction et problématique

Quel est l'impact du changement climatique sur la production des maltaises en Tunisie?



Comment étudier les effets du climat sur la production des maltaises en Tunisie?



Variété autochtone adaptée aux conditions actuelles



2- Matériels et méthodes



2- Matériels et méthodes

Outils d'évaluation existants (agrumes)

1. Modèles mécanistes et semi mécanistes complexes (CROPGRO de DSSAT(Jones et al.,2003); CropSyst (Stöckle et al., 2003))
2. Modèles simples (CROPWAT)
3. Modélisation conceptuelle
4. Expérimentations

2- Matériels et méthodes

Utilisation des Modèles mécanistes:

- Calibration pour un grand nombre de paramètres dont on ne dispose pas.
- Calibration de paramètres qui peuvent ne pas être mesurables (Duursma and Makela, 2007).
- Ils ne sont pas développés pour notre question de recherche (Tittone et al. 2009).
- Hypothèses sous-jacentes posent parfois problème: tels que considérer le fruit d'agrumes comme une « **grosse** » graine.



2- Matériels et méthodes

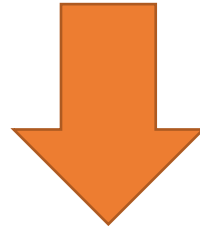
Outils d'évaluation utilisés dans ce travail

1. Modèles mécanistes (CropSyst)
 2. Modèle simple (CropWat) →
 3. Expérimentations →
 4. Modélisation conceptuelle →
- Stress hydrique/salin
Stress thermique/salin
Intégration des 3 stress

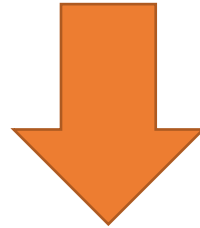
2- Matériels et méthodes

Stress thermique (expérimentation)

Données expérimentales de 1960-1980 + Production nationale de 1981-2013 (Tmax, Tmin , RDT)



Indicateurs de stress thermique (CDD, HDD)



Courbes enveloppes (Ben-Asher et al., 2006)



2- Matériels et méthodes

Estimation de la baisse du rendement due au stress thermique

Stress thermique selon 3 indicateurs (Temani and Ben Mechlia, in press)

- $CDD_{hiver} = \sum_{01/12}^{29/02} (10 - T_{min})$ Si $T_{min} < 10^{\circ}C$
0 sinon
- $CDD_{printemps} = \sum_{01/03}^{30/04} (10 - T_{min})$ Si $T_{min} < 10^{\circ}C$
0 sinon
- $HDD_{été} = \sum_{01/06}^{31/08} (T_{max} - 30)$ Si $T_{max} > 30$
0 sinon



2- Matériels et méthodes

Stress hydrique (CropWat)

- Un modèle simple du bilan hydrique
- Input: météo, sol
- Output: estimation de la baisse du rendement due au stress hydrique
- Paramètres cultureaux: K_c (coefficient cultural), profondeur racinaire, p (facteur d'épuisement d'eau), K_y (fraction de réponse au rendement)



2- Matériels et méthodes

Stress salin (Calibration de CropWat) 1/2

- Calibration de CropWat pour la salinité sur la base de:
 - Expérimentation sur 0.5ha (Tunis) durant 12 ans
 - 3 irrigations aux mêmes doses (110%; 85% et 60% des besoins en irrigation)

3 traitements eau
douce (0,8dS/m)
(Af, Bf, Cf)

3 traitements eau
salée (4,7dS/m)
(As, Bs, Cs)

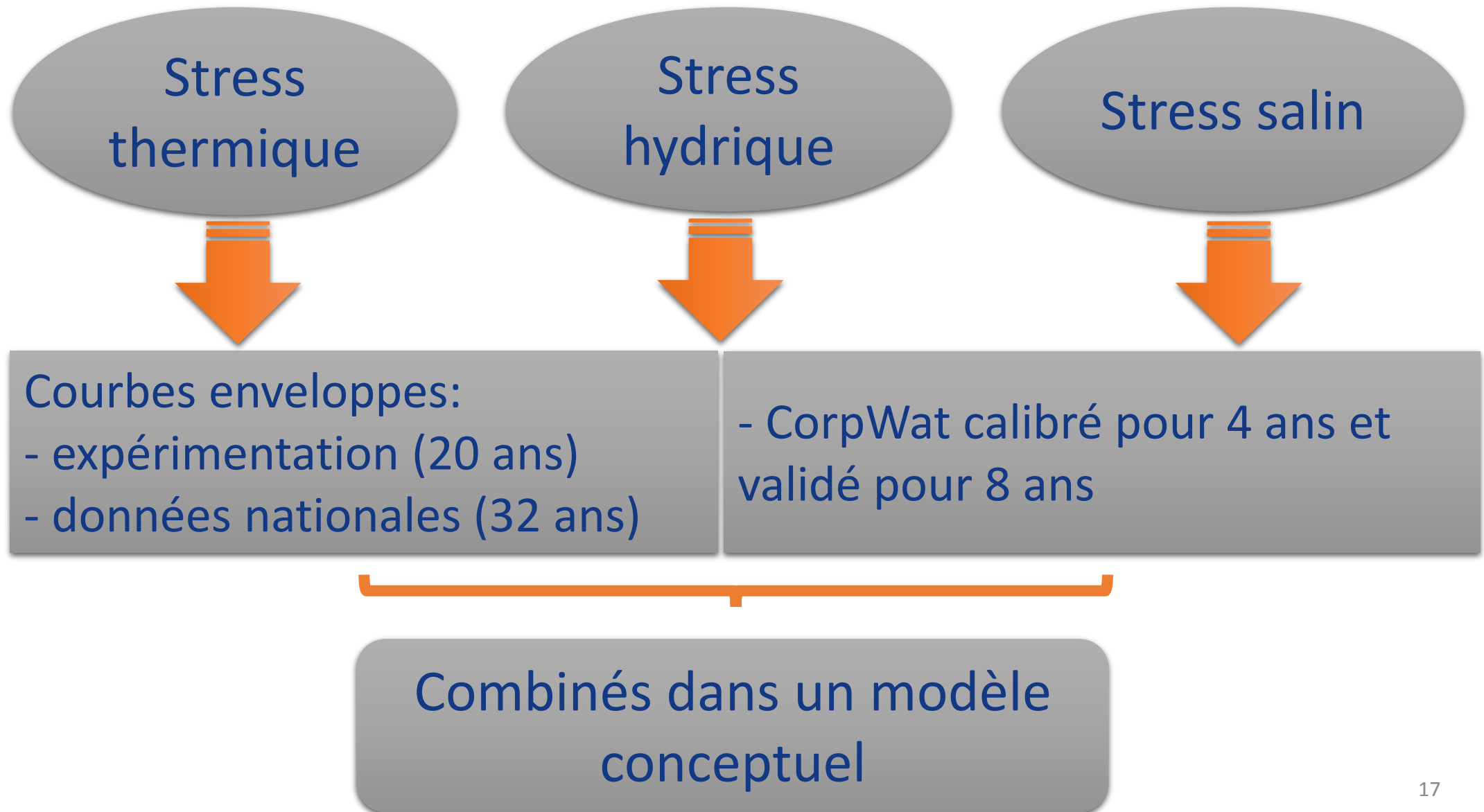


2- Matériels et méthodes

Stress salin (Calibration de CropWat) 2/2

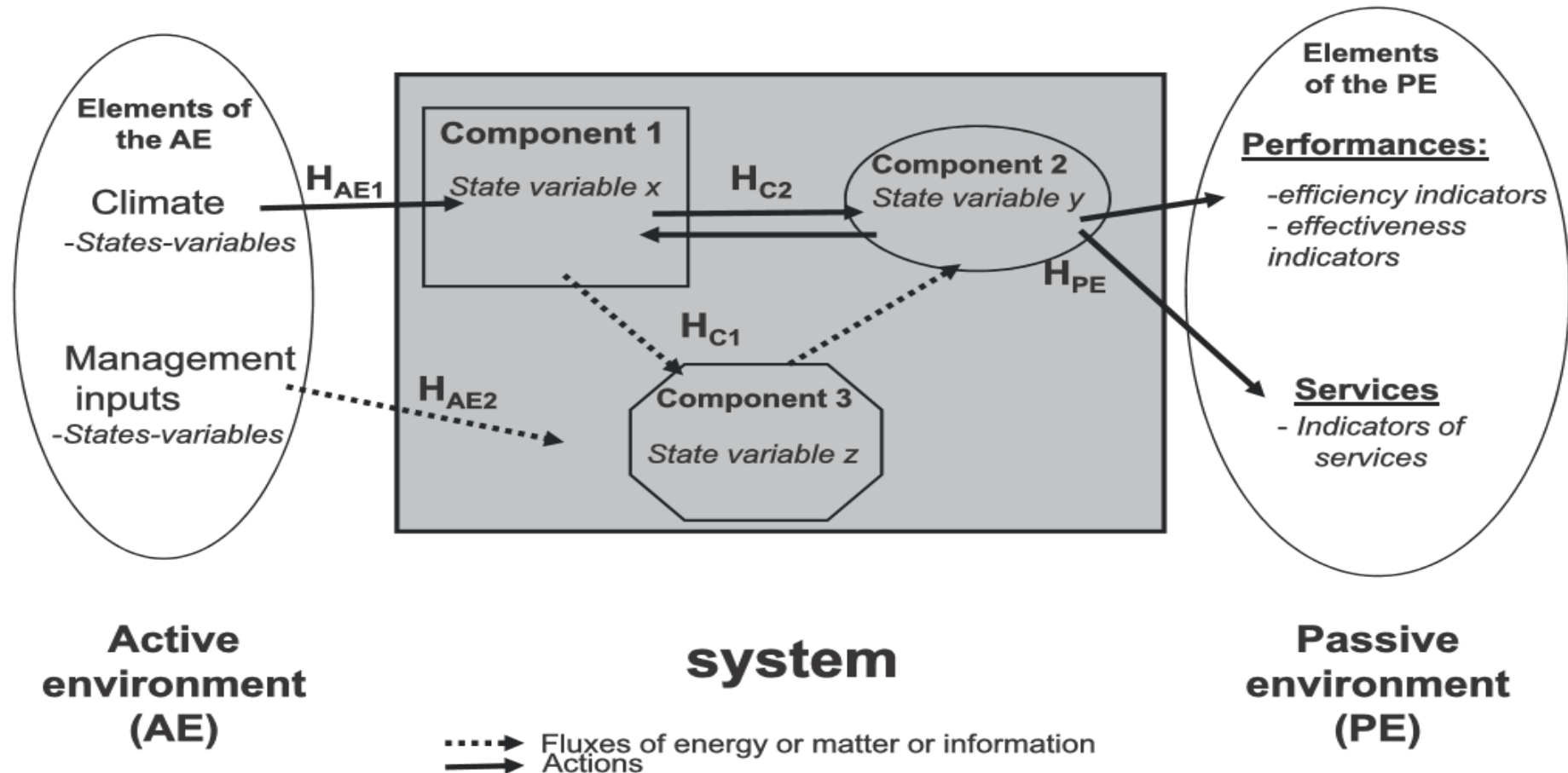
Paramètres/traitement	Eau douce	Eau salée	
	A, B et C	B/C	A
Kc (coefficient cultural)	0.78 ⁽¹⁾	0.78 ⁽¹⁾	0.78 ⁽¹⁾
P (facteur d'épuisement d'eau)	0.5 ⁽²⁾	0.5 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾
Ky (fraction de réponse au rendement)	1.0 ⁽³⁾	1.0 ⁽³⁾	1.3 ⁽⁴⁾
Profondeur racinaire(m)	1.50; ⁽⁵⁾	1.50 ⁽⁵⁾	0.75 ⁽⁶⁾

2- Matériels et méthodes



2- Matériels et méthodes

Modélisation conceptuelle (méthodologie proposée par Lamanda et al., 2012)





3- Résultats et discussion

3- Résultats et discussion

Quels sont Les effets des stress environnementaux sur la production des oranges en Tunisie?





3- Résultats et discussion

Analyse fonctionnelle du modèle conceptuel

Environnement
Actif

Contraintes

Climat

Température
(Tmax; Tmin)

Précipitation

Irrigation

Déficit
hydrique

salinité

Système

Stress abiotiques affectant les orangers

Stress
thermique

HDD
CDD

Stress
hydrique
P; Ky;
profondeur
racinaire

Stress
salin

P; Ky;
profondeur
racinaire

Environnement
Passif

Performances
agronomiques

Rendement

Rdt potentiel

Rdt final

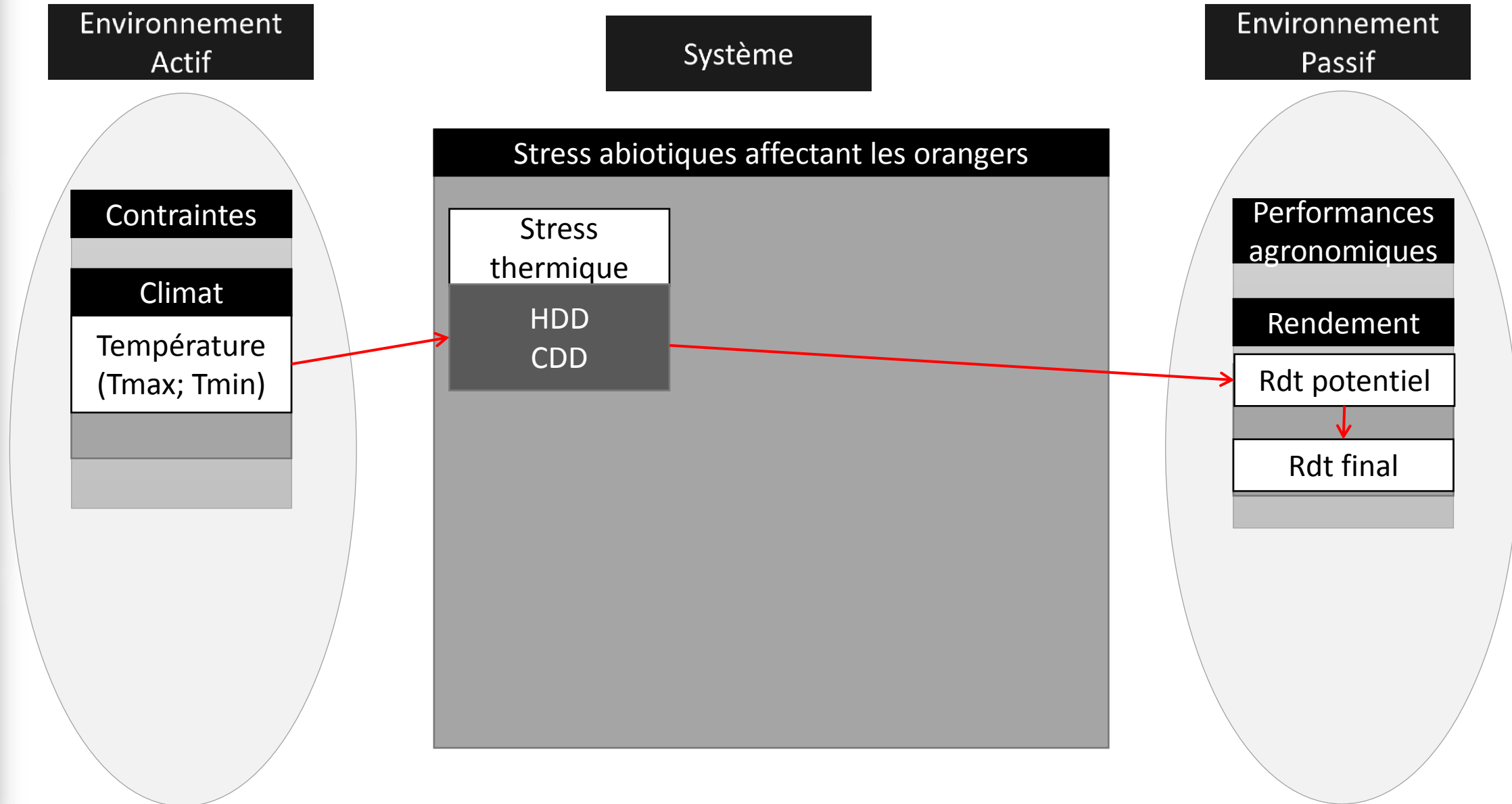
Qualité

TSS, acidité,
épaisseur de
la peau,
calibre



3- Résultats et discussion

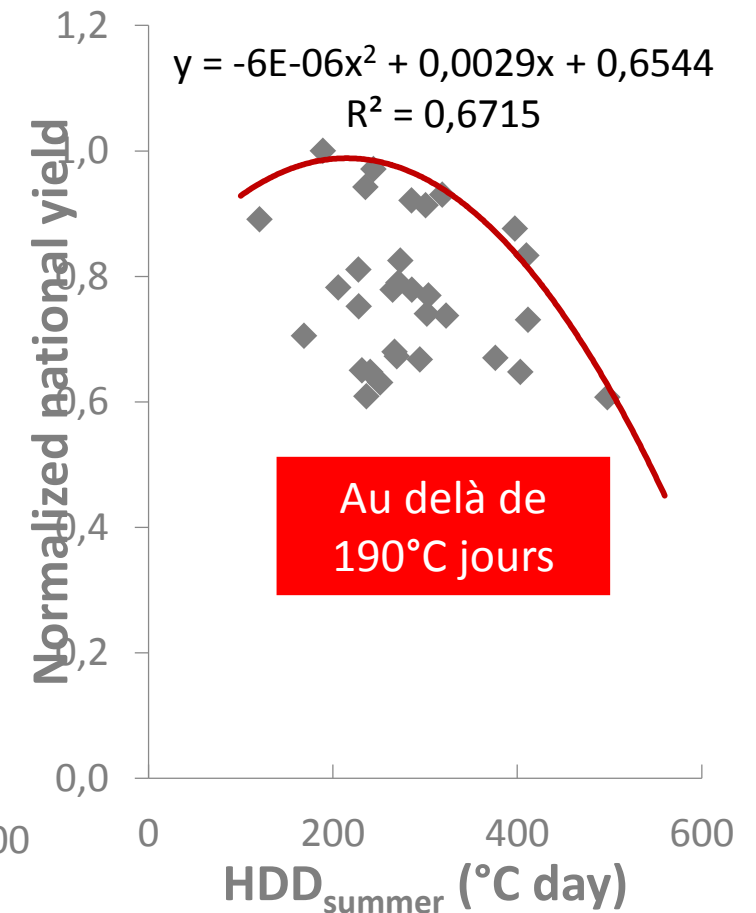
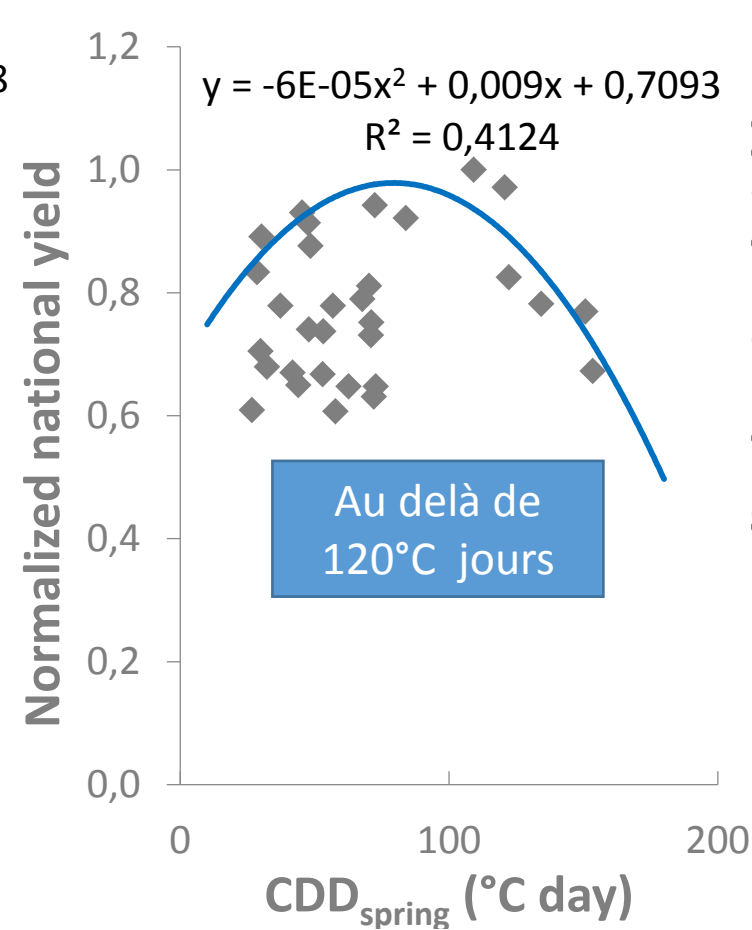
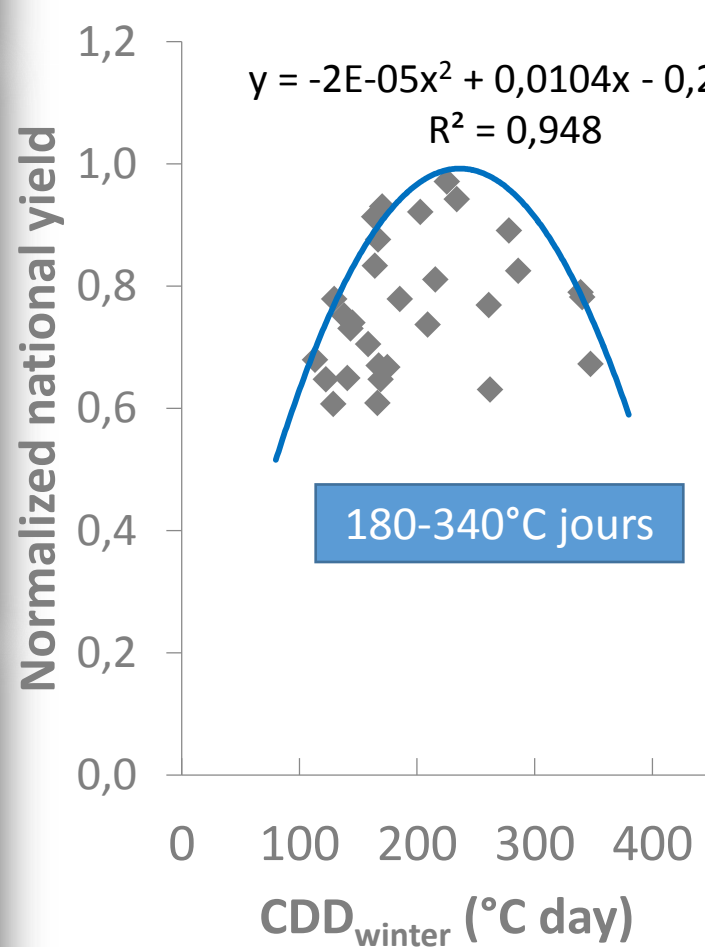
Module stress thermique



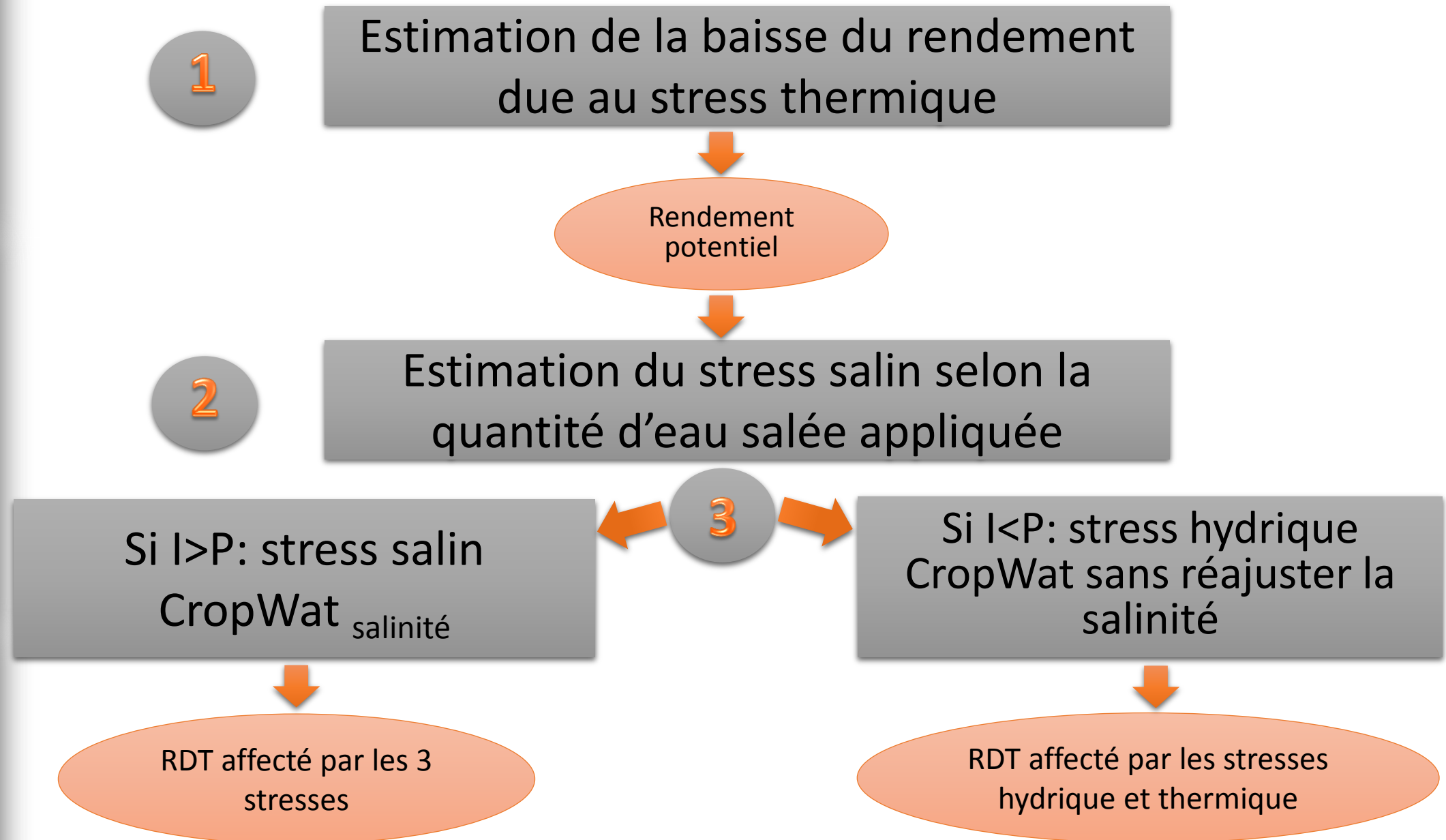
3- Résultats et discussion

1

Estimation de la baisse du rendement due au stress thermique (Temani and Ben Mechlia, in press)



3- Résultats et discussion



3- Résultats et discussion

2

Estimation de la quantité d'eau salée appliquée

Stress hydrique

- 1- Stress hydrique et salin affectent la plante de manière similaire (Katerji et al., 2003; De Oliveira et al., 2013)
- 2- Sur le plan physiologique et agronomique le stress salin génère un stress hydrique (De Oliveira et al., 2013)

yield (kg/tree)

-600

-400

0

200

400

600

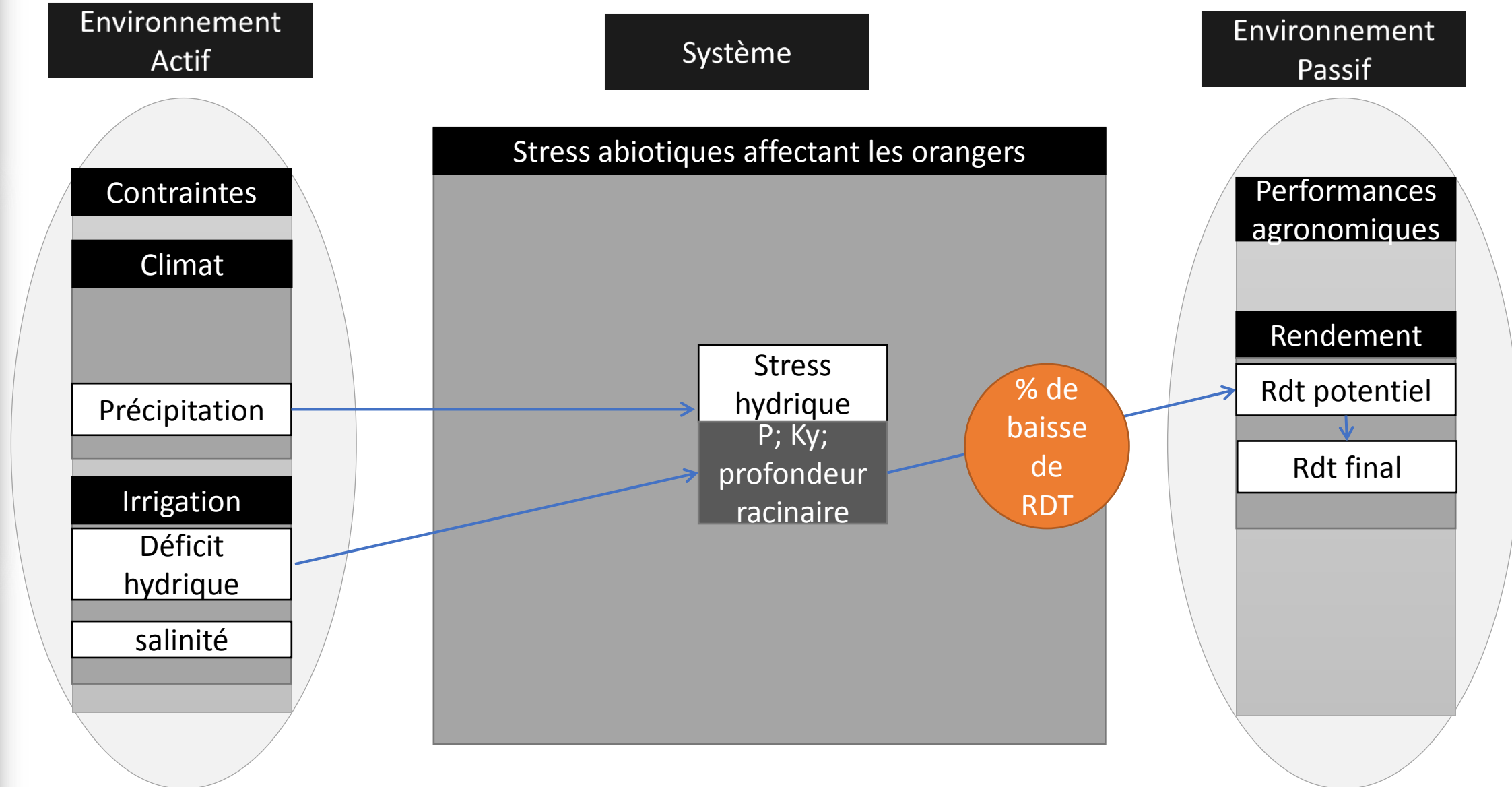
Difference between irrigation and precipitation (mm)

Choix des paramètres à considérer dans CropWat



3- Résultats et discussion

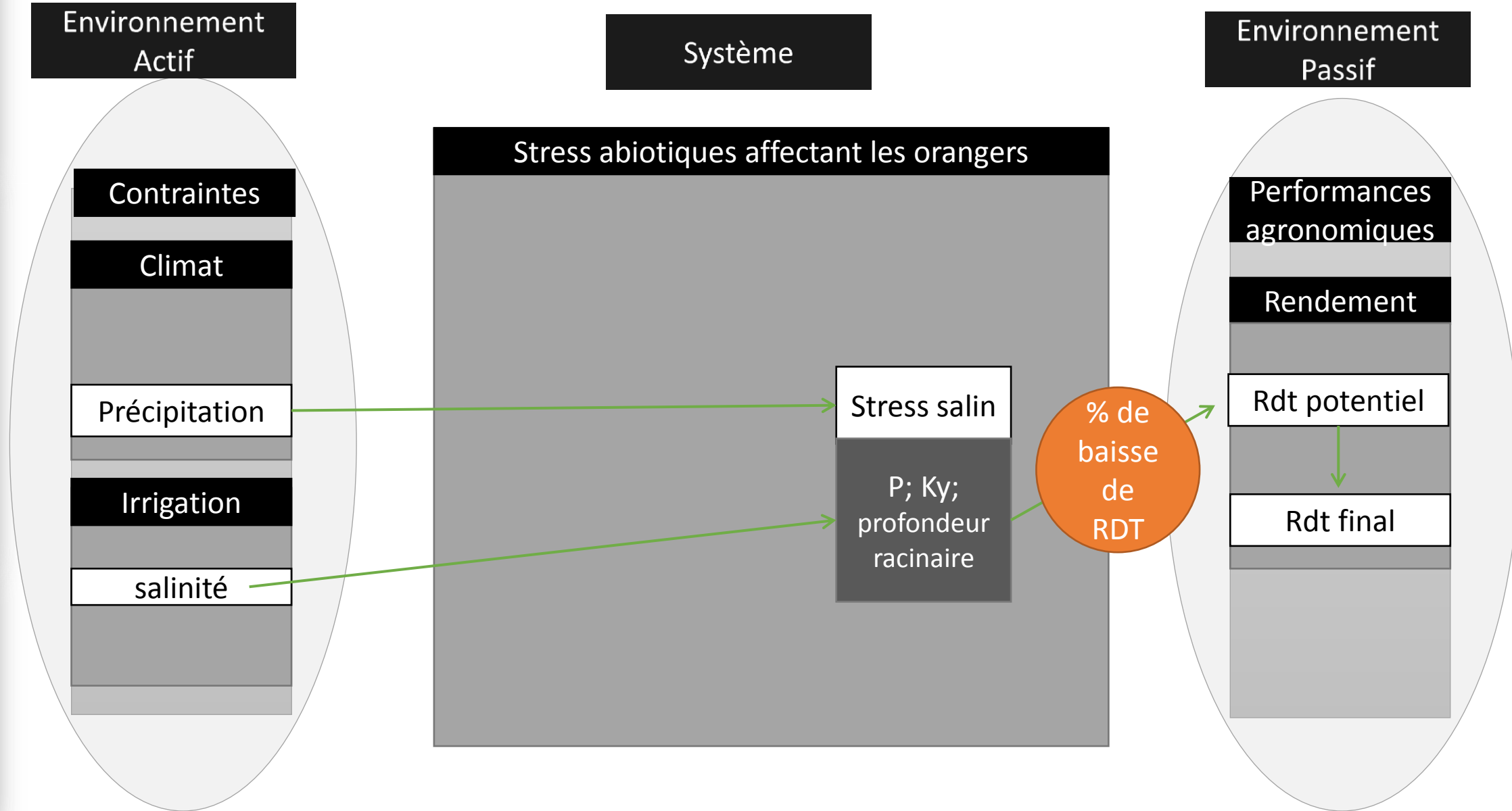
Module stress hydrique





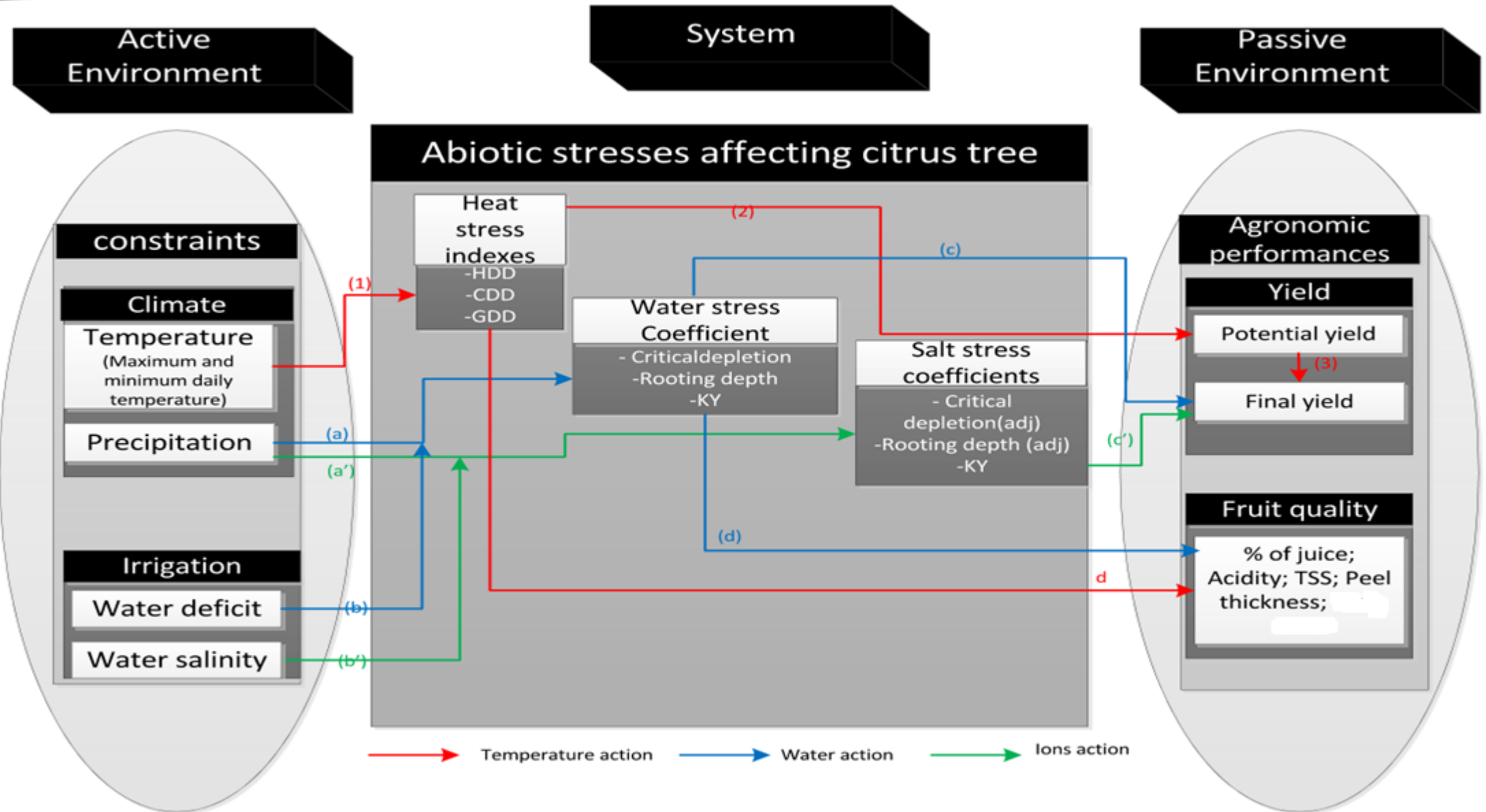
3- Résultats et discussion

Module stress salin



3- Résultats et discussion

Le modèle conceptuel des stress environnementaux des oranges





3- Résultats et discussion

Module qualité

- Selon la bibliographie le stress salin n'a pas d'effets sur les critères de qualité
- Quel critère est plus affecté par la température ou la pluviométrie

Pearson correlations

Quality criterion	Juice content (%)	Acidity	TSS (°B)	Peel thickness (mm)
Winter GDD	0,99**	-0,31 ^w	0,61*	0,24 ^w
Rainfall	0,31 ^w	-0,45 ^m	-0,26 ^w	0,98**

** : very strong relationship; * : strong relationship; m : moderate correlation; w : weak correlation



4- Conclusion et perspectives



4- Conclusion et perspectives

- Un outil agronomique simplifié de la réponse des agrumes au stress thermique, stress hydrique et stress salin.
- Il combine la modélisation conceptuelle, la modélisation empirique et la modélisation numérique simple. Chaque méthode répond à une question spécifique.
- Il reste beaucoup à faire pour étudier les impacts des changements climatiques, interaction avec le CO_2 et la résilience des systèmes de cultures pérennes afin de proposer des mesures d'adaptation.

Références

- Ben-Asher, J., Nobel, P. S., Yossov, E. and Mizrahi, Y., 2006. Net CO₂ uptake rates for *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus* under field conditions: Drought influence and a novel method for analyzing temperature dependence. *Photosynthetica*, 44(2), 181-186.
- De Oliveira, A. B., Gomes-Filho, E. and Alencar, N. L. M., 2013. Comparison between the water and salt stress effects on plant growth and development. INTECH Open Access Publisher.
- Duursma, R.A., Mäkelä, A., 2007. Summary models for light interception and light-use efficiency for non-homogenous canopies. *Tree Physiology* 27, 859-870.
- Jones, J. W., Hoogenboom, G., Porter, C. H., Boote, K. J., Batchelor, W. D., Hunt, L. A., Ritchie, J. T., 2003. The DSSAT cropping system model. *European journal of agronomy*, 18(3), 235-265.
- Katerji, N., Van Hoorn, J. W., Hamdy, A., and Mastrorilli, M., 2004. Comparison of corn yield response to plant water stress caused by salinity and by drought. *Agricultural Water Management*, 65(2), 95-101.
- Lamanda, N., Roux, S., Delmotte, S., Merot, A., Rapidel, B., Adam, M. and Wery, J., 2012. A protocol for the conceptualisation of an agro-ecosystem to guide data acquisition and analysis and expert knowledge integration. *European journal of agronomy*, 38, 104-116.
- Stöckle, C. O., Donatelli, M., & Nelson, R. (2003). CropSyst, a cropping systems simulation model. *European journal of agronomy*, 18(3), 289-307.
- Tittonell, P., Corbeels, M., Van Wijk, M. T. and Giller, K. E., 2010 . FIELD—A summary simulation model of the soil–crop system to analyse long-term resource interactions and use efficiencies at farm scale. *European journal of agronomy*, 32(1), 10-21.
- Winkler J.A., Cinderich A.B., Ddumba S.D., Doubler D., Nikolic J., Perdinan; Pollyea A.M., Young D.R. and Zavalloni C., 2013. [Understanding the Impacts of Climate on Perennial Crops](#) in Climate Vulnerability: understanding and addressing threats to essential resources, 2:37-49.

1st Mediterranean Forum for PhD Students and Young Researchers
Designing Sustainable Agricultural and Food Production Systems under
Global Changes in the Mediterranean



Merci de votre attention

18 juillet 2016