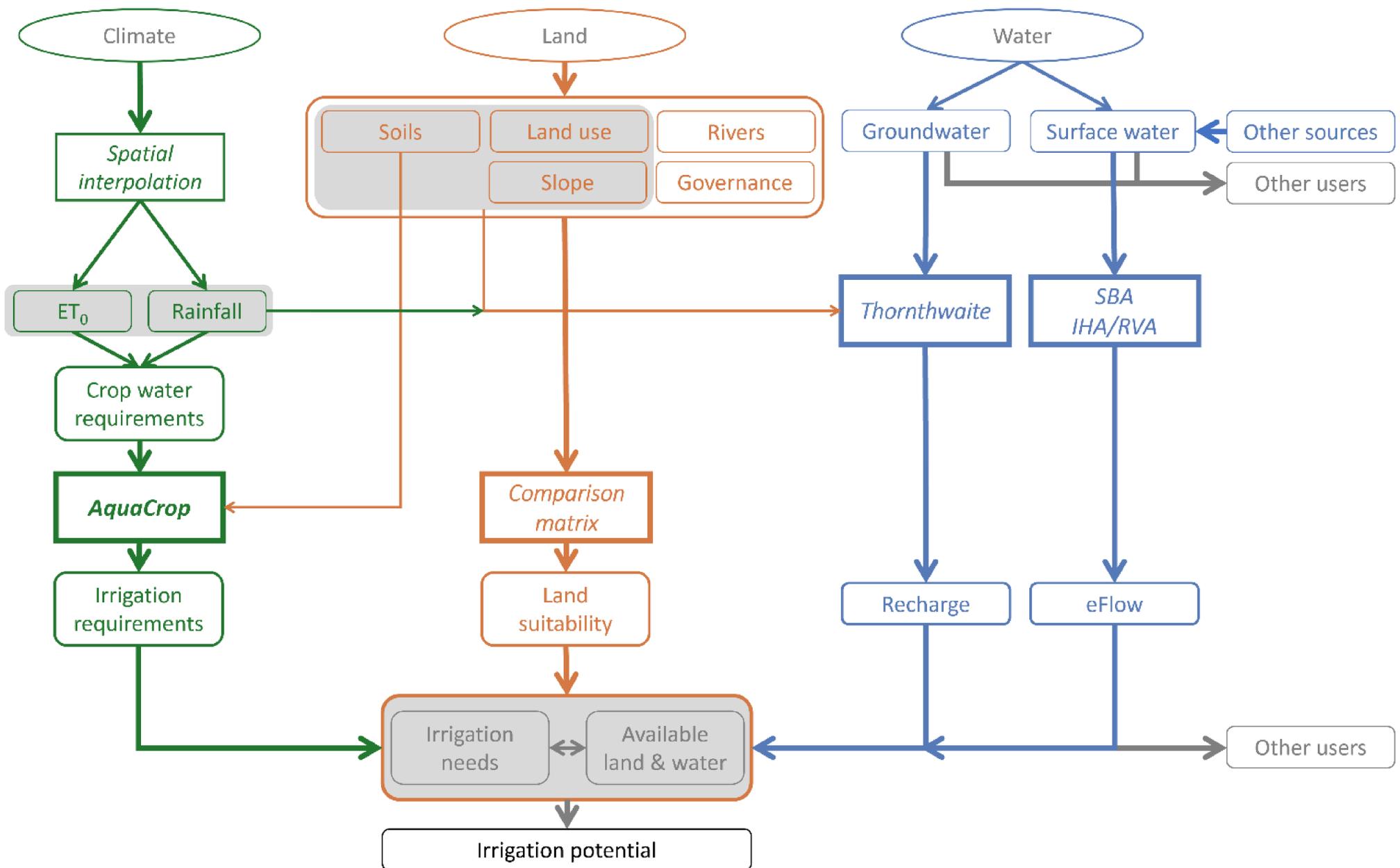
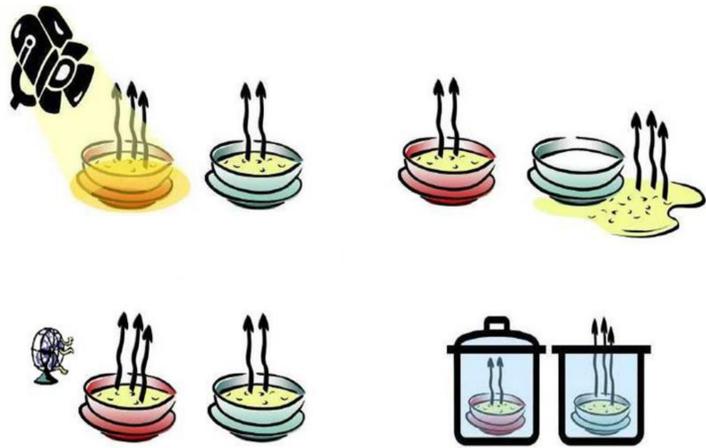
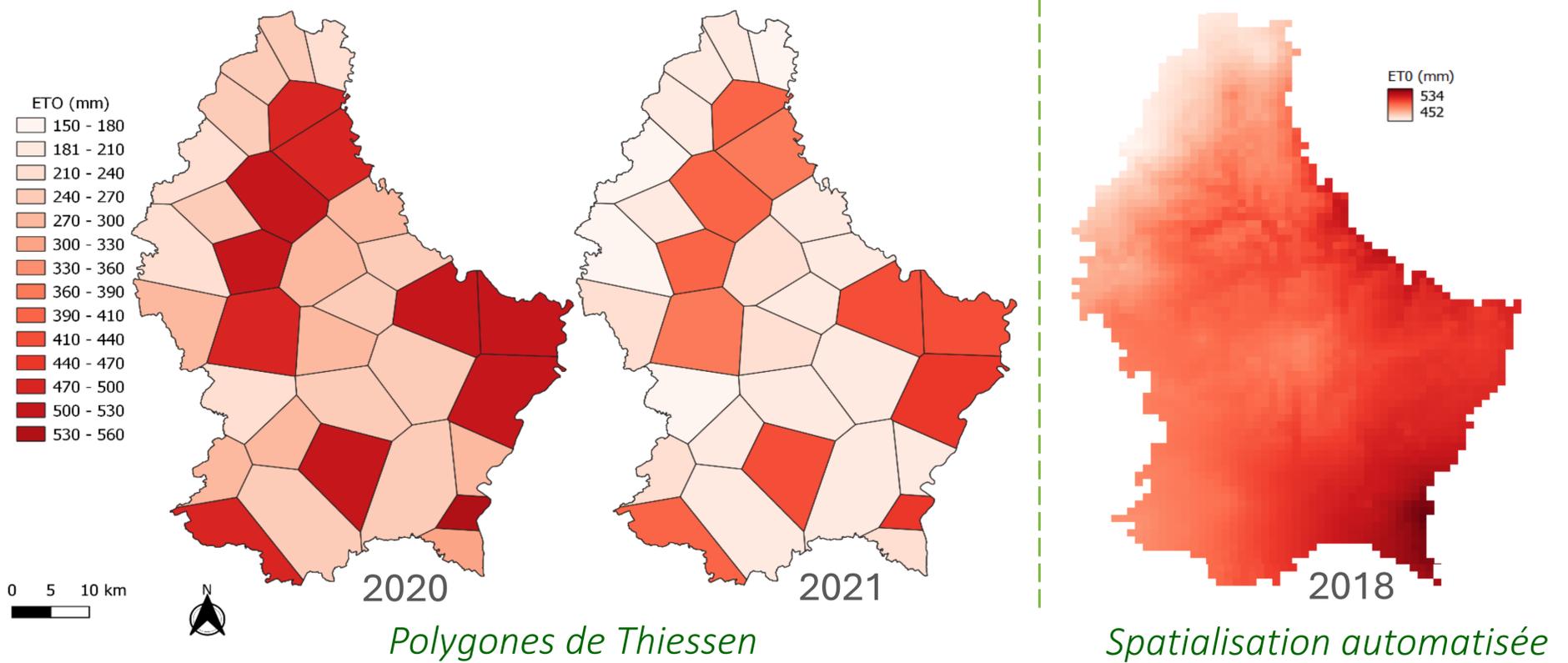


Schéma méthodologique (projet IrriLux)



Potentiel d'irrigation à l'échelle nationale (projet IrriLux)

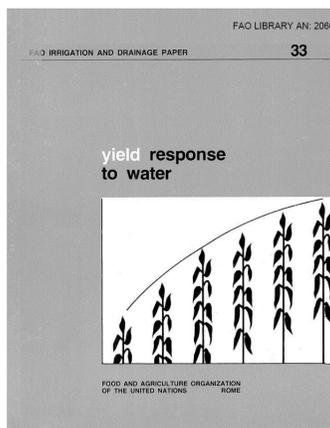
## Évapotranspiration de référence cumulées pour différentes années de campagnes agricoles



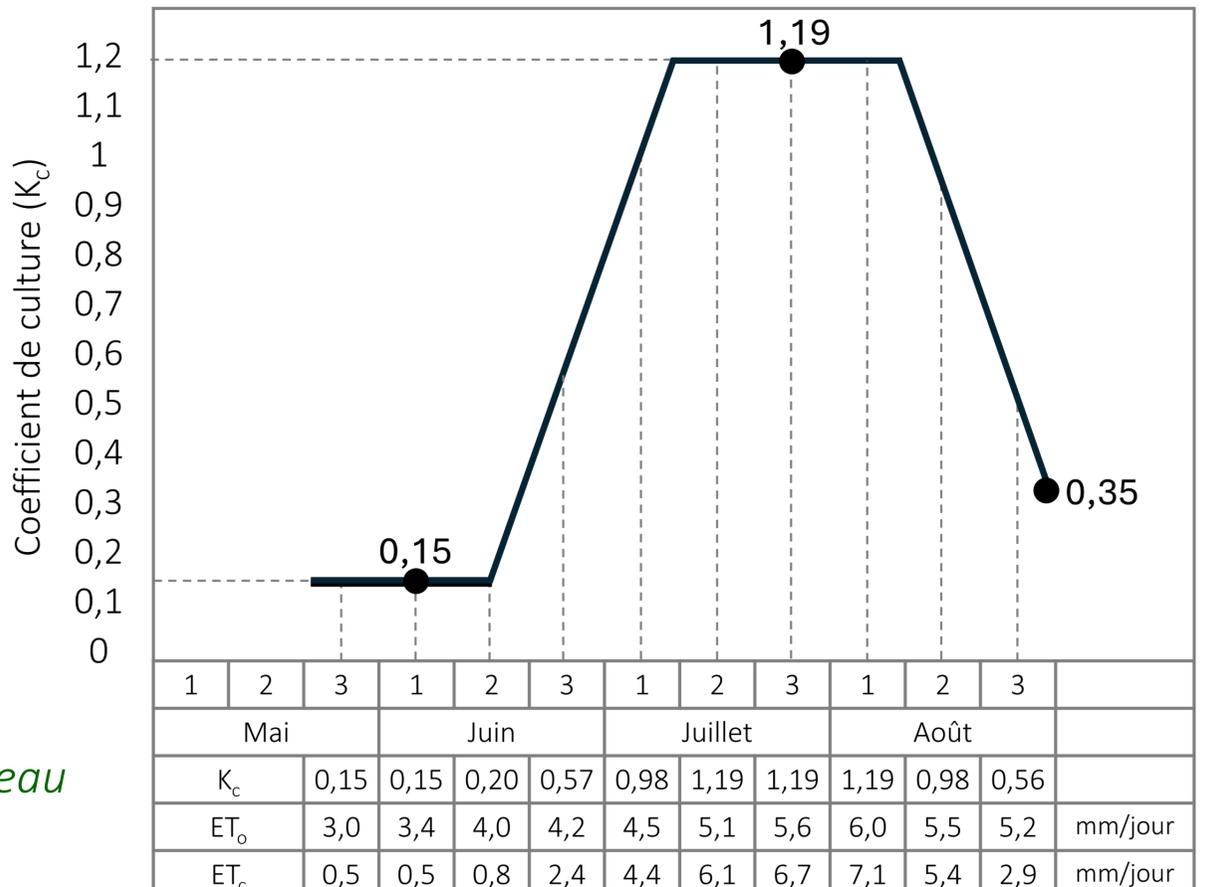
Effets du climat sur l'ET

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Formule de Penman-Monteith

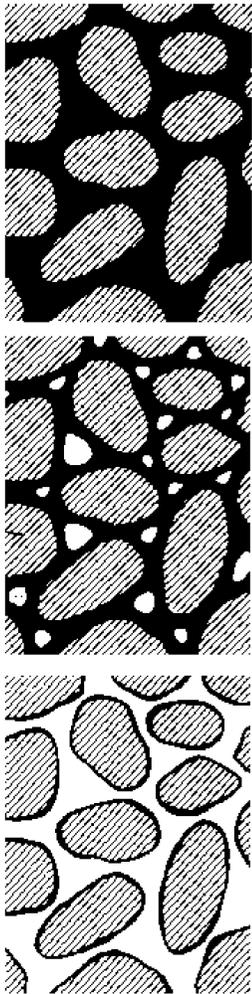


'Le FAO 56': Irrigation et drainage,  
évapotranspiration des cultures,  
guide pour l'estimation des besoins en eau



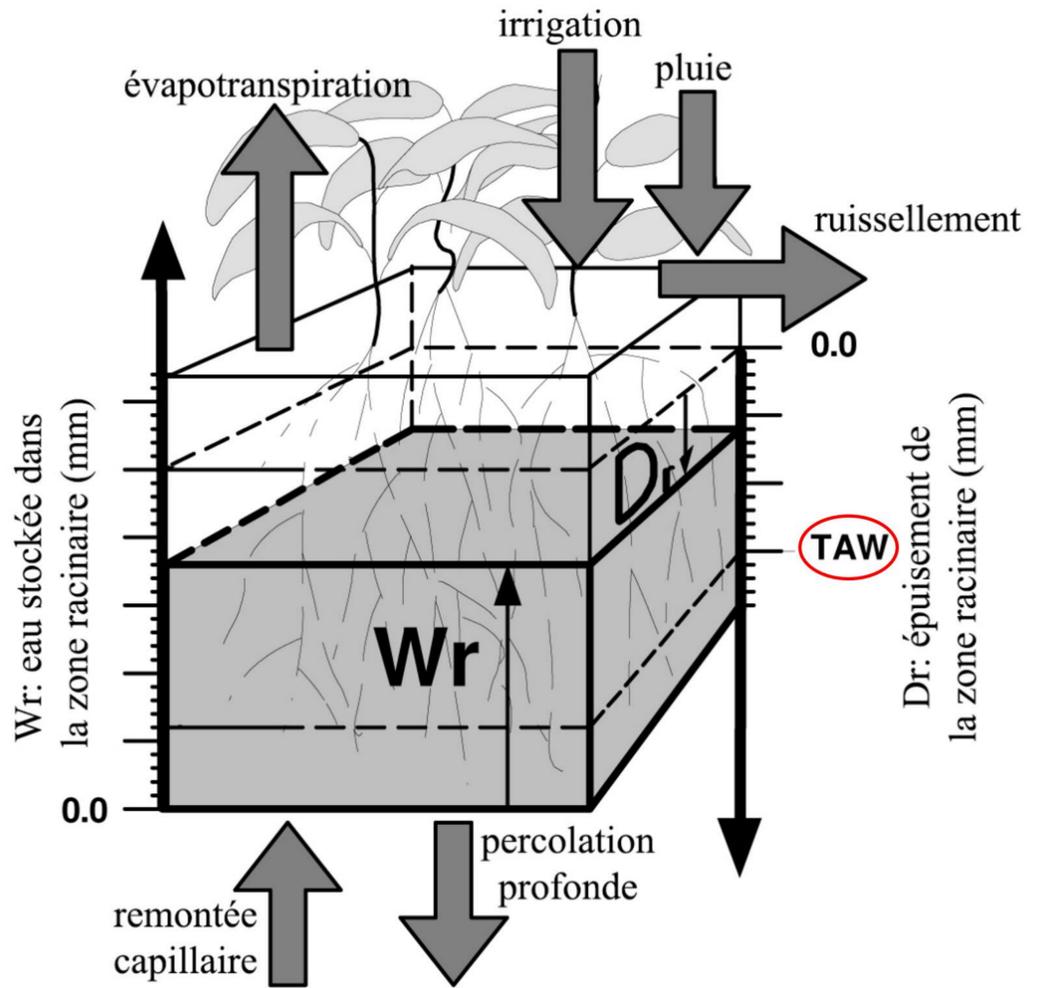


# Teneurs en eau: bilan en eau & réserve utile



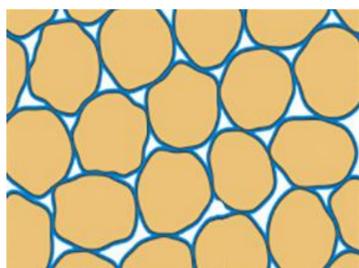
saturation (a) →  
capacité au champ (b) →  
**teneur en eau** →  
point de flétrissement permanent (c) →

Interactions sol,  
eau & air

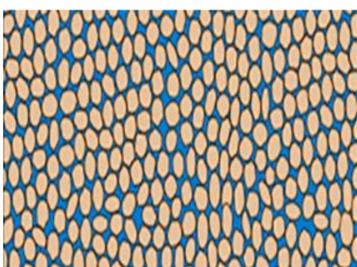


Bilan hydrique du sol

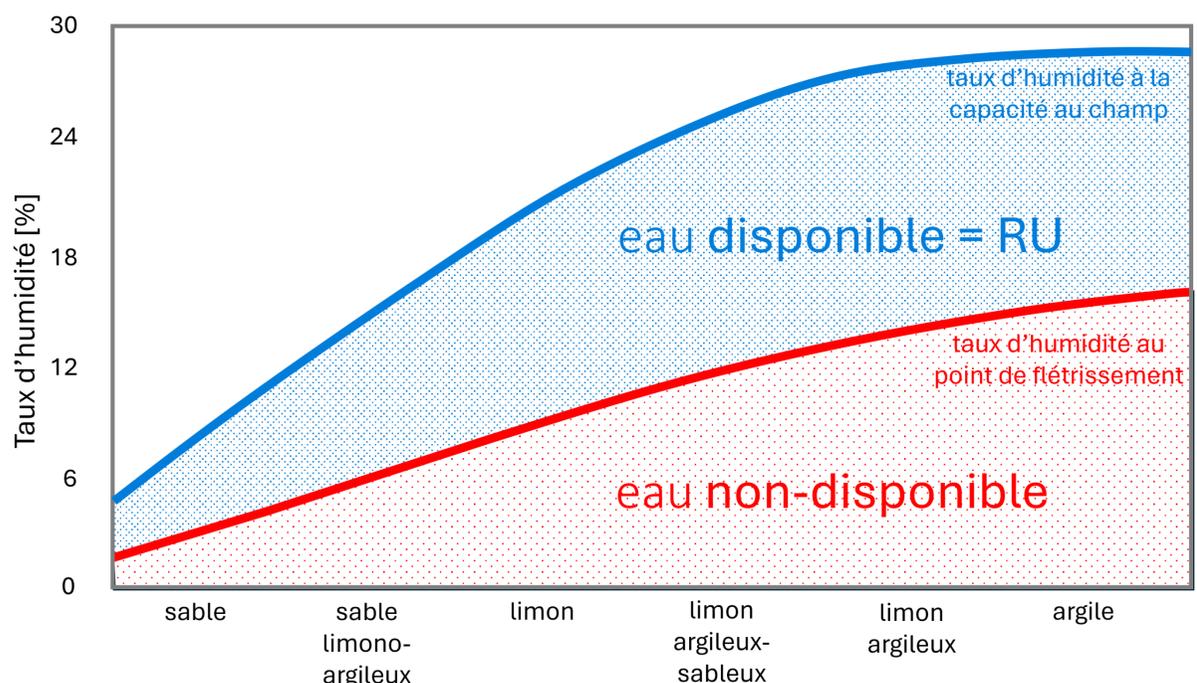
Eau Totale Disponible = TAW = Capacité au champ - Point de flétrissement permanent  
Eau Facilement Disponible = RAW =  $p \times TAW = RU$



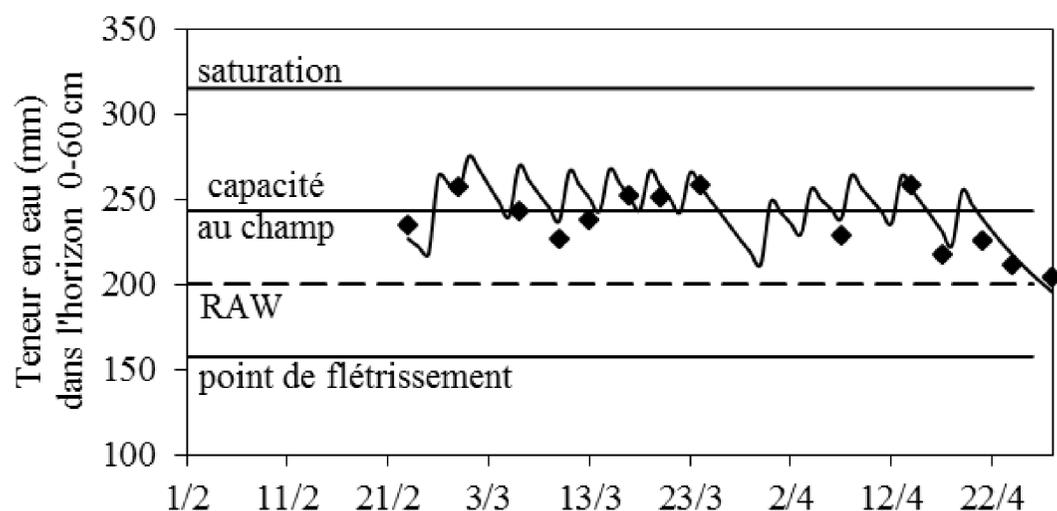
Sable grossier:  
l'eau draine rapidement,  
& faible réserve utile



Limon:  
Sols avec limon et argile  
retiennent mieux l'eau  
& drainent lentement



Réserve en eau disponible pour différents types de sols



①

Irrigation inefficace,  
Pertes par percolation.

Irrigation: 555 mm

Drainé: 76 mm

Rendement: 52 ton/ha



Consignes d'irrigation:

**Choux:**

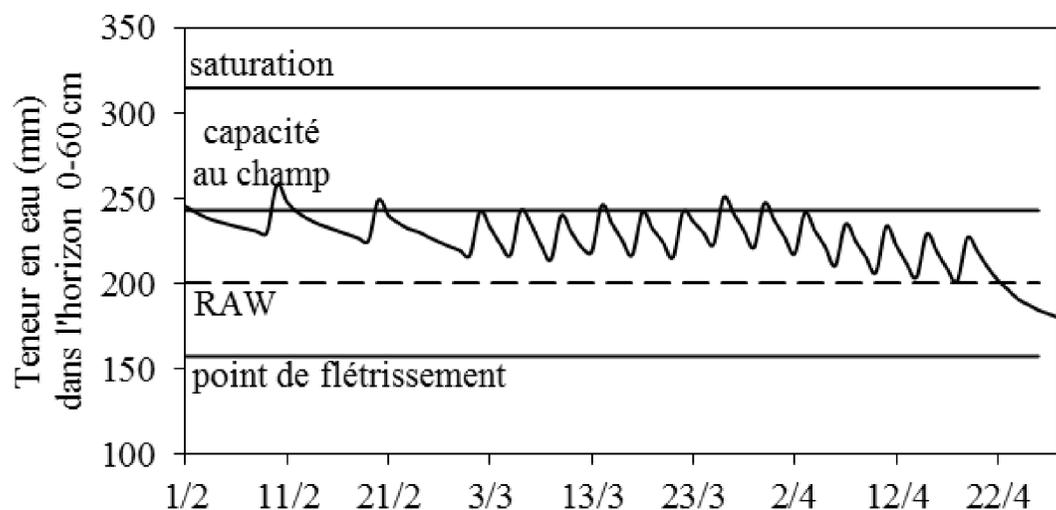
Type de sol: argileux

Dose brute d'irrigation: 35 mm

mois	Février			Mars			Avril		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
décade									
intervalle	10 jours			4 jours					
stage	transplantation						harvest		
	initiale			développement			mi	fin	

**:** irrigation initiale pour la préparation du terrain

0.6 efficacité d'application à la parcelle (Bos and Nugteren, 1990)



③

Irrigation efficace,  
Pas de pertes,  
Rendement optimal.

Irrigation: 455 mm (-18%)

Drainé: 1 mm

Rendement: 53 ton/ha

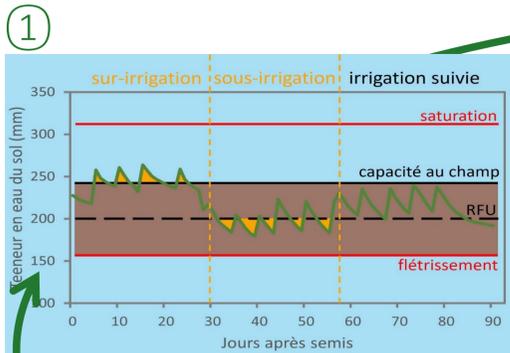


Figure 1 : Optimisation de l'irrigation à travers le suivi de la teneur en eau du sol

Figure 5 : Bilan hydrique en temps réel de la parcelle

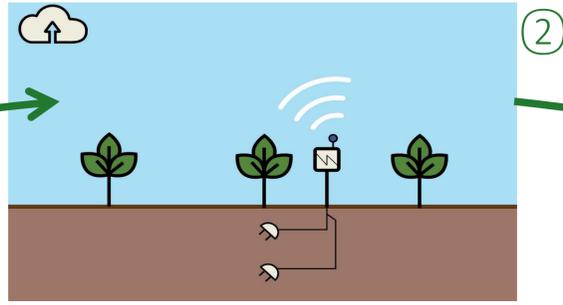
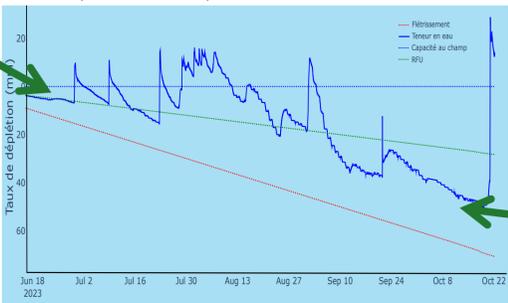


Figure 2 : Capteurs IdO Teros10 d'humidité de sol

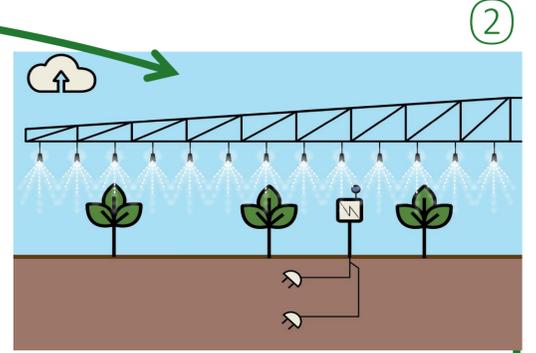


Figure 3 : Irrigations

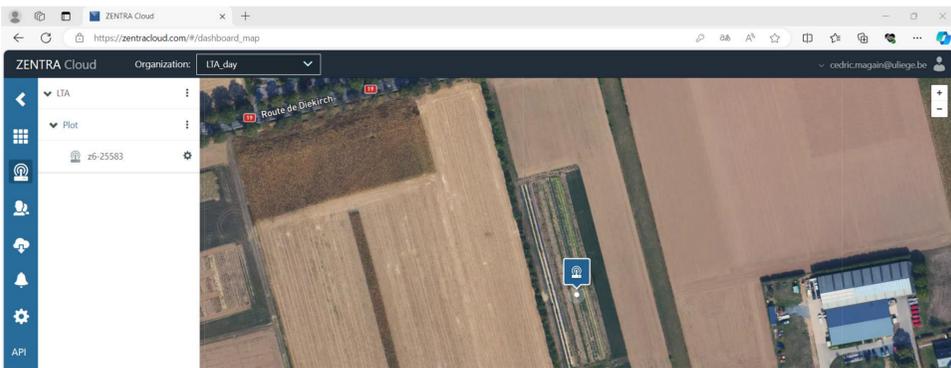
Figure 4 : Réception des données d'humidité de sols à distance



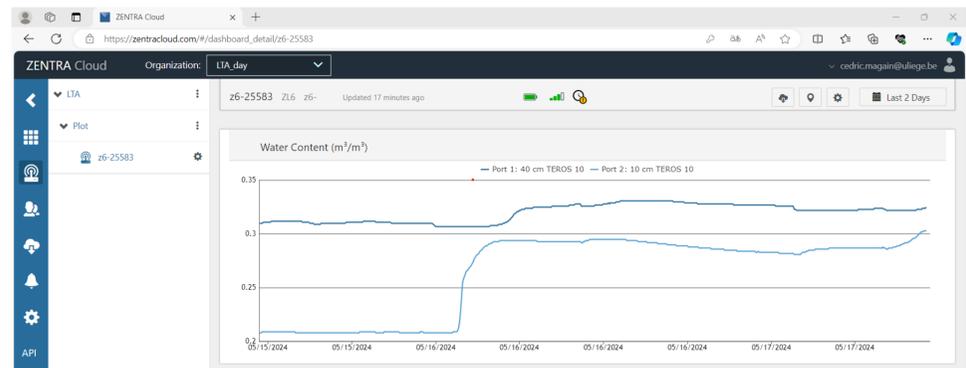
- ① conseil en irrigation;
- ② suivi de l'humidité de sol;
- ③ suivi de l'irrigation;
- ④ traitement & transfert;
- ...

## Schéma méthodologique du suivi de l'irrigation à la parcelle

### Bilan hydrique du sol



Les captures d'écran présentent les types de graphiques qui peuvent être consulté via le ZentraCloud en ligne. On y retrouve la position des capteurs installés sur la parcelle du Lycée Technique Agricole.



La capture ci-dessus montre la teneur en eau du sol pour les 2 sondes installées sur la parcelle.

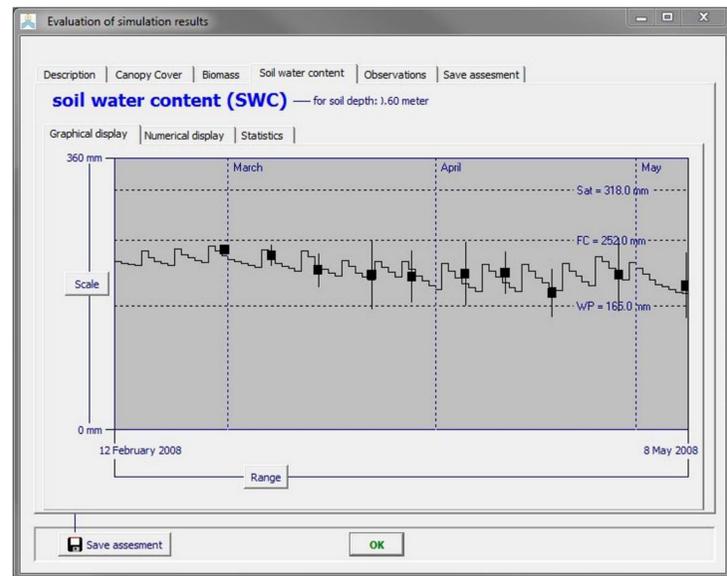
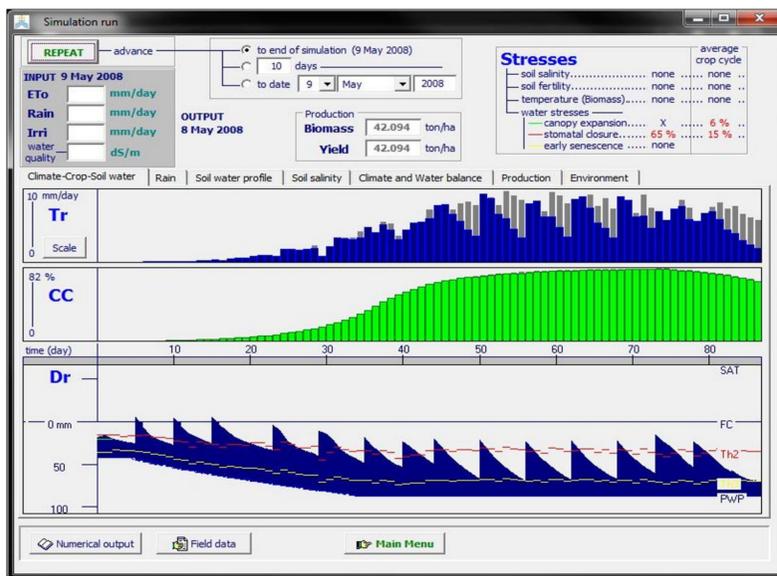
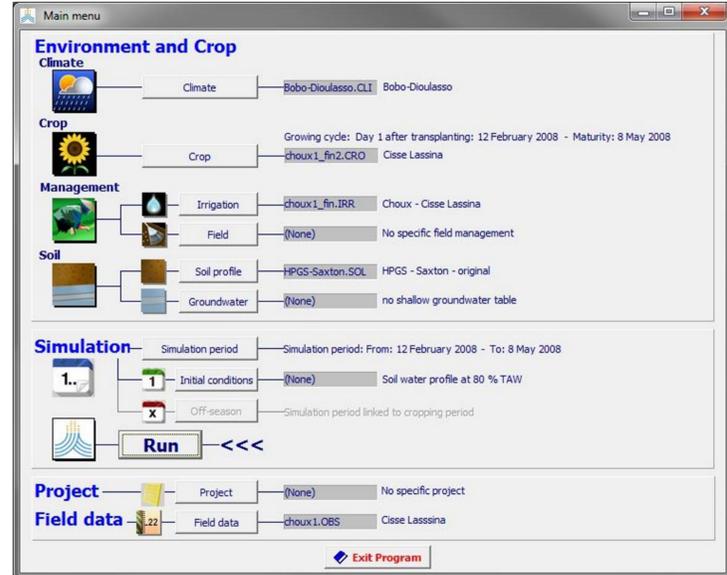
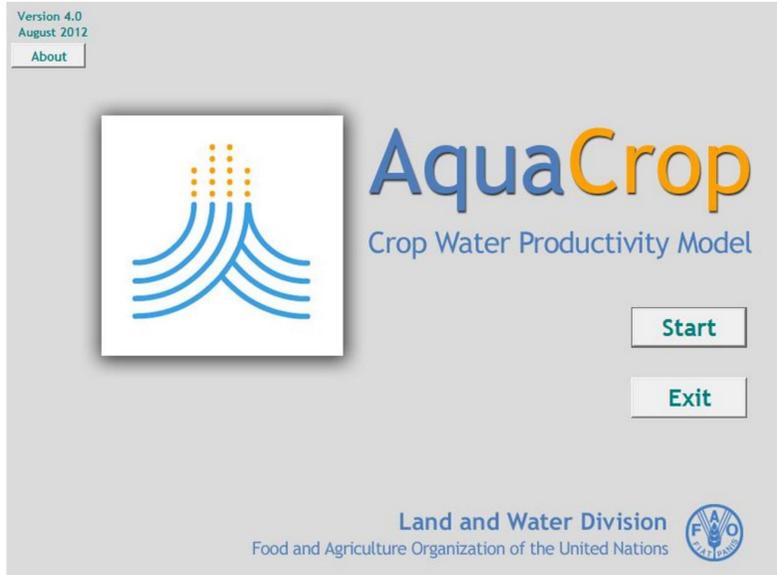


ZL6 datalogger: utilisation du ZentraCloud pour la consultation en temps réel des données, batterie rechargeable à l'énergie solaire.

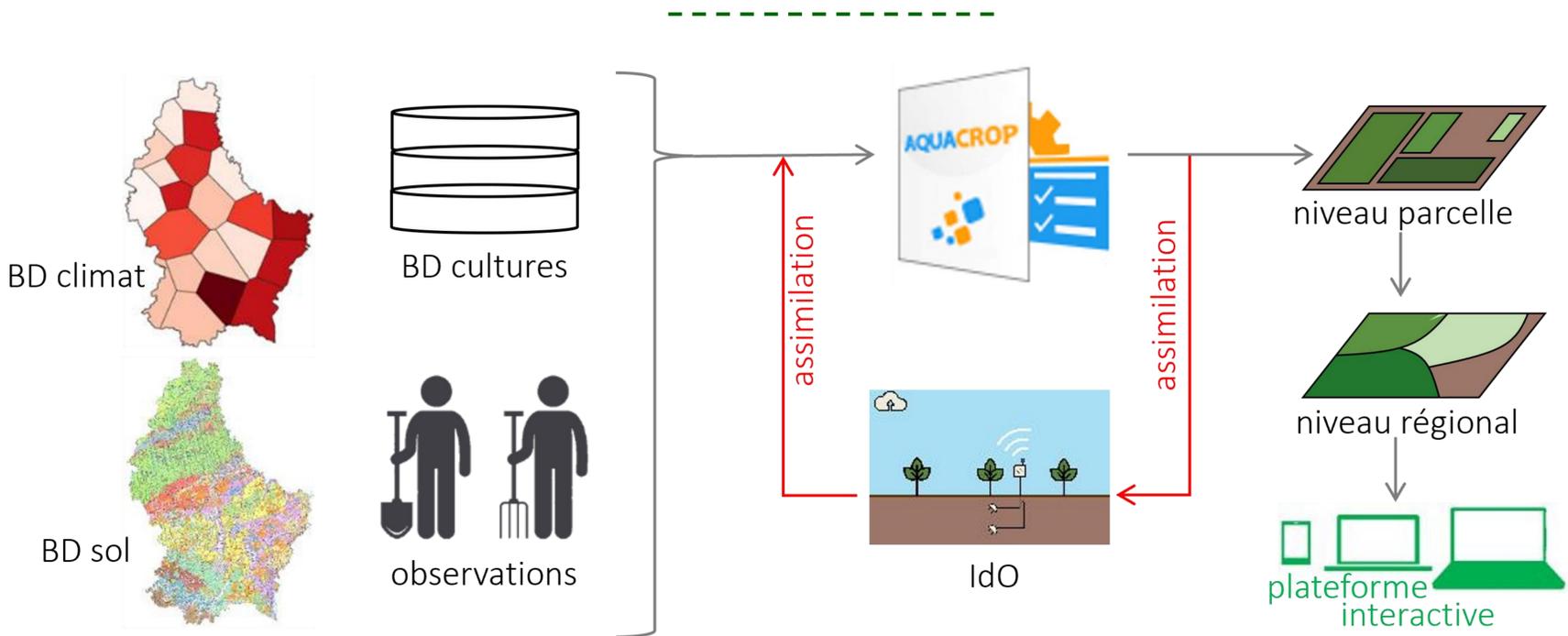


TEROS 10: capteur de teneur en eau; adapté à tous les types de sols et substrats.

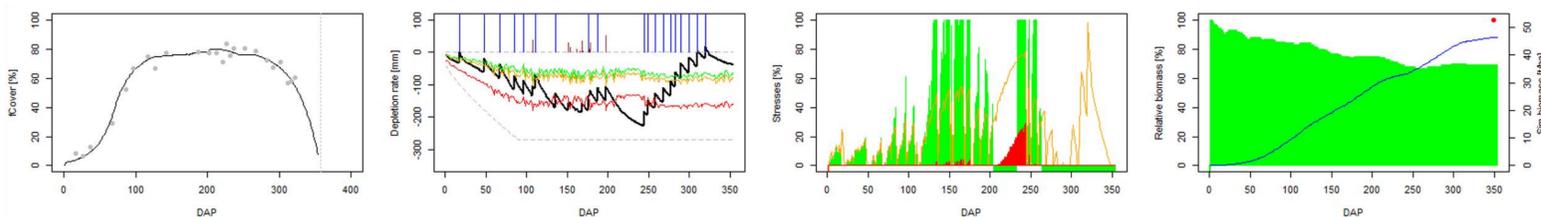




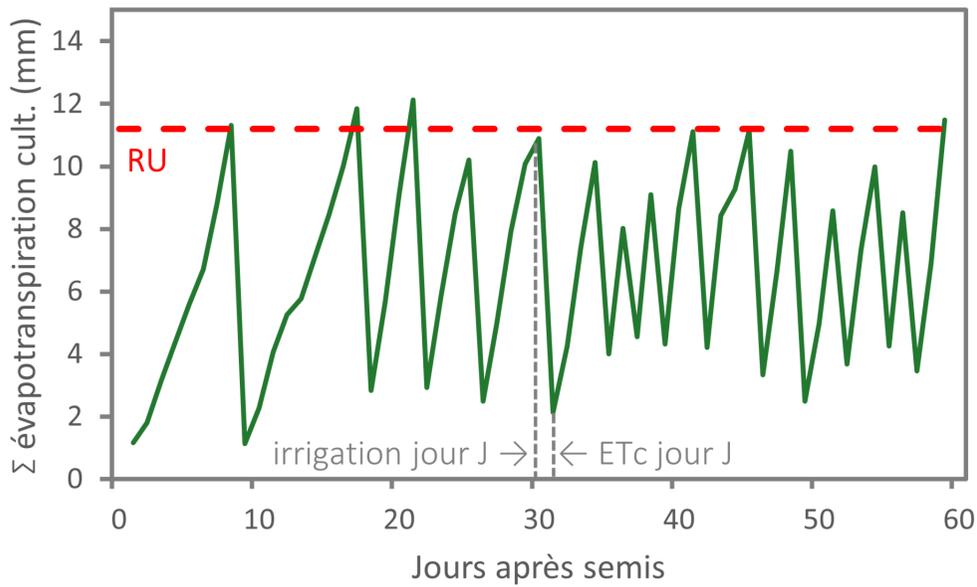
Estimation des besoins en eau d'irrigation à travers le modèle AquaCrop (FAO)



**preccy** processing chain  
dashboard



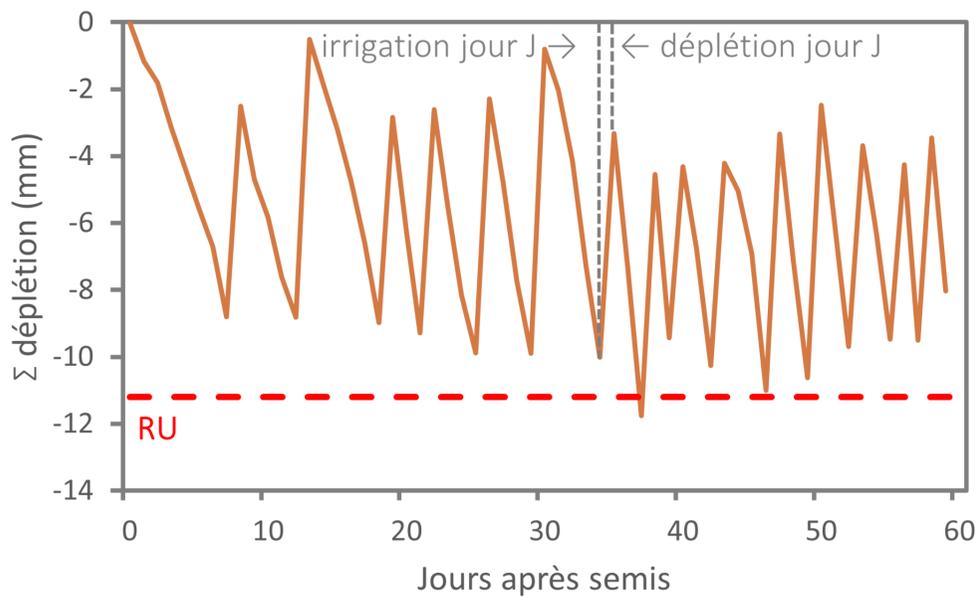
Mise en place d'un outil d'aide à la décision en irrigation



①

Pilotée par le climat:

- estimation de l'ETc
- $\Sigma ETc \leq RU \rightarrow Dose = \Sigma ETc$



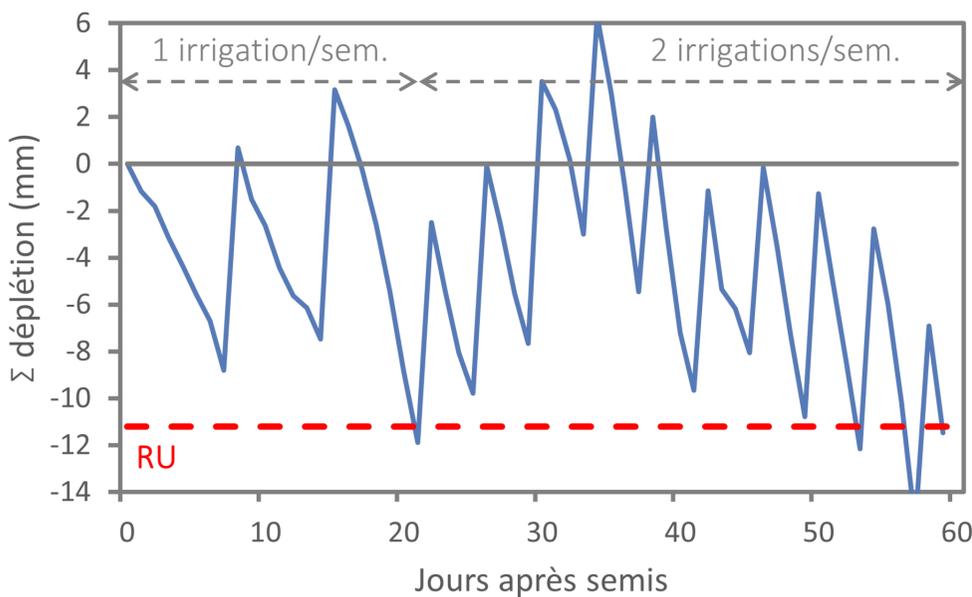
②

Pilotée par la teneur en eau du sol:

- taux de déplétion & bilan hydrique
- $\Sigma Depl. \leq RU \rightarrow Dose = \Sigma Depl.$

③

Conseil d'irrigation  
Calendriers semi-fixes



Irrigation guidelines for:  
**Potatoes**

Soil type: clay (Hararo 5E2)  
Irrigation application gross depth: 25 mm

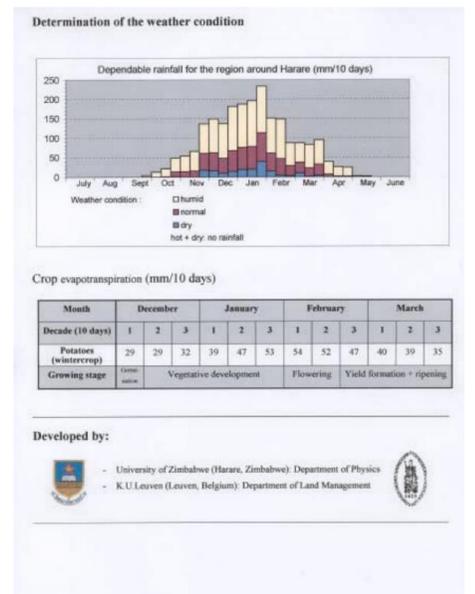
Irrigation interval given in days

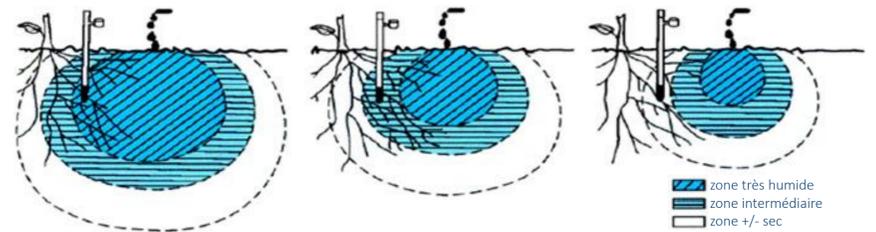
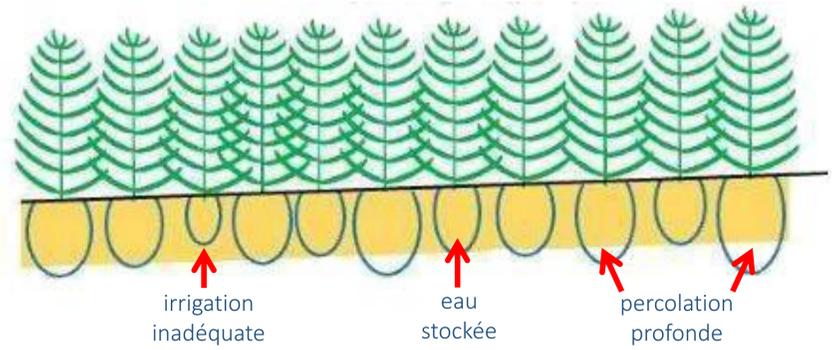
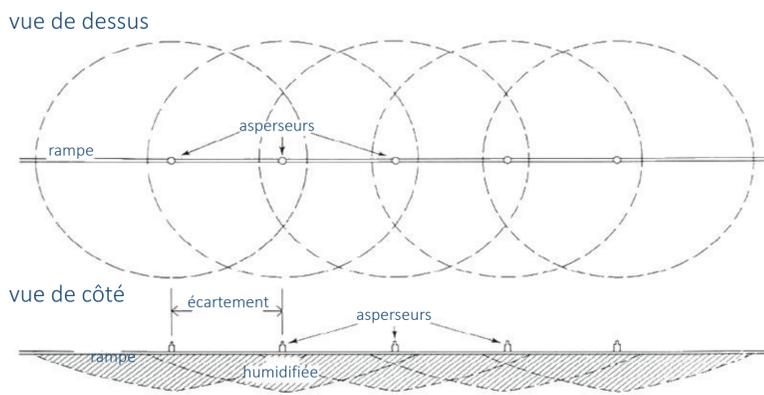
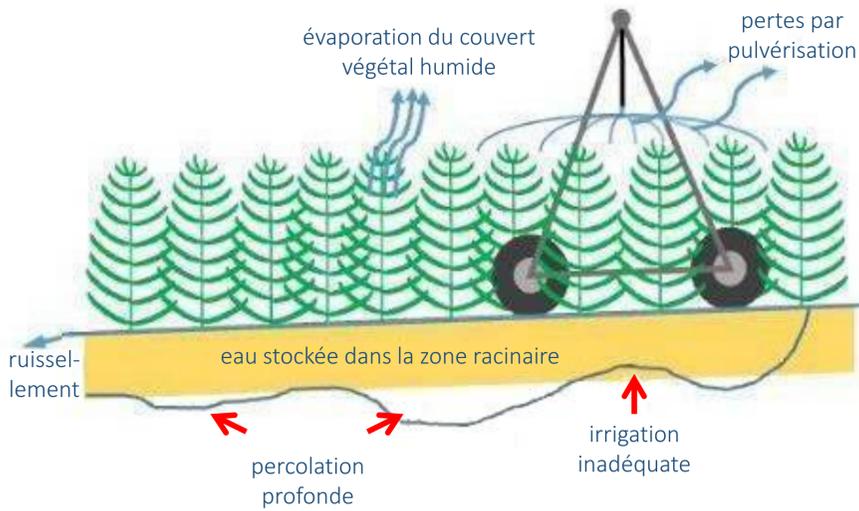
Actual weather condition	December			January			February			March		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Hot + dry	4 days			7 days			4 days			7 days		
Dry	7 days			4 days			7 days			4 days		
Normal	7 days			7 days			7 days			7 days		
Humid	7 days			7 days			7 days			7 days		

Growing stage: **Vegetative development** (Sensitivity to water-stress: very sensitive (a), moderate sensitive (b), sensitive (c))  
**Flowering** (Sensitivity to water-stress: very sensitive (a))  
**Yield formation + ripening** (Sensitivity to water-stress: sensitive (c), not (d))

(a) The crop is extremely sensitive to water-stress during establishment. Also during flowering water shortage should be avoided.  
(b) During the early vegetative stage, the crop is moderate sensitive to water-stress and furthermore, root development is encouraged by a limited water supply.  
(c) When the crop reaches its maximum crop development, the highest values of transpiration can be observed. This makes the crop very sensitive to water-stress. Also during yield formation sufficient water should be applied to avoid a decrease in yield.  
(d) During ripening, less water is required.  
Mind! Do not irrigate at the end of the day, so that leaves are dry when night falls. If they are wet during the night, Late Blight can occur!

Irrigation conditions  
Growing season: planting: begin December; harvesting: end March  
Region II  
Sprinkler irrigation  
75% field application efficiency





Sur-irrigation : zone très humide s'étend → réduire l'irrigation

Irrigation correcte : zone très humide n'évolue pas = garder l'irrigation

Sous-irrigation : zone très humide se réduit → augmenter l'irrigation

Efficacité potentielle : 65-80%  
Doses d'irrigation: 30-80 mm

Efficacité potentielle : 80-95%  
Doses d'irrigation: 10-30 mm

- + Bonne efficacité;
- Aucun aménagement préalable du sol;
- Convient à tous les terrains;
- Permet un dosage précis;
- Autorise la lutte contre le gel.

Relief accidenté et irrégulier;  
Impossible de niveler le sol;  
Sols trop ou trop peu perméables.

- + Efficacité accrue de l'utilisation de l'eau;
- Rendement et/ou qualité améliorés;

Gestion assez facile;  
Moins de travail manuel;  
Contrôles de la quantité de l'eau;  
Ajouter des nutriments;  
Possible avec eaux salées et/ou traitées;  
Mauvaises herbes réduites;  
Sols difficiles / lourds.

Quand l'eau est chère;  
Quand l'eau est de mauvaise qualité;  
Quand la pente est forte.



- Coût d'installation;
- Frais d'exploitation (pompage);
- Peut favoriser les maladies;
- Sensible au vent;
- Brûlure des feuilles.

- Intense en entretien;
- Obstructions tuyaux & goutteurs;
- Croûte de sel autour du bulbe mouillé;
- Racines peu développées;
- Prix.

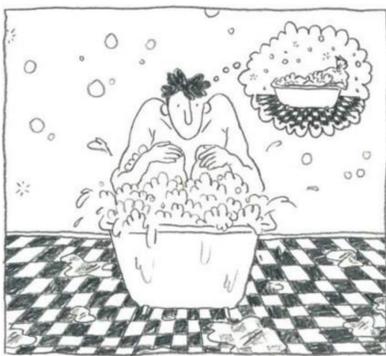


# ... Take home message: ce que dit la littérature



Mesures d'amélioration de l'irrigation:

- 1) Investissements techniques
- 2) Défauts de gestion
  - participation à la prise de décision
  - échanges mutuels de connaissances & d'apprentissage
- 3) Irrigation = + & + 'affaire' individuelle

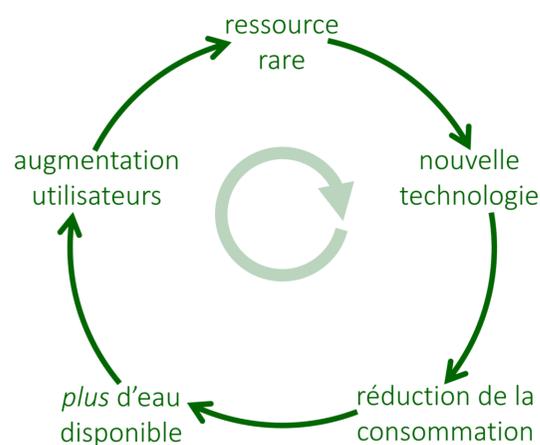


... éviter les 'hydro-shots'

Question d'offre et demande, pas juste demande



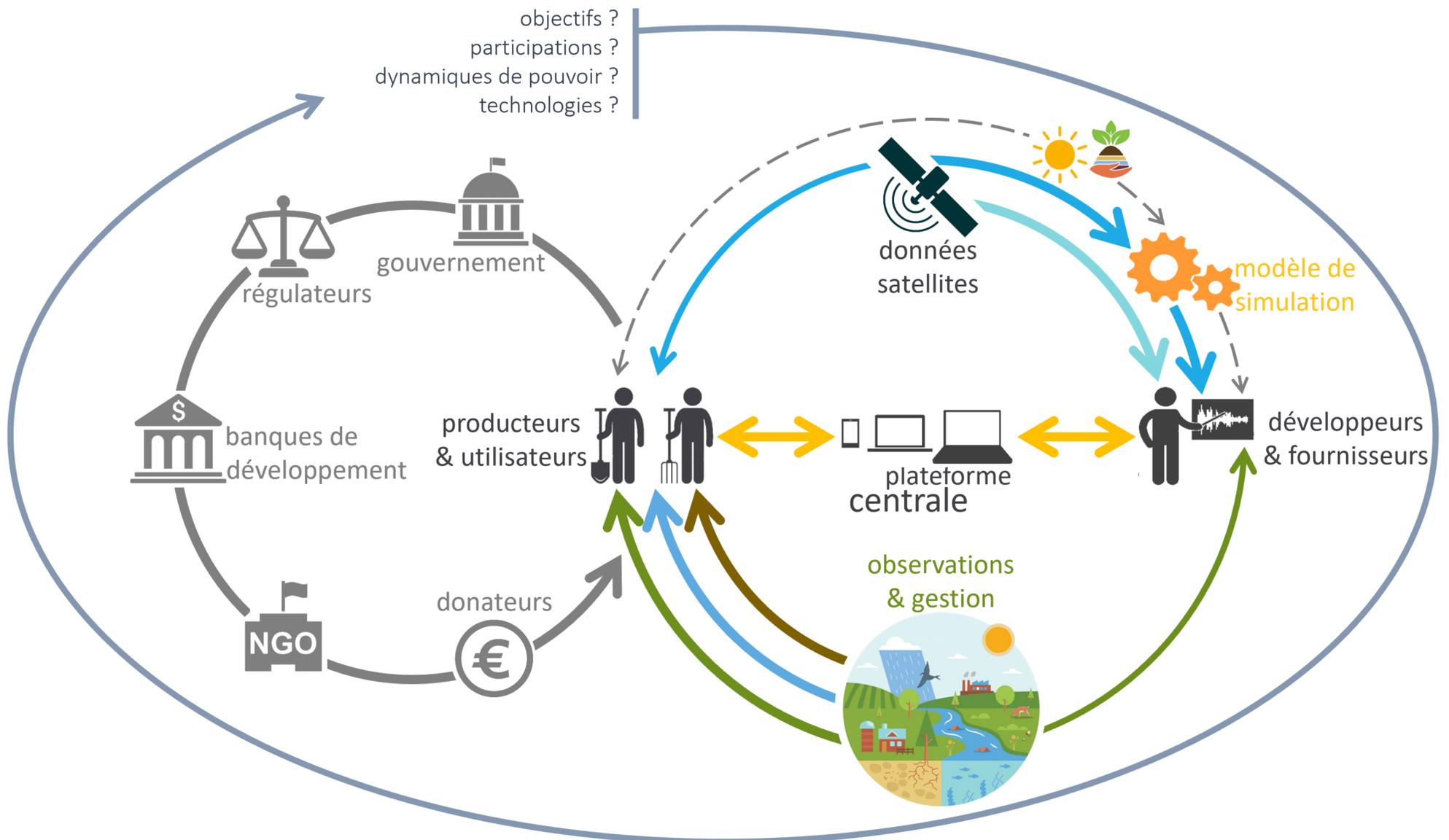
- ① Paradoxe de l'efficacité:  
une route plus grande  
laisse passer plus de voitures



- ② Paradoxe sectoriel:  
l'irrigation a un coût



- ③ Paradoxe d'échelle:  
perte en amont = gain en aval ?  
à combien dans le même bain?



Modèle conceptuel 'Gestion Intégrée des Ressources en Eau'

« Si le changement climatique était un requin, l'eau en serait les dents »

James P. Bruce, expert climatique & hydrogéologue canadien

