

FORMATION BATIMENT DURABLE

AGRICULTURES URBAINES ET BÂTIMENT DURABLE

PRINTEMPS 2024

Gestion de l'eau dans agriculture urbaine

Noémie HISETTE



BESOIN EN EAU

- Bilan hydrique
 - Culture pleine terre
 - Culture en bac ou en toitures
 - Culture hors sol - hydroponie
- Dimensionner citerne d'eau de pluie

RESSOURCES EN EAU

- Eau de pluie
- Eau souterraine
- Eau potable
- Autre (eau grise)

GESTION DE L'EAU

- Type de substrat
- Economiser l'eau à la parcelle
 - Agir sur le sol
 - Technique d'arrosage
 - Plan de culture
 - Limiter la chaleur sous serre
- Réserve d'eau
- Système cascade
- Mesurer, c'est savoir



BESOIN EN EAU

- ▶ Bilan hydrique
 - Culture pleine terre
 - Culture en bac ou en toitures
 - Culture hors sol - hydroponie
- ▶ Dimensionner citerne d'eau de pluie

RESSOURCES EN EAU

- ▶ Eau de pluie
- ▶ Eau souterraine
- ▶ Eau potable
- ▶ Autre (eau grise)

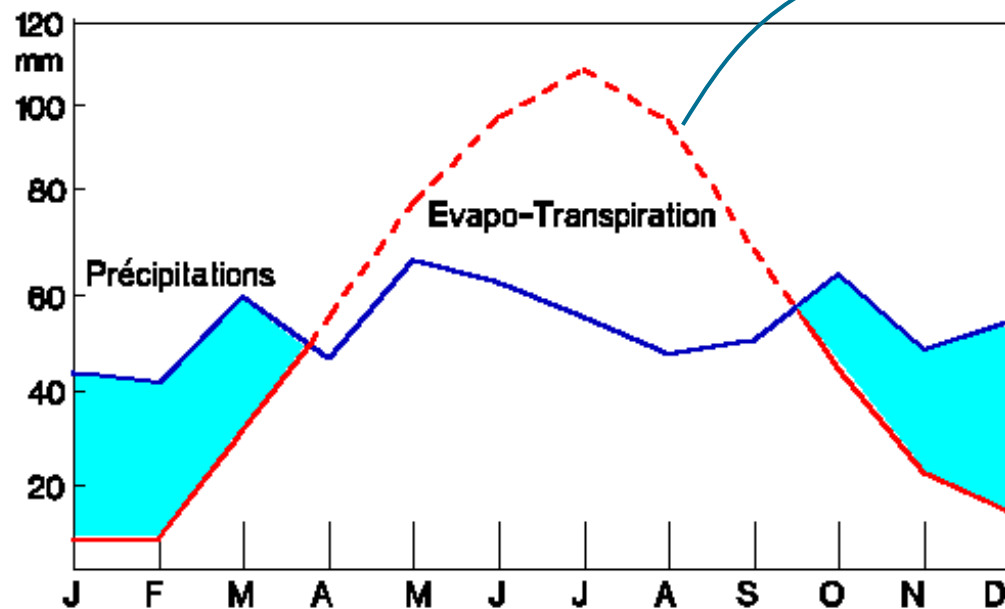
GESTION DE L'EAU

- ▶ Type de substrat
- ▶ Economiser l'eau à la parcelle
 - Agir sur le sol
 - Technique d'arrosage
 - Plan de culture
 - Limiter la chaleur sous serre
- ▶ Réserve d'eau
- ▶ Système cascade
- ▶ Mesurer, c'est savoir

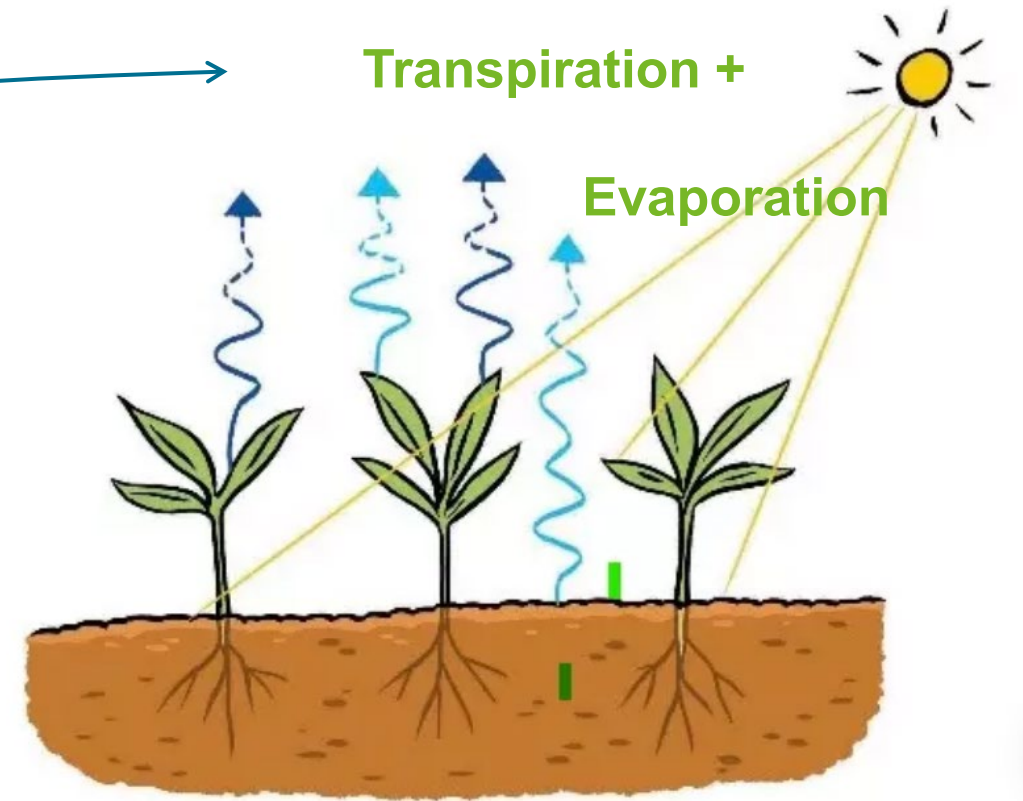


Version simplifiée:

Bilan Hydrique type d'une saison



Source: Chiesi (1993)



Source: Bruxelles Environnement

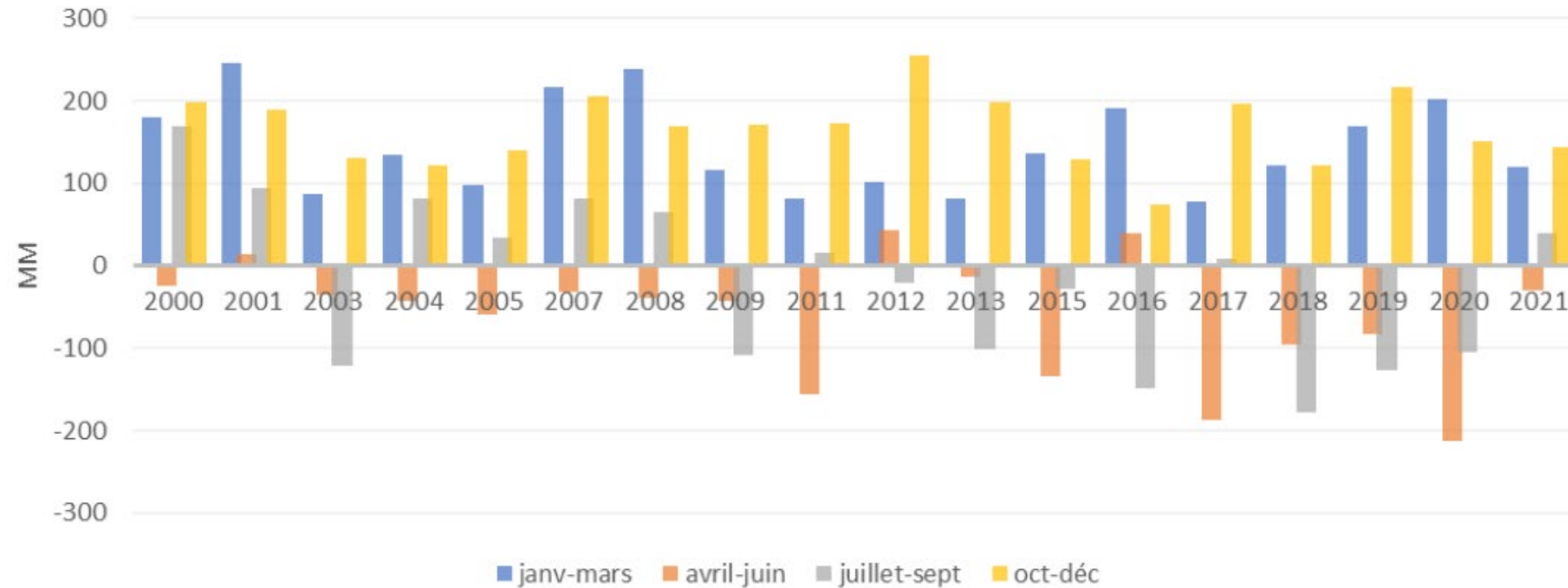
= Évapotranspiration

- Moyenne: 837 mm/an (source: IRM)



Version simplifiée:

Bilan Hydrique par période

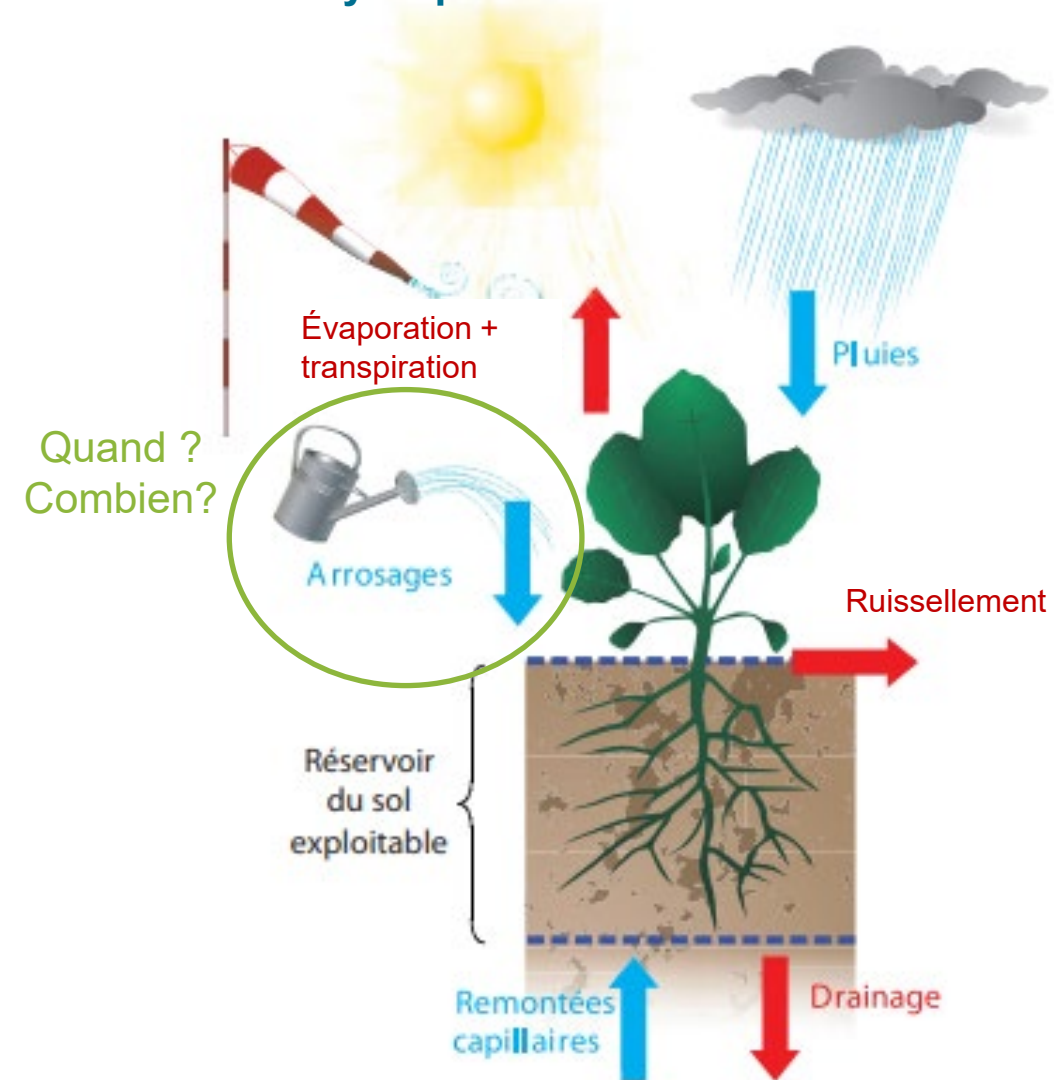


Source: SPW Agriculture et CRA-W

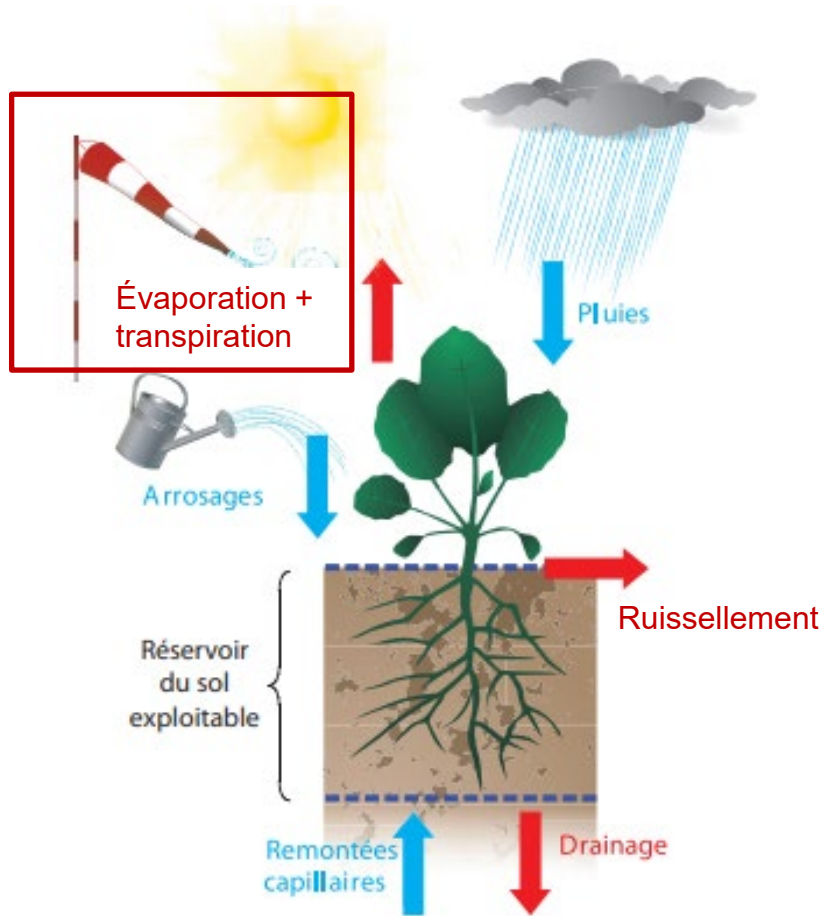
- Hausse de l'**intensité** et de la **fréquence** des bilans négatifs



Bilan hydrique d'une culture:



Source: BRL



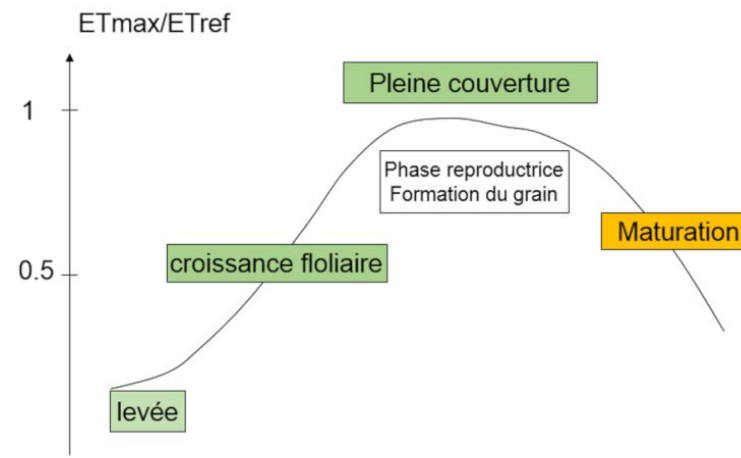
1. Météo

2. Type de culture

Pendant périodes chaudes:

- ▶ **Légumes peu exigeants en eau** (de 1 à 2 L/j.m²)
ail, échalote, fève, oignon, panais, pois
- ▶ **Légumes moyennement exigeants en eau** (de 2 à 4 L/j.m²)
asperge, aubergine, betterave, carotte, céleri, courge, courgette, chicon, haricot, laitue, melon, navet, pomme de terre, poireau, poivron, salade, laitue, tomate ;
- ▶ **Légumes très exigeants en eau** (de 4 à 6 L/j.m²)
blatte, concombre, choux-fleurs, épinard, radis

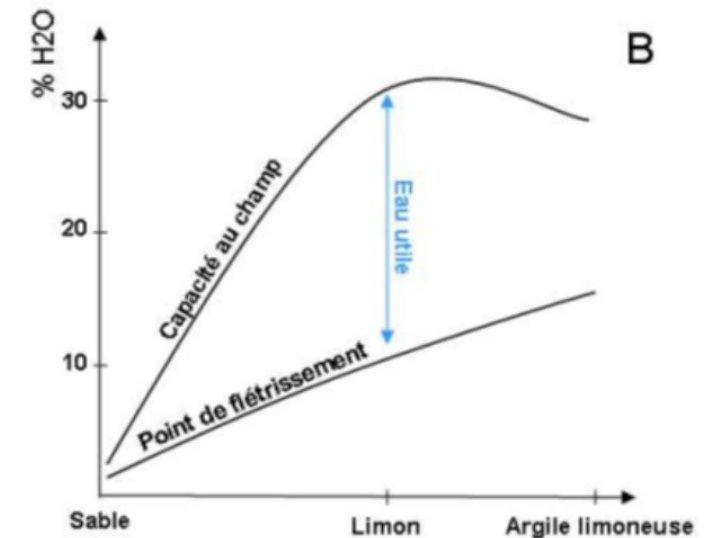
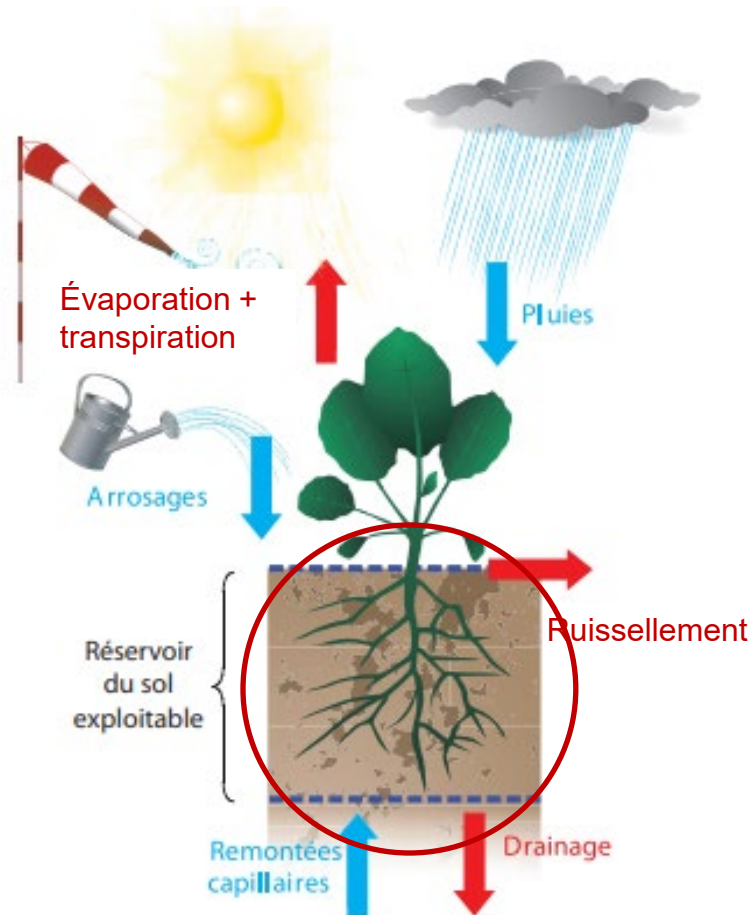
3. Stade de développement



Source: Encyclopédie de l'Environnement



- Dépend de la 'réserve d'eau' du sol
- Différent par type de sol
- Arrosage doit être basé sur l'humidité du sol dans la zone racinaire



Texture du sol	Réserve facilement utilisable (mm d'eau / cm de sol)
Sable	0,4
Limon	0,8
Limono-argileux	1



Quelles adaptations du 'bilan hydrique pleine terre' pour des systèmes d'AU hors sol?



Source : Guillaume Morel-Chevillet

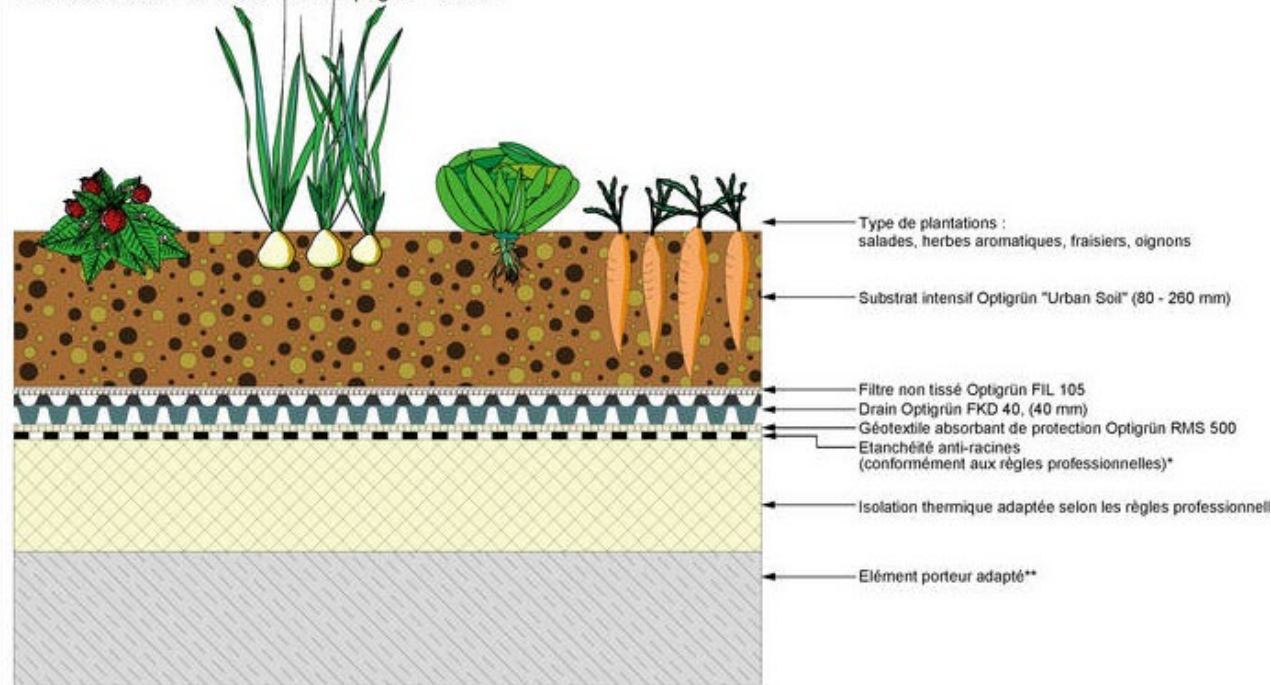


Besoins peuvent être plus fréquents et élevés:

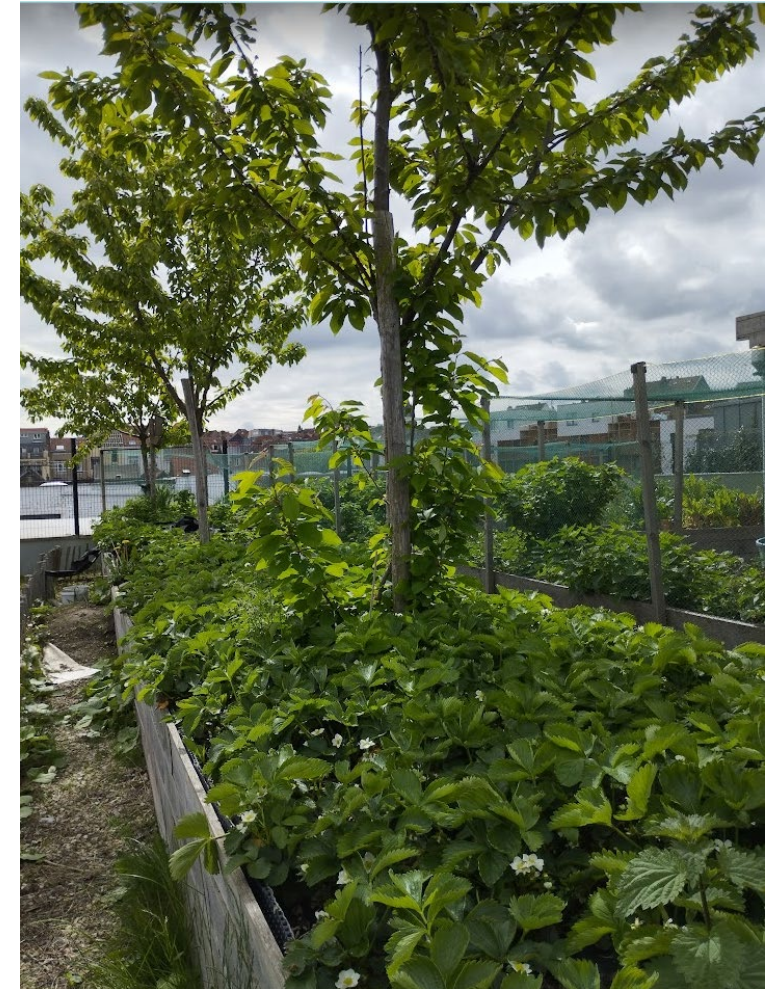
- ▶ Taille du pot ou bac détermine la capacité tampon du sol
- ▶ Balcon ou toiture: plus exposé au vent, soleil,...
- ▶ Substrats 'légers' en toiture peuvent impliquer une rétention plus faible

Système Optigrün "Toiture Jardin Potager - Légère"

Pente du toit 0 - 5 % avec Drain Optigrün FKD 40



Source: Optigrün



Source: Photo GreenSURF



Excel dimensionnement citerne > outil simplifié

? Encodez ci-dessous les différentes surfaces de récolte

Toiture 1	216 m ²
Toiture 2	20 m ²
Toiture 3	0 m ²
Toiture 4	0 m ²
Toiture 5	0 m ²
TOTAL	236 m²

? Surfaces cultivées

Surface totale en maraîchage	1500 m ²
% planté	80 %

Parcelles

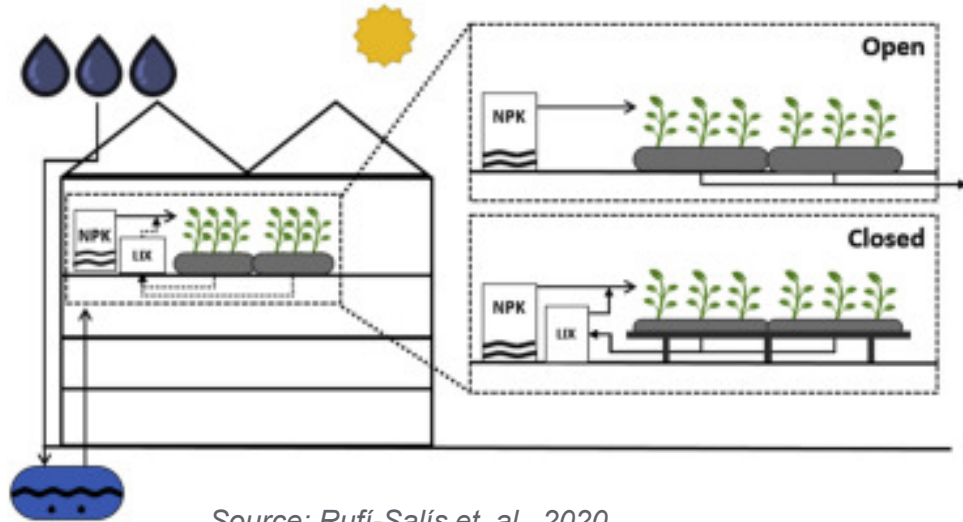
P1	maraisage sol (tôt*)	55 %	660 m ²
P2	maraisage sol (tard**)	35 %	420 m ²
P3	maraisage sous abris (tôt)	5 %	60 m ²
P4	sous abris (tard)	5 %	60 m ²
	Surface effective***	100 %	1200 m ²

* semis 15 avril
** semis 15 mai
*** surface effective

! RésultatsRésultats 10 dernières années pour une citerne de 10 m³

Année	Besoins annuels en eau (m ³)	% eau de pluie	% eau de ville	jours vide	jours débord
2013	30	100%	0%	0	243
2014	24	100%	0%	0	273
2015	64	49%	51%	13	266
2016	23	100%	0%	0	254
2017	47	69%	31%	6	253
2018	110	20%	80%	40	243
2019	33	95%	5%	2	241
2020	69	44%	56%	33	238
2021	23	100%	0%	0	267
2022	89	27%	73%	50	249





Source: Rufi-Salís et. al , 2020



Source: American Hydroponics

Gestion de l'eau en hydroponie

- ▶ Pas de précipitation directe
- ▶ Besoin d'un système d'irrigation
- ▶ Récupération eau de pluie des serres
- ▶ Si système fermé:
 - recyclage eaux drainées et donc plus réutilisation éléments nutritifs
 - Recirculation = qualité de l'eau et contrôle plus stricte (pathogène, accumulation de sodium..)
 - Diminution de la consommation en eau par rapport à un mode d'arrosage traditionnel de 75 à 90%
- ▶ Climat dans serre différent que météo (vent, chaleur, HR, ...), mais également plus contrôlé
- ▶ Automatisation : moins de ressources en eau, plus en énergie



Consommation d'eau pour une saison de tomate :

			Consommation eau l/kg
Tunnel non chauffé pleine terre			70 l/kg
Serre chauffée hydroponique avec recirculation			12 - 18 l/kg
Serre chauffée hydroponique sans recirculation			18 -23 l/kg

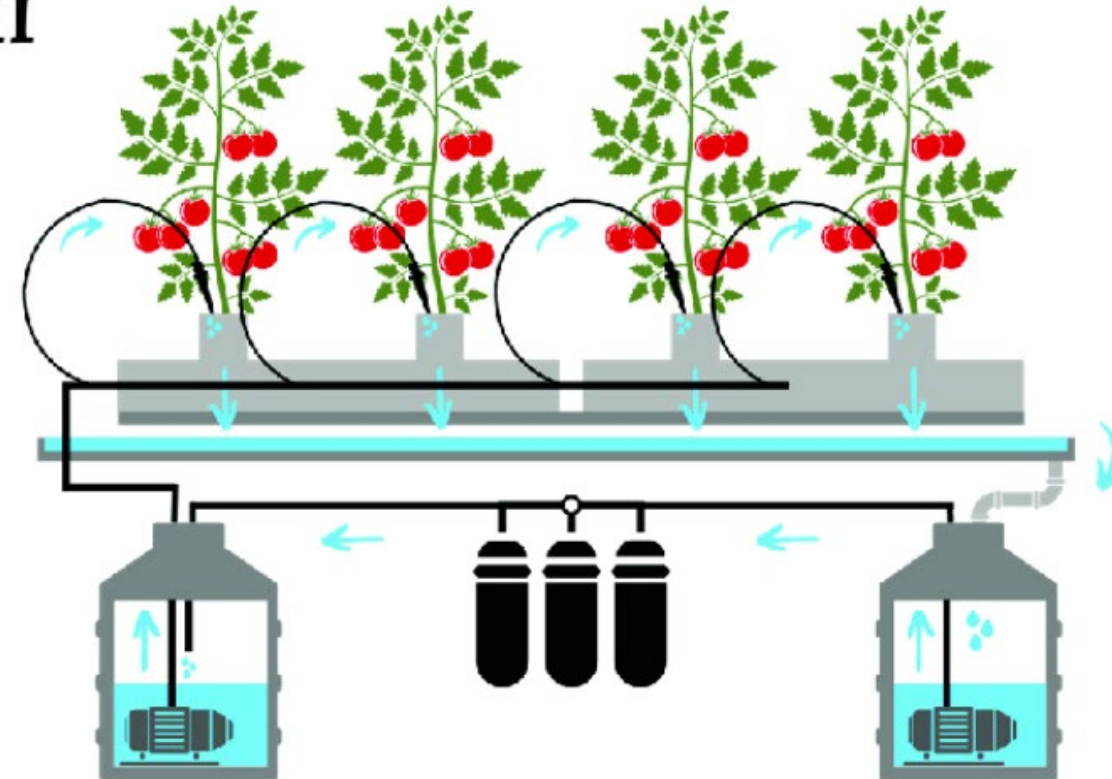
Sources:

(1) BioWallonie. Fiche technique tomate

(2) Telen zonder spui in de glastuinbouw (2012)

(3) De Samber J. (2021) Tomatenteelt in Vlaanderen. Resultaten uit het Landbouwmonitoringsnetwerk 2014-2018, Departement Landbouw en Visserij, Brussel.

II



Source: Stegelmeier, Ashley & Rose, Danielle & Joris, Benjamin & Glick, Bernard. (2022). plants-11-02783. Plants. 11. 2783. 10.3390/plants11202783.



BESOIN EN EAU

- ▶ Bilan hydrique
 - Culture pleine terre
 - Culture en bac ou en toitures
 - Culture hors sol - hydroponie
- ▶ Dimensionner citerne d'eau de pluie

RESSOURCES EN EAU

- ▶ Eau de pluie
- ▶ Eau souterraine
- ▶ Eau potable
- ▶ Autre (eau grise)

GESTION DE L'EAU

- ▶ Type de substrat
- ▶ Economiser l'eau à la parcelle
 - Agir sur le sol
 - Technique d'arrosage
 - Plan de culture
 - Limiter la chaleur sous serre
- ▶ Réserve d'eau
- ▶ Système cascade
- ▶ Mesurer, c'est savoir



Les ressources en eau les plus utilisées en RBC:

- ▶ Eau potable (du robinet)
- ▶ Eau de pluie
- ▶ Eau souterraine
- ▶ Alternatives



- ▶ Coûts élevés par m³
- ▶ Disponible facilement et pas de stockage nécessaire
- ▶ Qualité:
 - Physico-chimique: bonne
 - Bactériologique: désinfectée
 - Dureté de l'eau (calcium-magnesium)

⇒ **À limiter si possible (traitement, distribution, frais)**

Qu'est-ce que ça coûte?

- ▶ Coûts variables
 - ▶ Prix global incl. TVA (Vivaqua 2023):
 - Consommation < 5.000m³ : 4,08 €/m³
 - Consommation > 5.000m³ : 3,51 €/m³
- ... Et dans l'avenir?



D'où vient l'eau potable consommée en Région Bruxelloise?

- Moitié eau de surface (Meuse)
- Moitié eau souterraine (2-3% Forest de Soigne)



- ▶ Bonne qualité / pH...
- ▶ Points d'attention
 - zone ombragée
 - Surface de récolte nécessaire
 - éviter de connecter à un toit en vieux zinc ou en amiante
 - Trop-plein

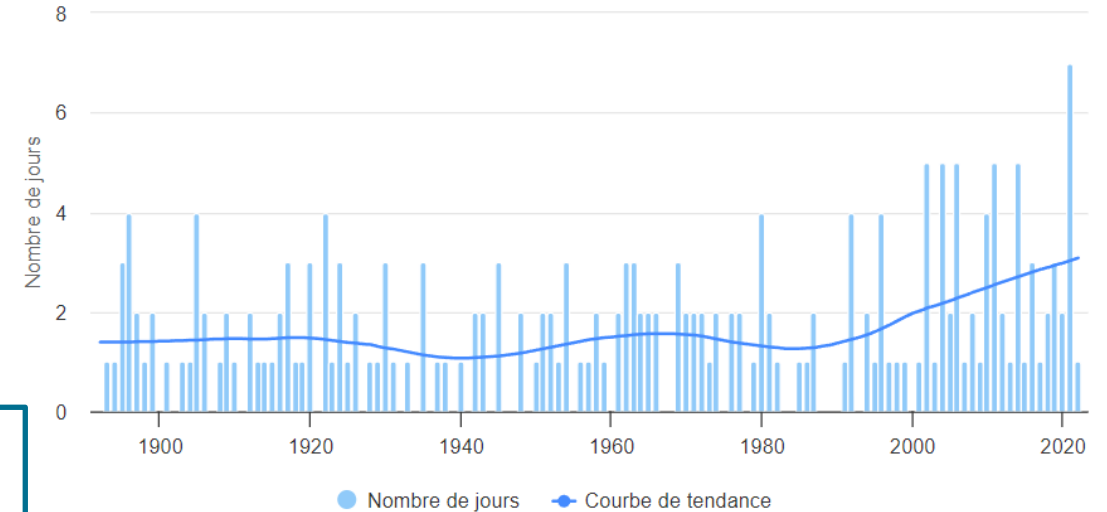
⇒ **À privilégier**

Qu'est-ce que ça coute?

- ▶ Pour 1m³
 - 50-100€ (occasion)
 - 100-200€ (neuf)
- ▶ Pour 10m³
 - Citerne en plastique: 2.500€
 - Citerne en plastique enterrée et pose comprise: 8.000 €
 - Citerne en béton enterrée: 5.000 €
- ▶ Également considérer les frais de la 'perte d'espace de production', coût d'une pompe + électricité

Évolution du nombre de jours de fortes précipitations

durant l'été à Uccle entre 1892 et 2022



Source: IRM ^{vi}

- ▶ Prévision climatique:
 - plus pluvieux en hiver, moins en été
 - précipitations plus intenses



- ▶ Soumis à un permis d'environnement
- ▶ Pas de citerne nécessaire
- ▶ MAIS, pas inépuisables (cfr. Flandre)
- ▶ Recharge dépend des pressions liées:
 - aux prélèvements,
 - aux effets du changement climatique et
 - à l'évolution de l'imperméabilisation des sols
- ▶ Profondeur: 30 à 150 mètres



Source: FWA



- Eaux usées traitées par les stations d'épuration



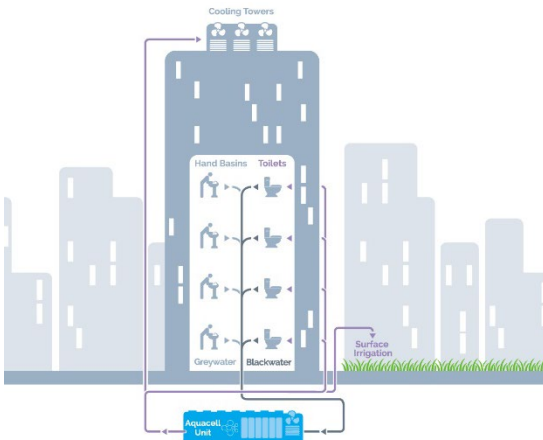
Source: Irrigazette

- Eau usées traitée d'origines industrielles ou urbaines



Source: Vlakwa

- Eau grise



Source: Aquacell

- Eaux claires issues de rabattements de nappe effectués lors de chantier



Source: opensource.brussels

- Eau de surface (déconseillé)



Source: Coordination Senne



BESOIN EN EAU

- ▶ Bilan hydrique
 - Culture pleine terre
 - Culture en bac ou en toitures
 - Culture hors sol - hydroponie
- ▶ Dimensionner citerne d'eau de pluie

RESSOURCES EN EAU

- ▶ Eau de pluie
- ▶ Eau souterraine
- ▶ Eau potable
- ▶ Autre (eau grise)

GESTION DE L'EAU

- ▶ Type de substrat
- ▶ Economiser l'eau à la parcelle
 - Agir sur le sol
 - Technique d'arrosage
 - Plan de culture
 - Limiter la chaleur sous serre
- ▶ Réserve d'eau
- ▶ Système cascade
- ▶ Mesurer, c'est savoir



Substrat pour culture en toiture

- Propriété importante:
 - Léger
 - Bonne capacité de rétention d'eau
 - Bonne aération
 - Stable
 - Source suffisante de nutriments pour la croissance végétale

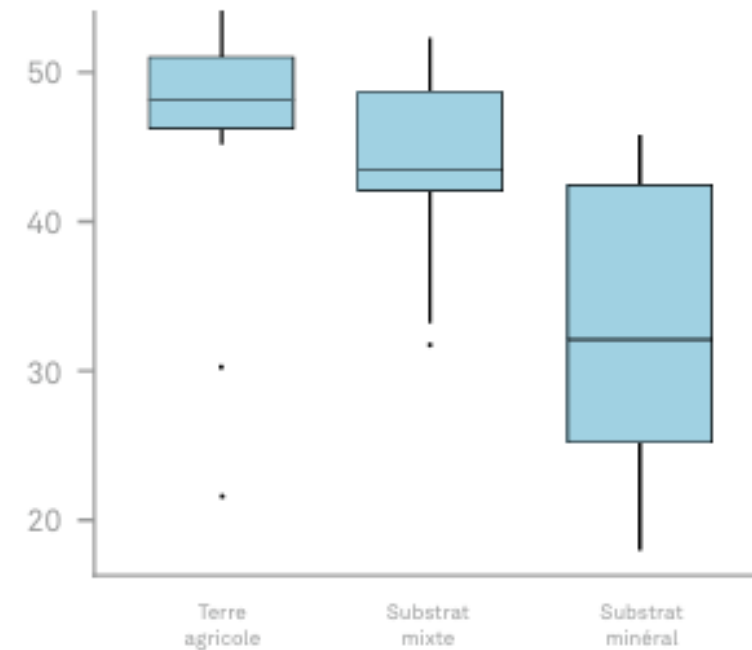


FIGURE 29 Capacité maximale de rétention en eau en fonction du type de substrat. © ARB îdF

- Les substrats de type « **agricoles** » et « **mixtes** » peuvent stocker davantage d'eau que les substrats « **minéraux** »
- CME 49,5% vs 37%
- Macroporosité plus élevée dans substrats minéraux



AGIR SUR LE SOL

Paillage

- ▶ Réduction de l'évaporation du sol, particulièrement en début de culture
 - Début: 50-80% de réduction de l'évaporation du sol
 - Plus tard: 15% réduction d'évapotranspiration



Source : David Read



Source: Cultures et Compagnies

Travail de conservation du sol

- ▶ Améliore la porosité du sol : meilleure infiltration et rétention
- ▶ Développement Réseau Mycorhizien:
 - démultiplie effet racines
 - aident à capter plus d'humidité

AGIR SUR LE SOL

Matière organique

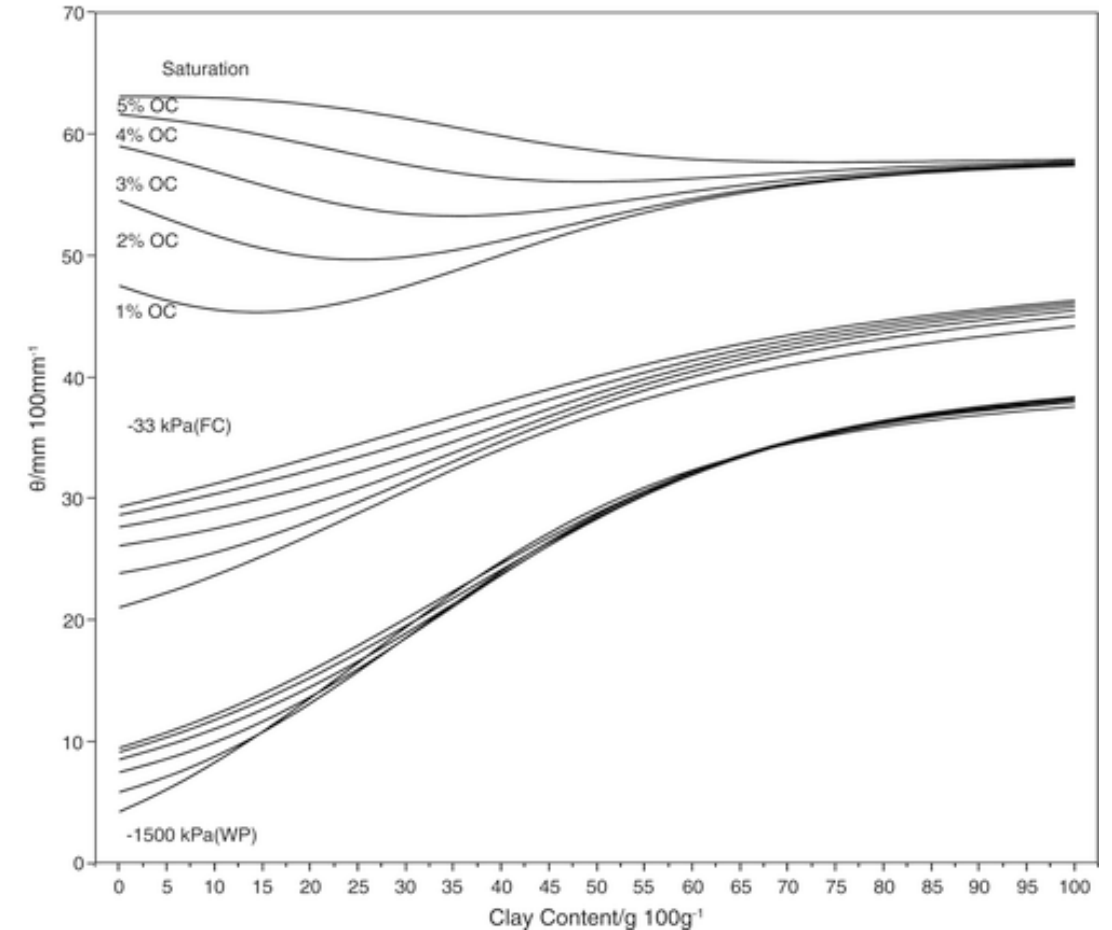
- ▶ Augmente la rétention d'eau
 - Sol sablonneux:

Augmentation %C	Augmentation réserve d'eau dans les 20 premiers cm de substrat
De 0,5% à 1,5%	3-4 mm
De 1,5% à 2,5%	2-3 mm
De 3% à 4%	1 mm

- Sol argileux :
effet dérisoire, déjà une bonne rétention

De quelle unité parle-t-on?

COT = teneur en carbone organique total: $\text{gC/Kg} = 10 \text{ g} / 100\text{g} = 10 \% \text{C}$



Minasny, B. and McBratney, A.B. (2018), Limited effect of organic matter on soil available water capacity. Eur J Soil Sci, 69: 39-47.

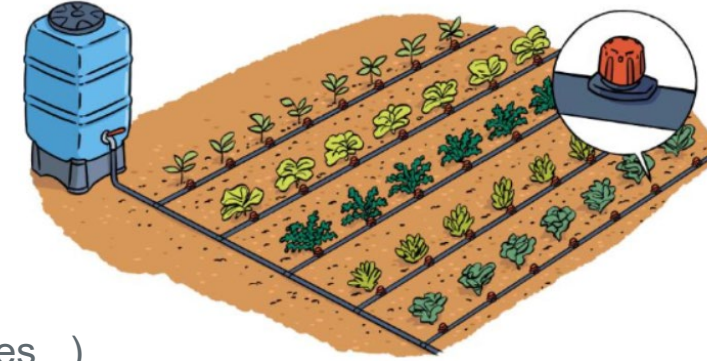


Technique d'arrosage

- Timing pendant la journée
- Quantité des arrosages
 - Max 2 fois par semaines → forcer les plantes à développer des racines profondes
- Goutte-à-goutte
 - Mois d'évaporation du sol (surtout pour des cultures espacées – chou, courges, asperges,..)
 - Jusqu'à -25% de réductions des besoins comparé à des asperseurs
 - Épargne du temps une fois installé
 - Attention aux fuites !

Plan de culture

- Choix de culture robuste
- En fonction de l'exposition du terrain
- Période semis
 - Planter suffisamment tôt dans la saison
 - Attendre les premières pluies pour semis/plantation en pleine terre



Source: Bruxelles Environnement



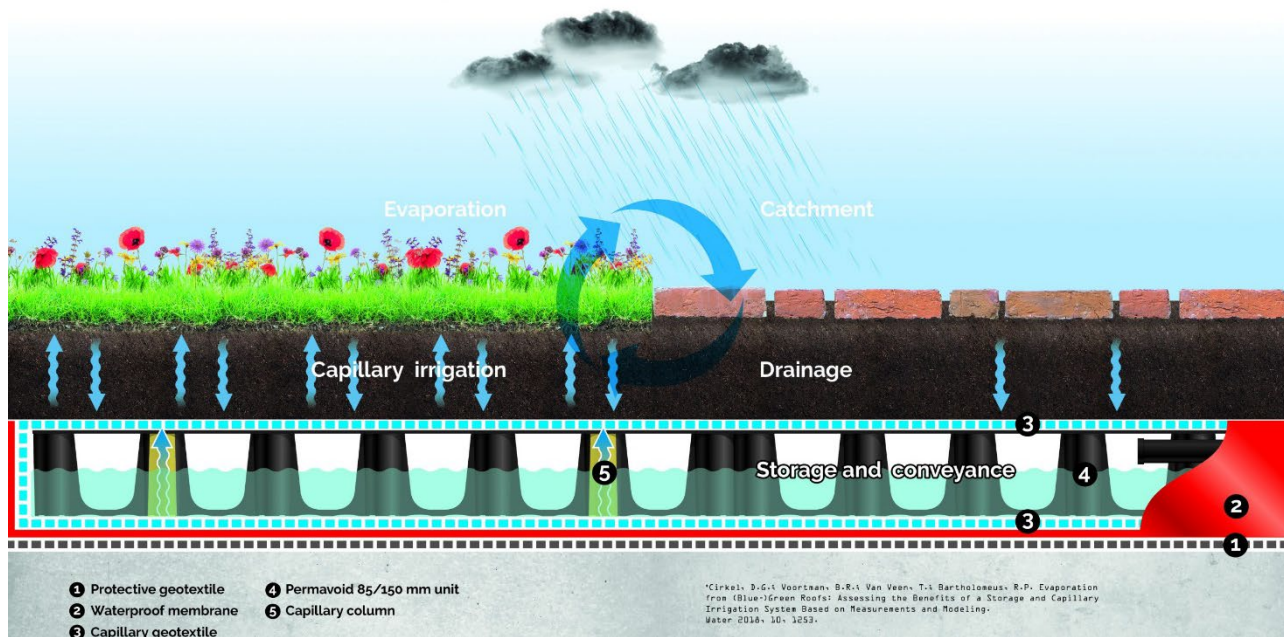
Source: Komat.fr

Limiter la chaleur sous serre



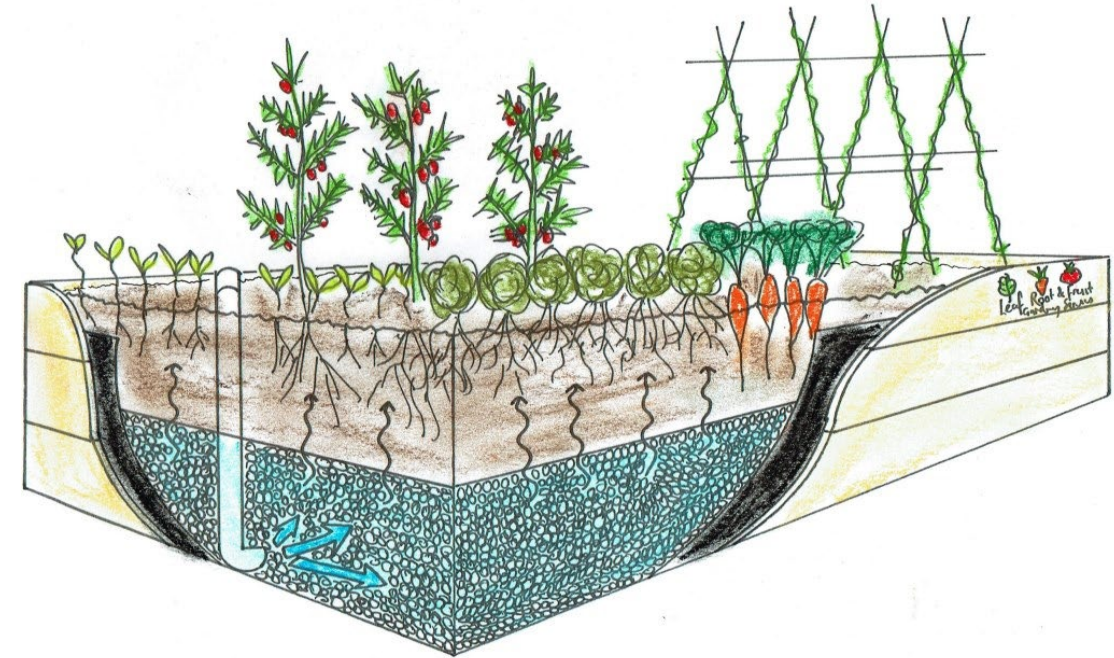
- Stockage d'eau – réserve d'eau en contact avec le substrat
- Arrosage par capillarité

Toitures avec réserve d'eau



Source: Drain Products Europe BV

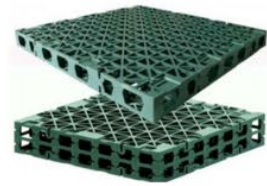
Wicked system



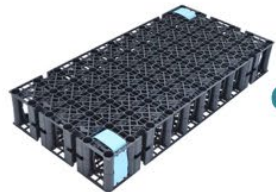
Source: Leaf,, root & fruit



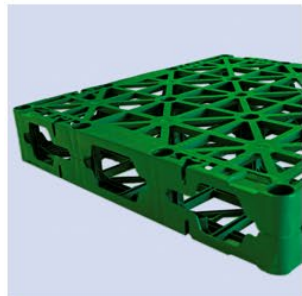
Éléments de rétention et capillarité



ZinCo

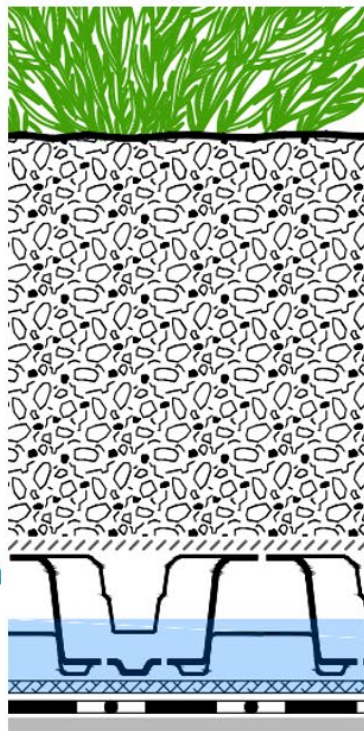
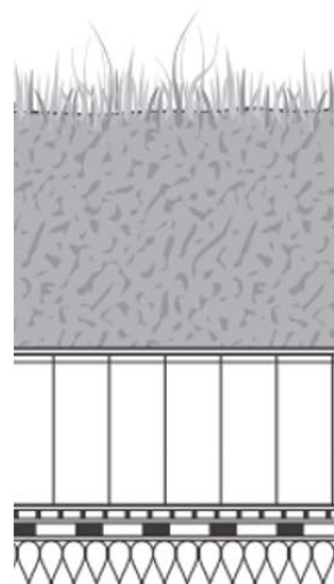
Siplast/
Nidaplast

OptiGrün



Nophadrain

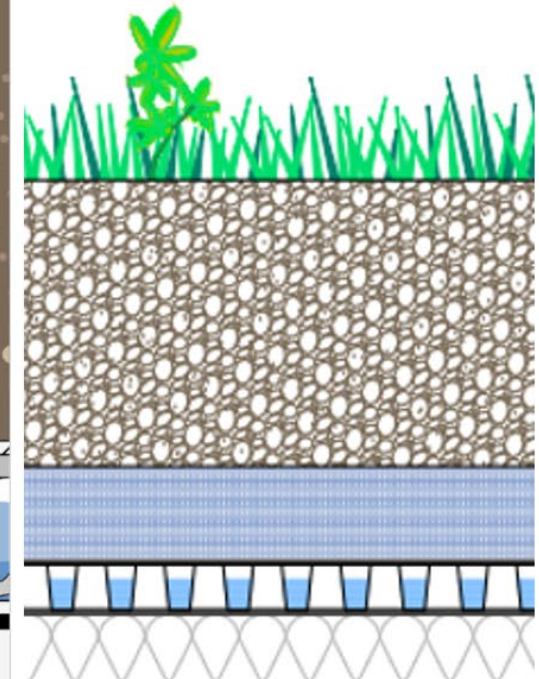
ZinCo

Siplast/
Nidaplast

OptiGrün



Nophadrain

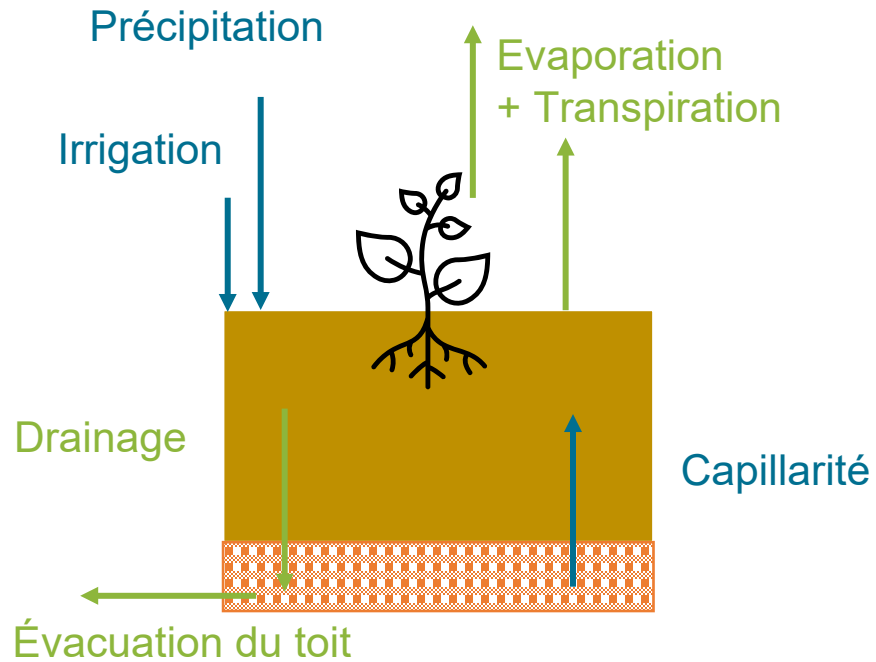


Éléments de rétention et capillarité

Quels sont les effets d'un volume de rétention sur le besoin en eau de la végétation?

Modèle:

Balance de l'eau dans le substrat



Calculs:

Simulation de l'eau disponible dans le substrat sur base des

- ▶ données météorologique 2022 (année sèche)
- ▶ type de végétalisation
- ▶ type et profondeur de substrat
- ▶ Simulation d'eau disponible dans l'élément de rétention

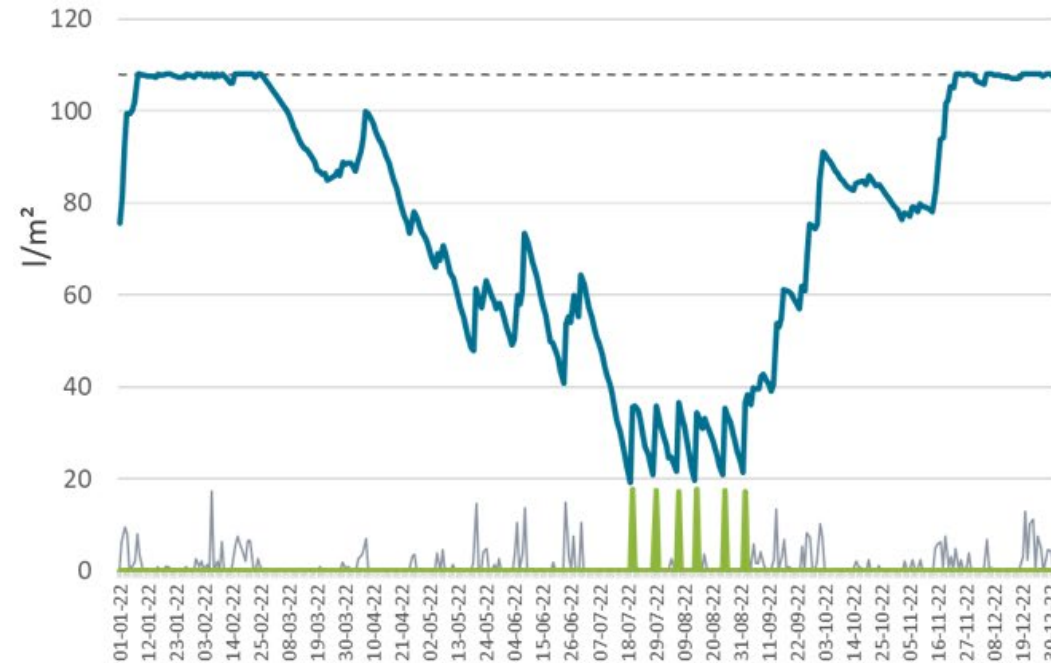


Substrat: 40cm

Couche de drainage: 2cm

Végétation: plantes vivaces

Dose à arroser (annuel): **104 mm**



Simulation 2022

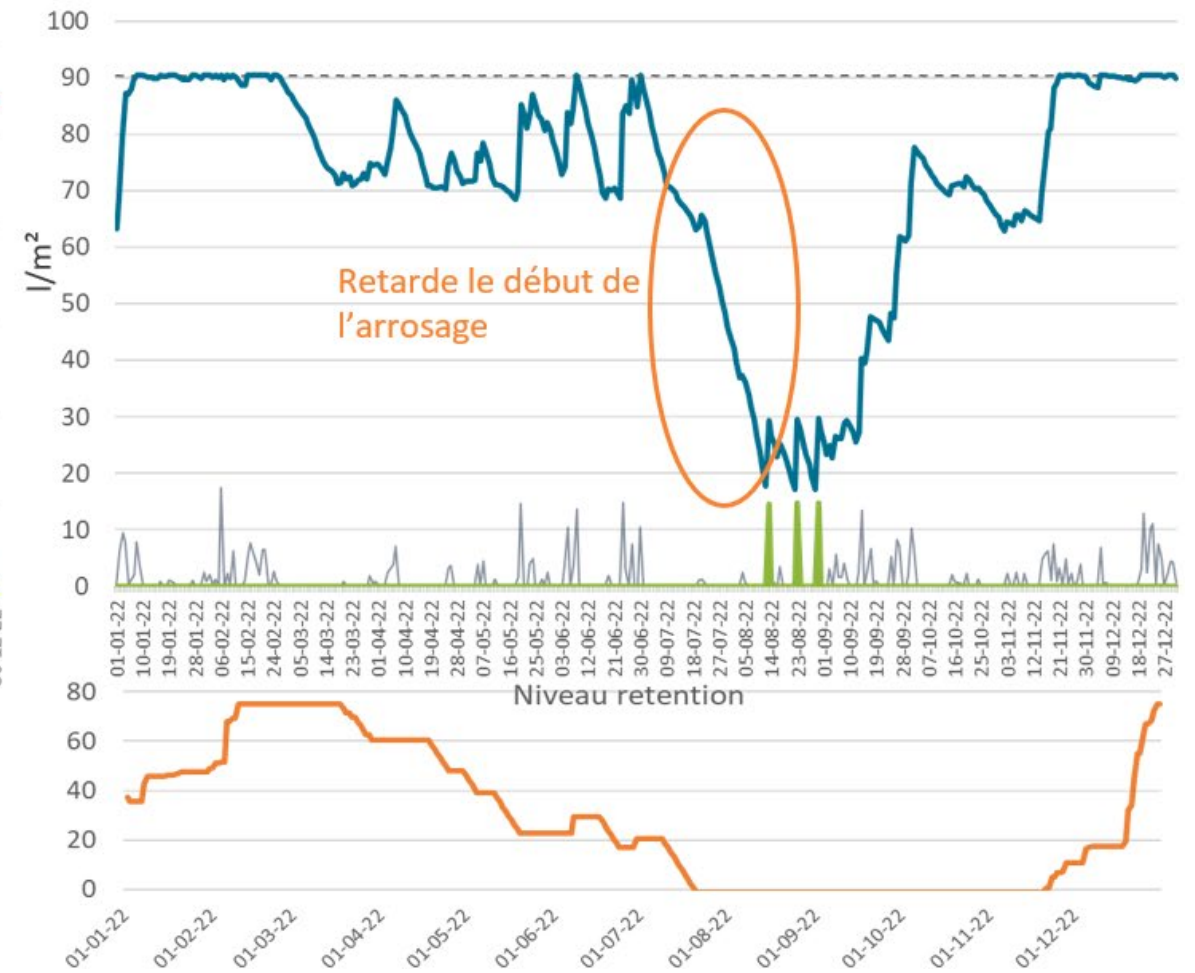
— Eau disponible dans zone racine
— Pluviométrie
— Dose (mm) à arroser

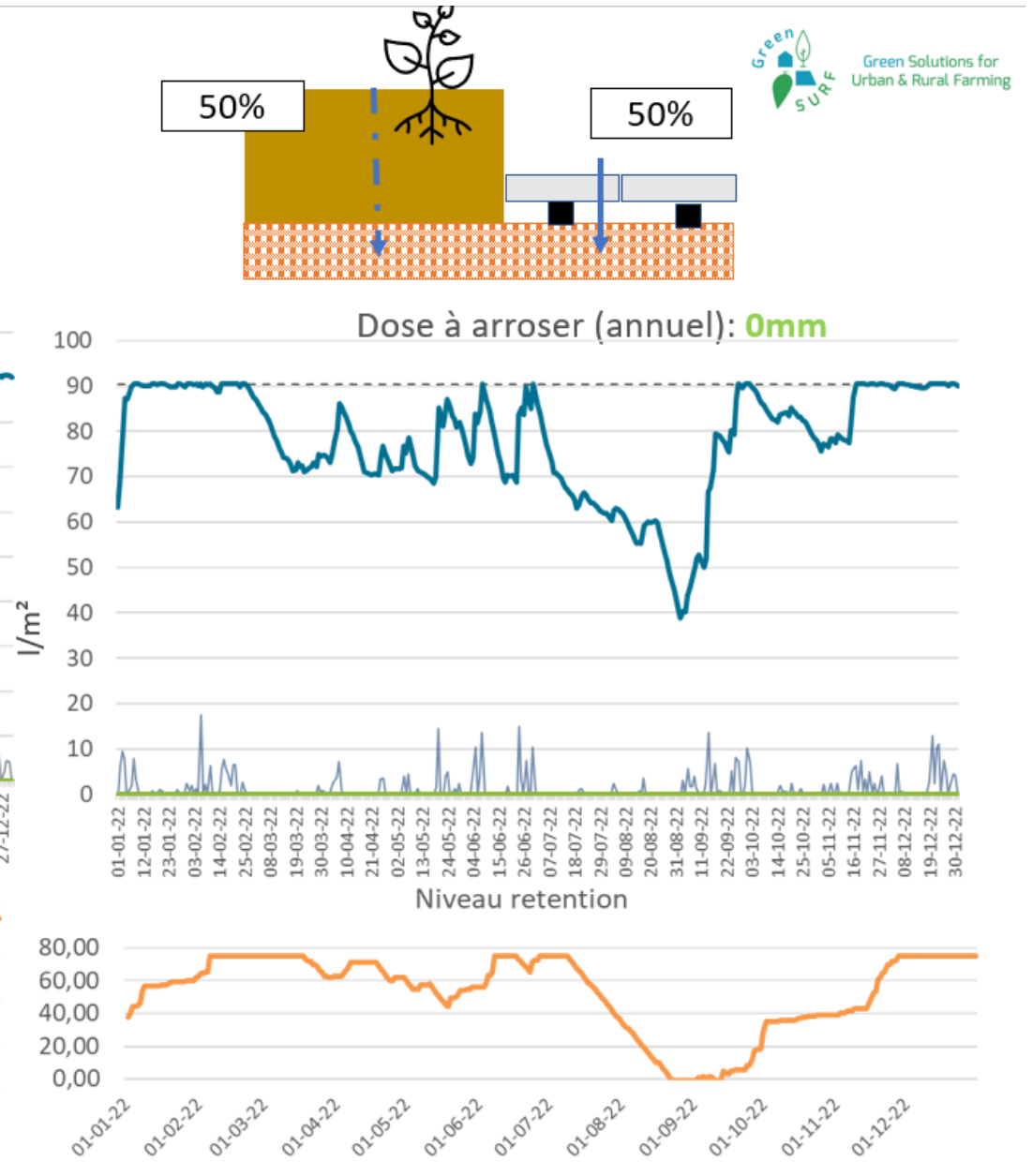
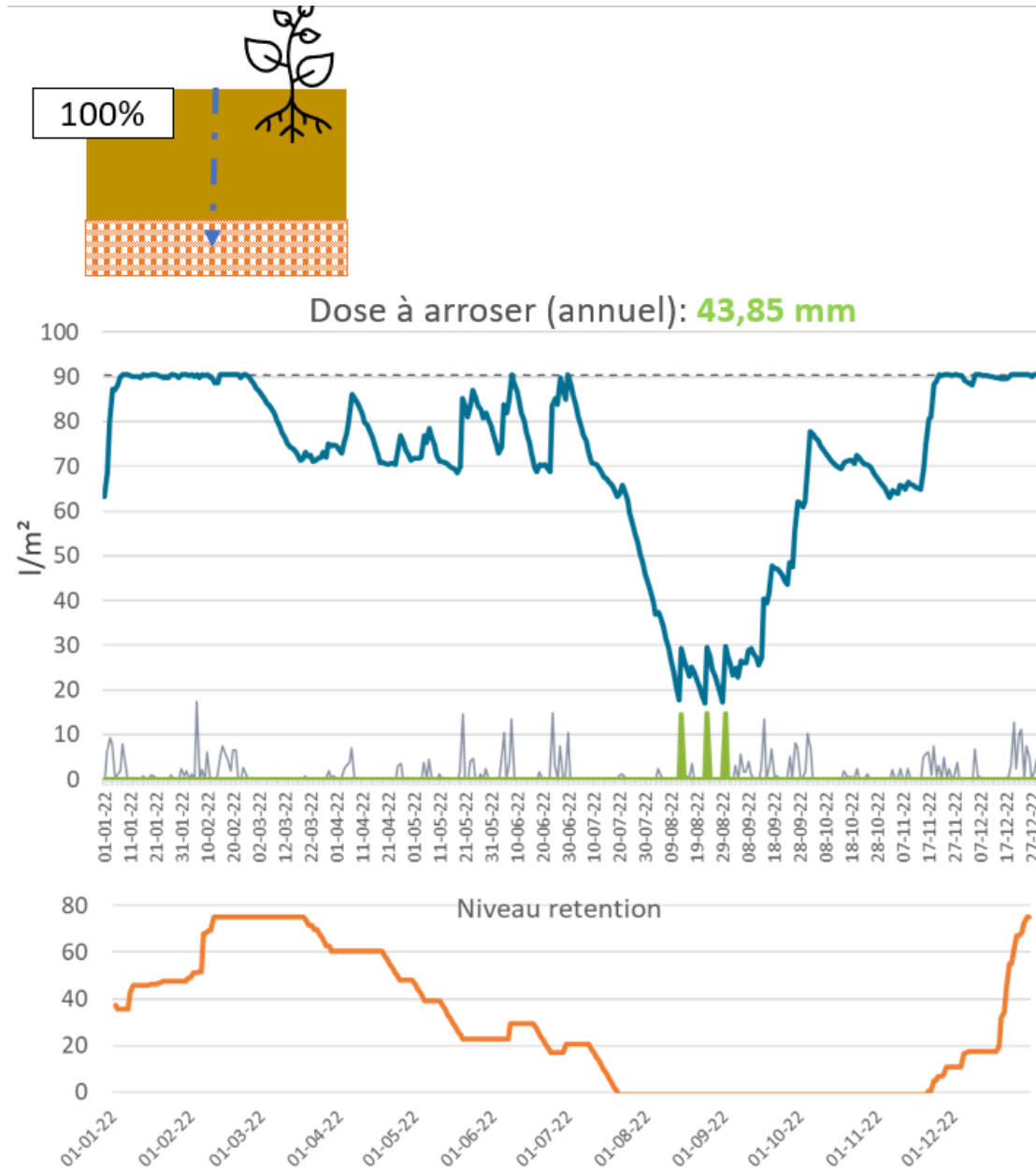
Substrat: 33,5cm

Couche rétention: 8,5 cm

Végétation: plantes vivaces

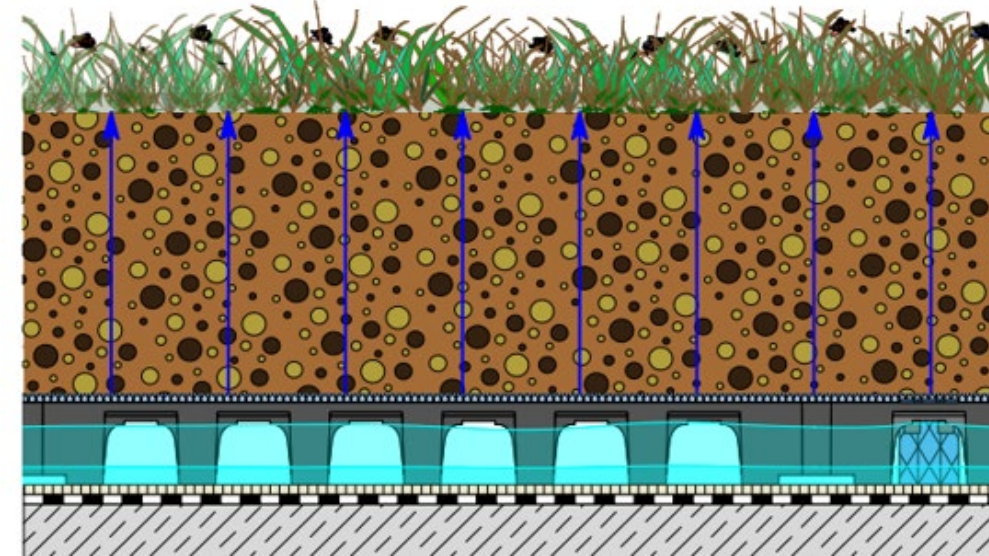
Dose à arroser (annuel): **43,85 mm**



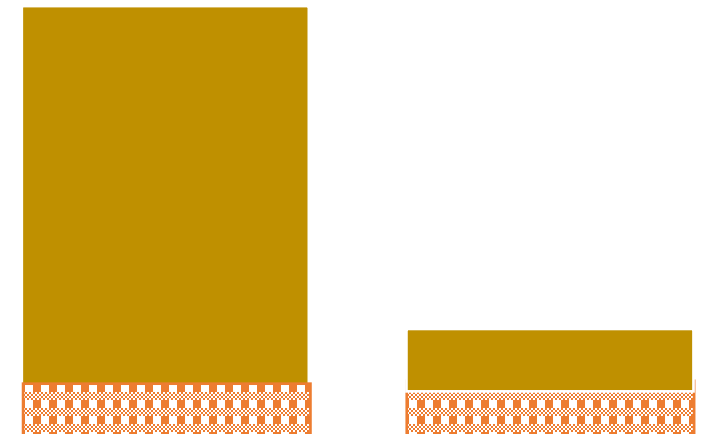


Impact des éléments de rétention

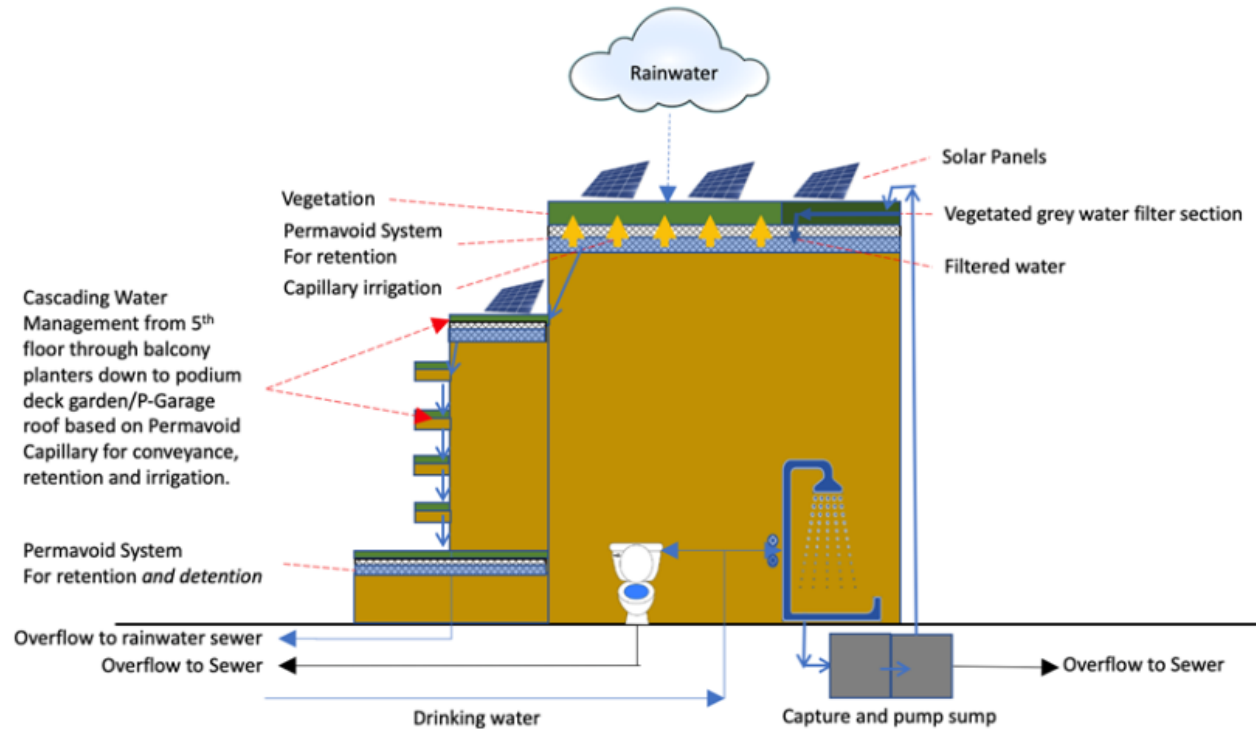
- ▶ Fonctionnement: stockage eau de pluie pour réutilisation par la végétalisation (via capillarité) → diminuer le volume d'arrosage
- ▶ Attention fonction de **retention** ↔ **reutilisation**
 - ▶ dépend de la hauteur du trop-plein
 - ▶ Peut-être combiné
- ▶ Plus d'effet sur des système à faible épaisseur de substrat
 - ▶ Le substrat est une forme de réserve d'eau
- ▶ Intéressant de connecter les surfaces non-végétalisées à la couche de rétention pour l'alimentation en eau de pluie plus intéressant (comme augmenter la surface de récolte de la citerne)
- ▶ Vérifier le système de 'capillarité' dans des produits



Source: Optigruen



Projet Mannoury, Amsterdam



Source: KWR



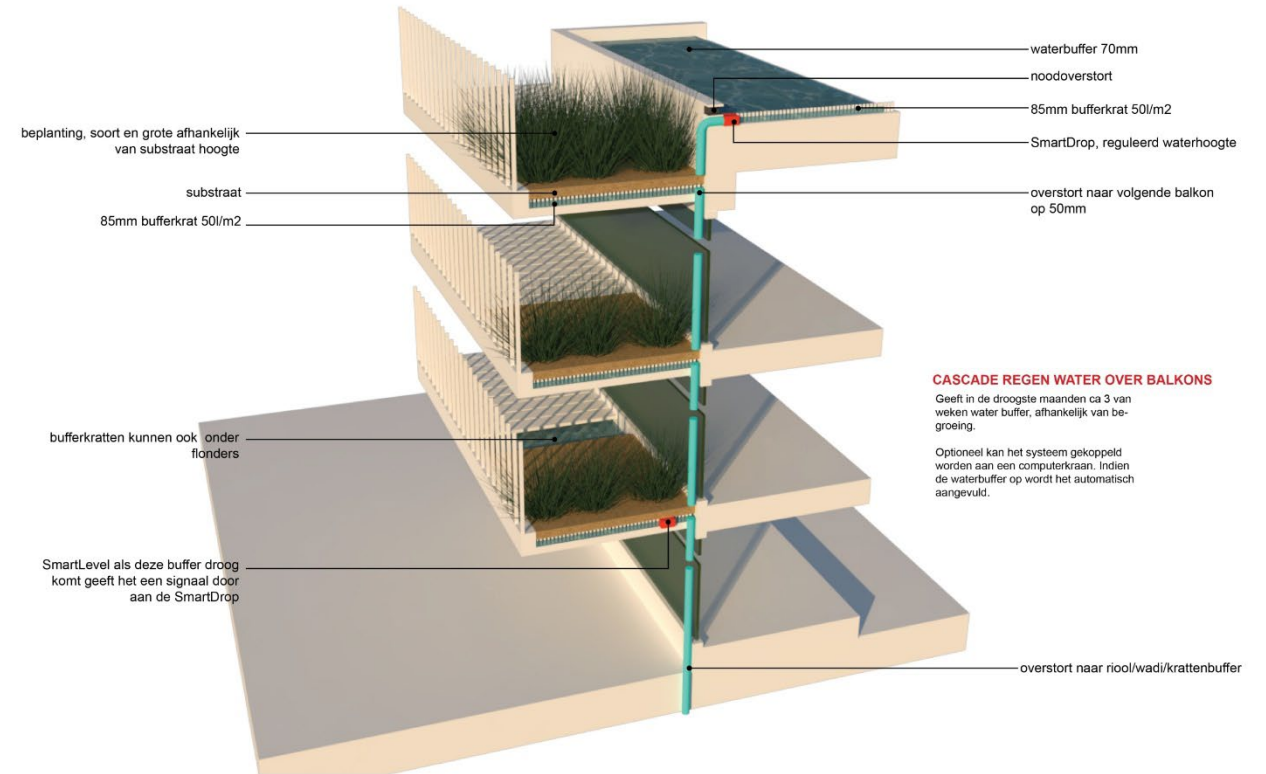
Source: mannoury.nl



High End, Amsterdam



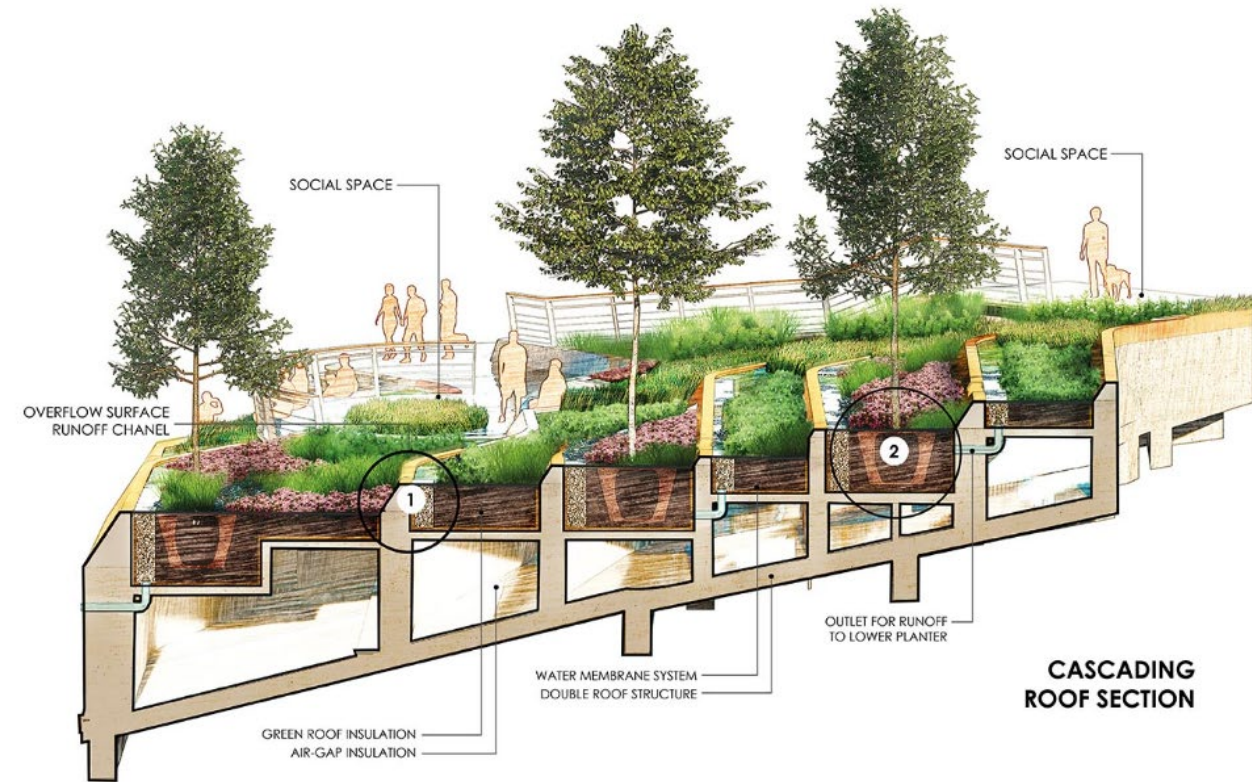
Source: Luuk Krame



source: : XOOMlab



Thammasat Green Roof, Bangkok



Source: Panoramic Studio / LANDPROCESS



Connaitre les caractéristiques de son sol (et sa réserve utile)

Mesurer et connaitre sa consommation (compteurs, niveau)

Sondes d'humidité

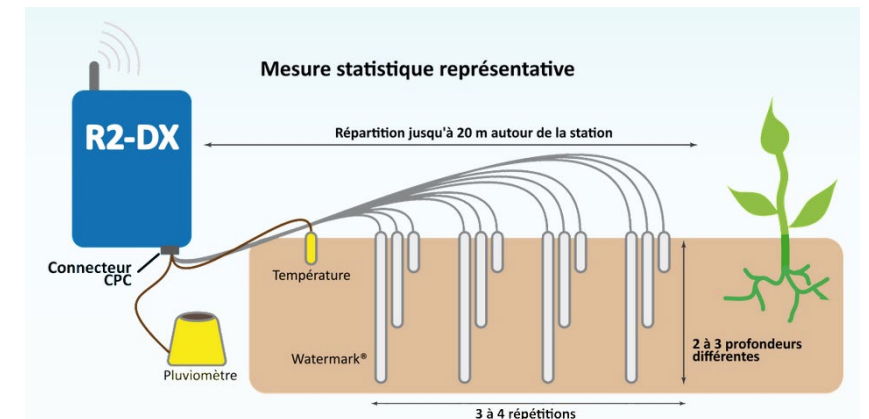
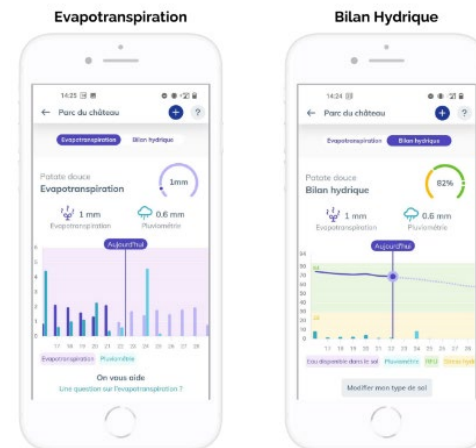
Pluviomètre



Source: manomano.fr



Source: SensCrop



Source: l'Arc En Ciel



Noémie Hisette

Bio-ingénieure

GreenSURF

☎ + 32 4 79 99 69 51

✉ n.hisette@green-surf.comGreen Solutions for
Urban & Rural Farming

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

