

Etat de l'art en aquaponie

Bases de fonctionnement et conception d'un système aquaponique

Pierre Foucard

ITAVI – Service Aquaculture

Salon Aquaponia

9 octobre 2020



La conception moderne de L'AQUAPONIE

« *RAS* »
aquaculture en
circuit recirculé



+
Hydroponie



=
Aquaponie



Partie végétale = composante
de phytoépuration pour la
partie piscicole

OU

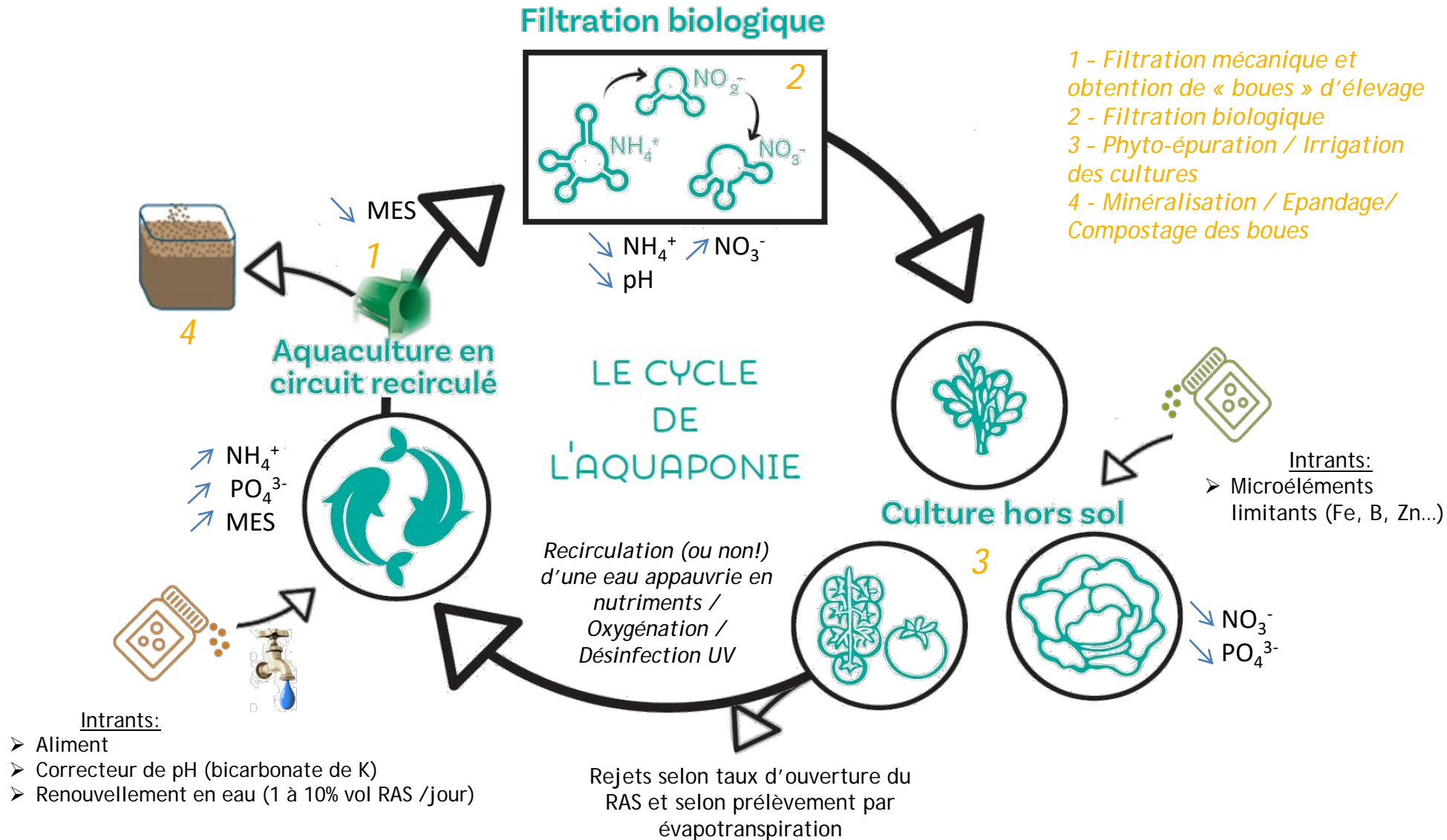
Partie piscicole = composante
de création d'engrais NPK
pour la partie végétale

OU

Les deux buts réunis



L'aquaponie: schéma de principe

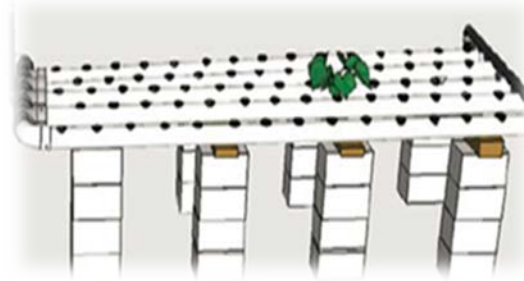


Méthodes de culture

Les grands classiques de l'aquaponie



Rafts avec pot panier et
substrat



NFT avec pot panier
avec ou sans substrat



Flux-reflux sur gravier

Méthodes de culture

Les autres méthodes



Goutte à goutte sur
pain de culture
(tourbe, coco...)

Tables à marées
horticoles et plantes
en pots



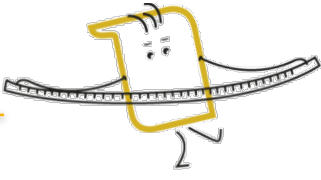
Goutte à goutte sur
pots hollandais



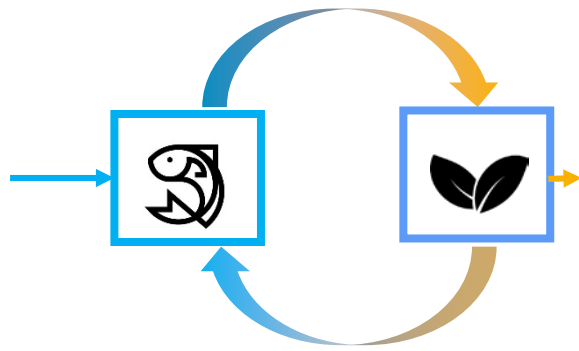
Tours verticales
avec ou sans
substrat



L'aquaponie : bases de dimensionnement

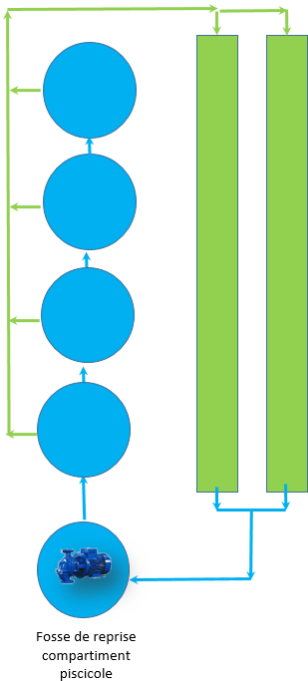


Systèmes couplés / découplés?



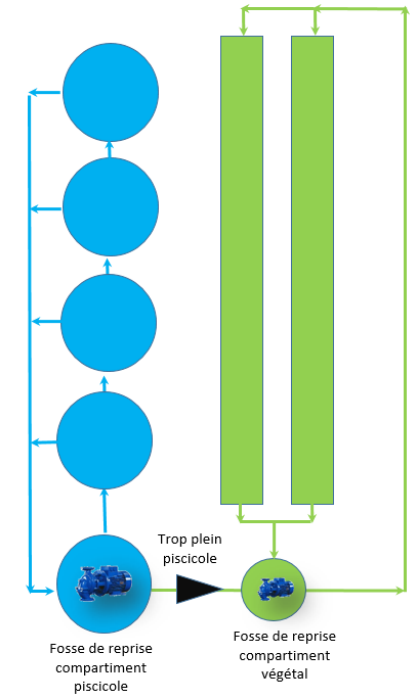
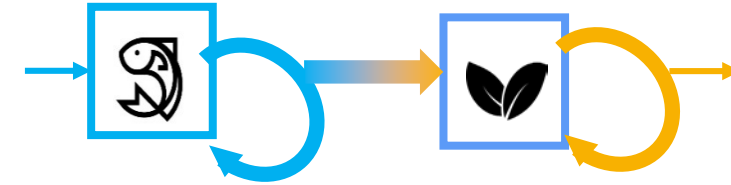
Système « couplé »

- 1 boucle de recirculation globale
- Compartiments 'dépendants'
- Système peu « flexible » dans son mode de fonctionnement
- Consommation/j en eau : 50 à 100 L/kg d'aliment
- Augmentation inexorable de NPK au cours du temps



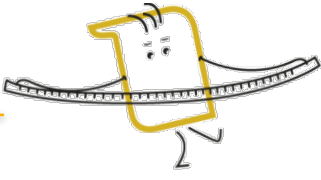
Système « découplé »

- 2 boucles de recirculation- piscicole et végétale indépendantes
- Meilleure maîtrise de chaque compartiment
- Consommation/j en eau : 100 à 300L/kg d'aliment
- « Lisse » les taux de NPK dans la partie piscicole
- Evite l'accumulation d'azote, de sodium, de fines particules
- Plus de bien être pour le poisson?



Principe de dimensionnement similaire

L'aquaponie : bases de dimensionnement



La notion d'élément « limitant »



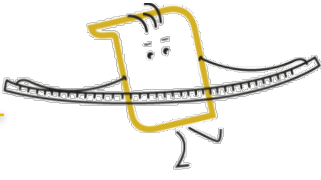
Loi de Liebig:

« l'importance de rendement d'une récolte est déterminée par l'élément qui se trouve en plus faible quantité par rapport aux besoins de la culture »

En aquaponie:

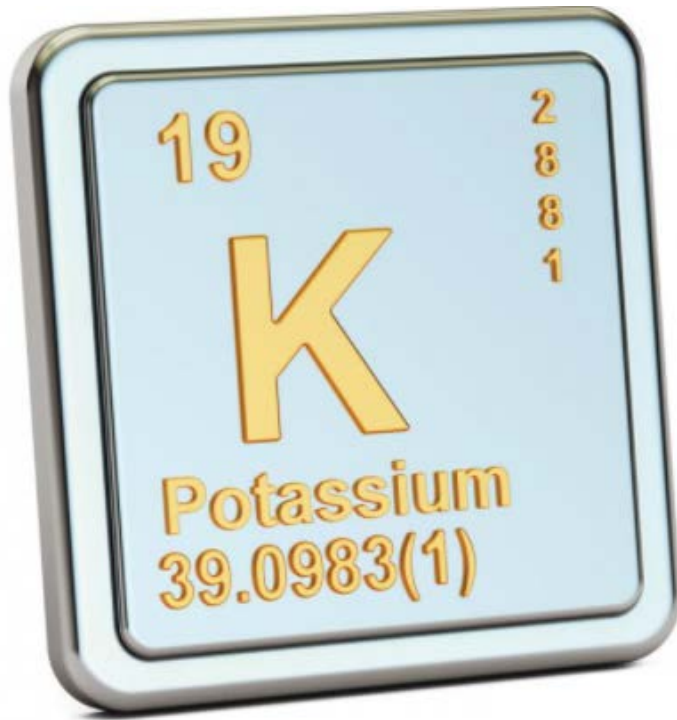
$K < P < N$

L'aquaponie : bases de dimensionnement

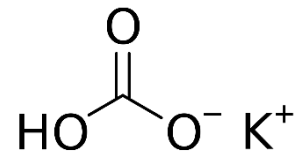


La notion d'élément « limitant »

En aquaponie, le K est un élément toujours limitant par rapport à P et N



Présent en faibles quantités dans
l'aliment pour poisson

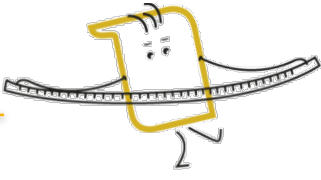


En apporter en quantité adéquate multiplie par 5 la
surface végétale cultivable ET induit que P devient le
nouvel élément « limitant »

Ne pas en apporter implique une moins
bonne phyto-épuration du N et P et
donc une accumulation au cours du
temps + des carences nutritionnelles
sur les végétaux

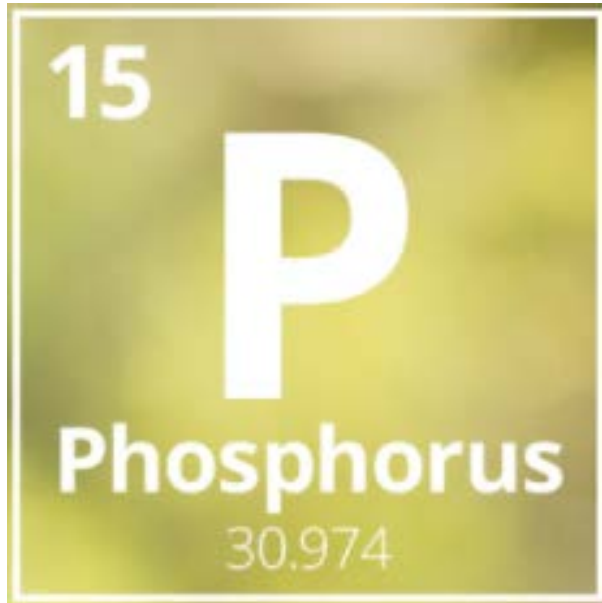


L'aquaponie : bases de dimensionnement



La notion d'élément « limitant »

En aquaponie, le P est souvent limitant par rapport à N



Ne pas en apporter est le but en aquaponie (eutrophisation, ressource limitée)

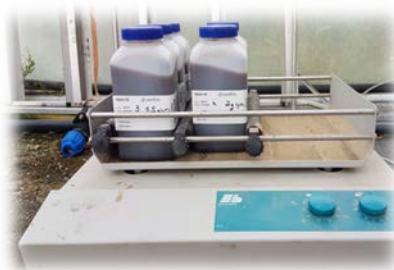
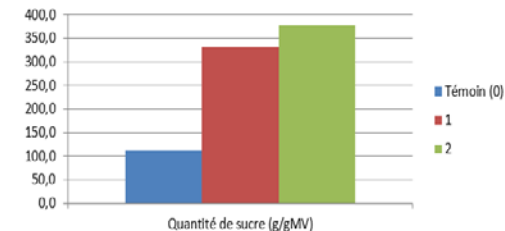


Ne pas en apporter implique aussi une moins bonne phyto-épuration du N et donc une accumulation de N au cours du temps
→ Problématique en système « couplé » sans renouvellement en eau

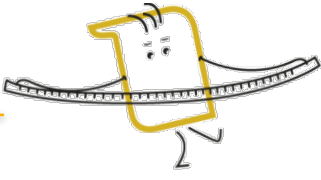


Piste d'étude: minéralisation anaérobie des boues piscicoles par bio-acidification pour relarguer plus de P

Dosage du P-PO4 dans les boues après bio acidification



L'aquaponie : bases de dimensionnement



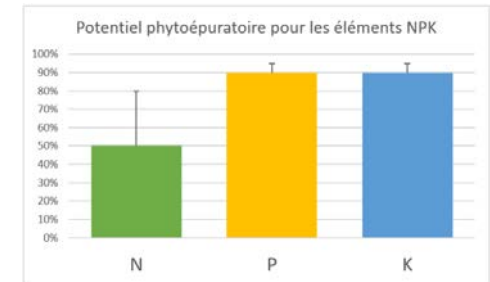
La notion d'élément « limitant »

Le N est la plupart du temps en excès par rapport à P et K

Le N tend à s'accumuler en aquaponie... (comme en RAS simple)
nécessité de « diluer » (taux d'ouverture) d'où l'intérêt du système découplé



MAIS: épurer + de 90% du phosphore, et 50 à 80% de l'azote via l'aquaponie est un objectif possible et très satisfaisant pour un élevage piscicole
→ Dimensionnement préalable!!!



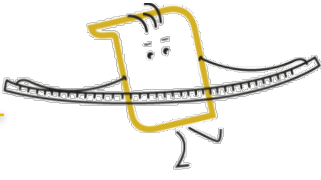
Remarque 1 : un indice de conversion plus élevé, ou un taux de protéines plus faible dans l'aliment (autre espèce que la truite!) peut permettre d'équilibrer le ratio N/P



Remarque 2 : le N n'est pas la seule molécule qui peut s'accumuler...



L'aquaponie : bases de dimensionnement



Le ratio aliment piscicole / surface végétale (RASV)

RASV

Quantité d'aliment distribuée (g/par jour)

=

Surface cultivable (m²)

Littérature?

60 à 100 g d'aliment/m²/jour
(Rakocy, 2006)

Variables physico chimique

- Composition de l'eau de renouvellement
- pH de l'eau
- Taux d'ouverture

Variables zootechniques

- Espèce de poissons
- Taux de protéines de l'aliment
- Taux de phosphore de l'aliment
- Stade de croissance
- Performances de croissance / IC

Variables phytotechniques

- Variété végétale
- Potentiel phyto-épuration N-P-K
- Densité de culture
- Phase de croissance
- Climat/Saison

Cas d'étude : élevage de truites, plusieurs stades de croissance de 50 à 300 g, taux de protéines moyen de 42%, taux de P moyen de 1%, IC moyen de 0,9, plantations printemps/été



Ratio moyen de **15 g d'aliment/m²/jour**
s'il y a compléments en K

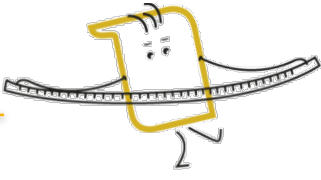
Ratio moyen de **80 g d'aliment/m²/jour**
sans compléments en K



Rapports de 1 à 5 sur ce ratio selon la variété végétale!



L'aquaponie : bases de dimensionnement

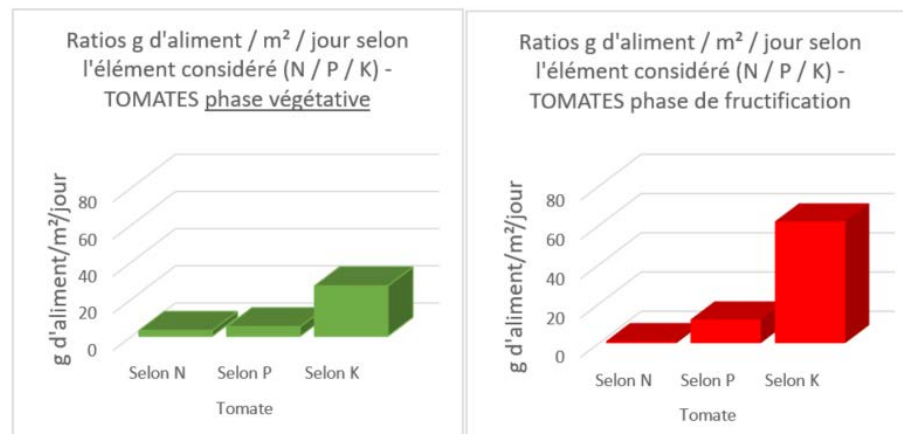


Le ratio aliment piscicole / surface végétale (RASV)

Variabilité RASV selon espèce végétale



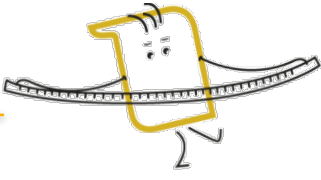
Variabilité RASV selon stade de croissance



	Ratio g d'aliment (42% de protéines) / m² de culture (RASV)		
	Selon N	Selon P	Selon K
Moyenne	10	15	82
Ecart type	3	5	37
Minimum	3	4	19
Maximum	22	26	179



L'aquaponie : bases de dimensionnement



Phytoépuration des effluents piscicoles: quelle efficacité?

« Boîte noire » pour la modélisation et compréhension des systèmes aquaponiques

- Approches bilan de masse: limites
- Acquisition de données de potentiel phyto-épuration de nombreuses espèces maraichères et horticoles

g P/m²/jour?



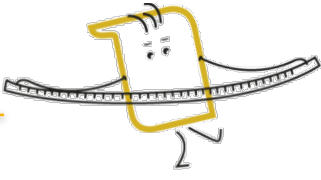
g N/m²/jour?

g K/m²/jour?



Mg, Ca, S, rarement limitants. Apports de Fe, Mn, et Bo conseillés...

L'aquaponie : bases de dimensionnement



Phytoépuration des effluents piscicoles: quelle efficacité?



**Pour 1 kg d'aliment distribué...
... soit environ 100 kg de truites en
bassins...**

40 à 180 m² de culture végétale (avec apport de K)
8 à 40 m² de culture végétale (sans apport de K)



40 m² (si apport de K supplémentaire K+)
8 m² (sans apport de K supplémentaire K-)



70 m² (K+)
8 m² (K-)



64 m² (K+)
9 m² (K-)



60 m² (K+)
17 m² (K-)



88 m² (K+)
16 m² (K-)



170 m² (K+)
40 m² (K-)





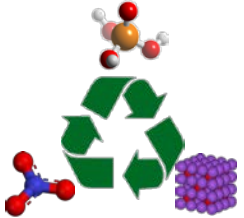
Pas de modèle de conception « unique »



Mais pourquoi un système découplé plutôt que couplé?

→ Les plantes n'abattent pas 100% du N, et certains minéraux s'accumulent,

→ Adapter la solution nutritive sans impacter le compartiment piscicole (bien être des poissons, lissage des taux de nutriments);



Phyto-épuration: apporter du K permet d'améliorer grandement les performances environnementales et économiques de l'installation (*5 en rendement, *5 en abattement N et P);



Dimensionnement d'un système aquaponique : « 100 kg de poissons » nourrissent 40 à 200 m² de cultures végétales



→ Pas de recette magique!!! Complexe et multifactoriel, nécessite de la modélisation au cas par cas (*rejets piscicoles, filtration biologique et mécanique, paramètres hydrauliques, phyto-épuration...*).

Merci pour votre écoute

Avez-vous des questions?



Site internet du programme: <https://projetapiva.wordpress.com>

Partenaires:

