



# ITAVI

L'INSTITUT TECHNIQUE DES FILIÈRES  
AVICOLE, CUNICOLE ET PISCICOLE



# 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*



[www.itavi.asso.fr](http://www.itavi.asso.fr)

# La conception moderne de L'AQUAPONIE

« *RAS* »  
aquaculture en  
circuit recirculé



+  
Hydroponie



=  
**Aquaponie**



Partie végétale = composante  
de phytoépuration pour la  
partie piscicole

OU

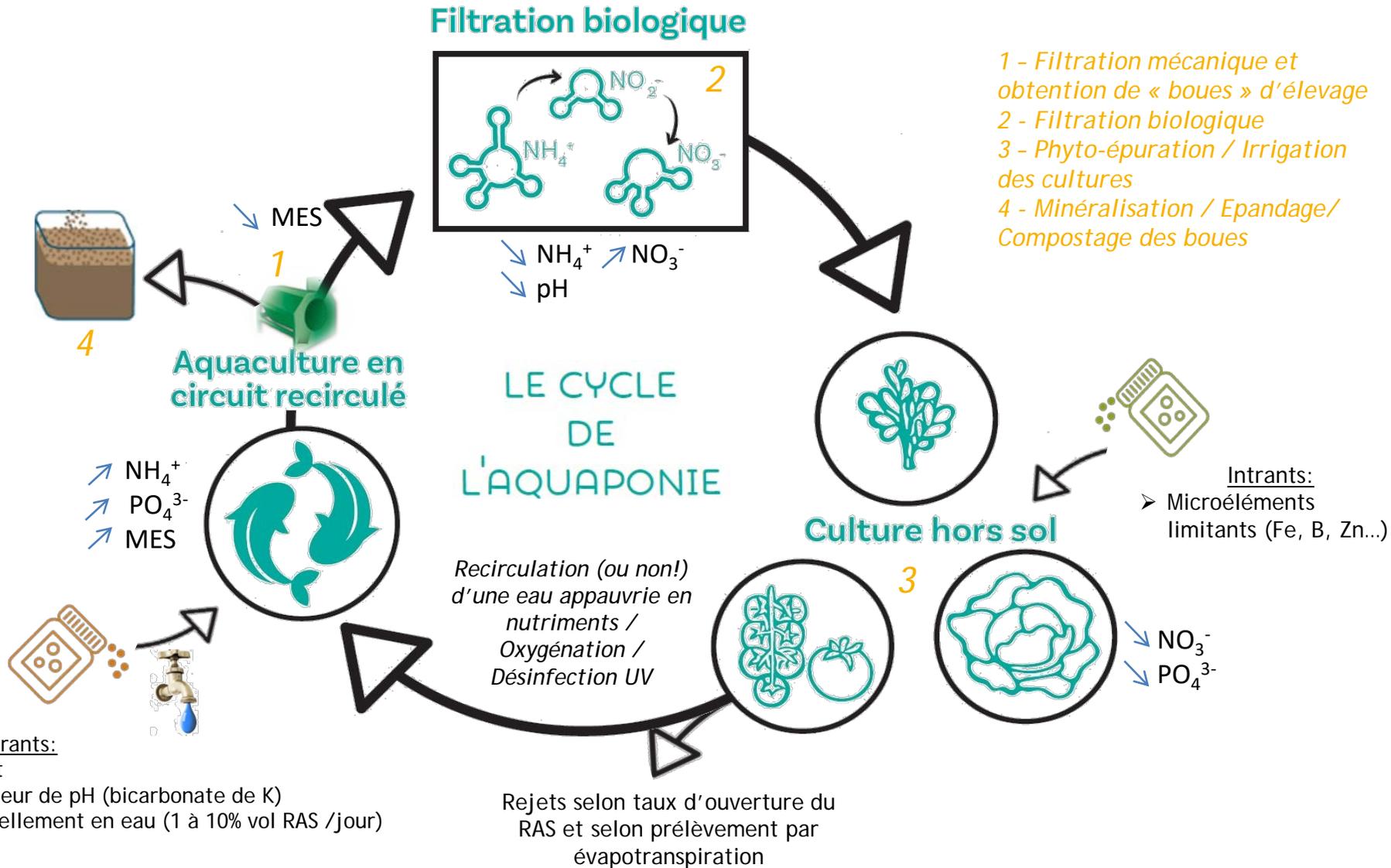
Partie piscicole = composante  
de création d'engrais NPK  
pour la partie végétale

OU

Les deux buts réunis

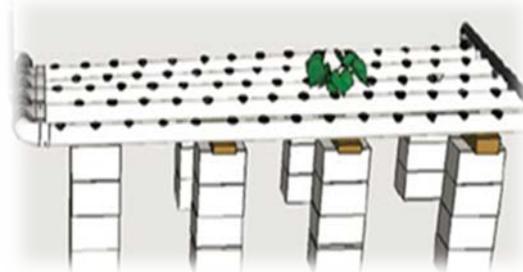


# L'aquaponie: schéma de principe



# 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...)



Goutte à goutte sur  
pots hollandais

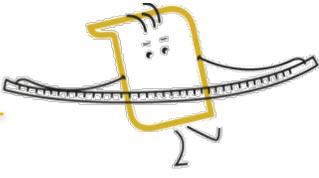


Tables à marées  
horticoles et plantes  
en pots

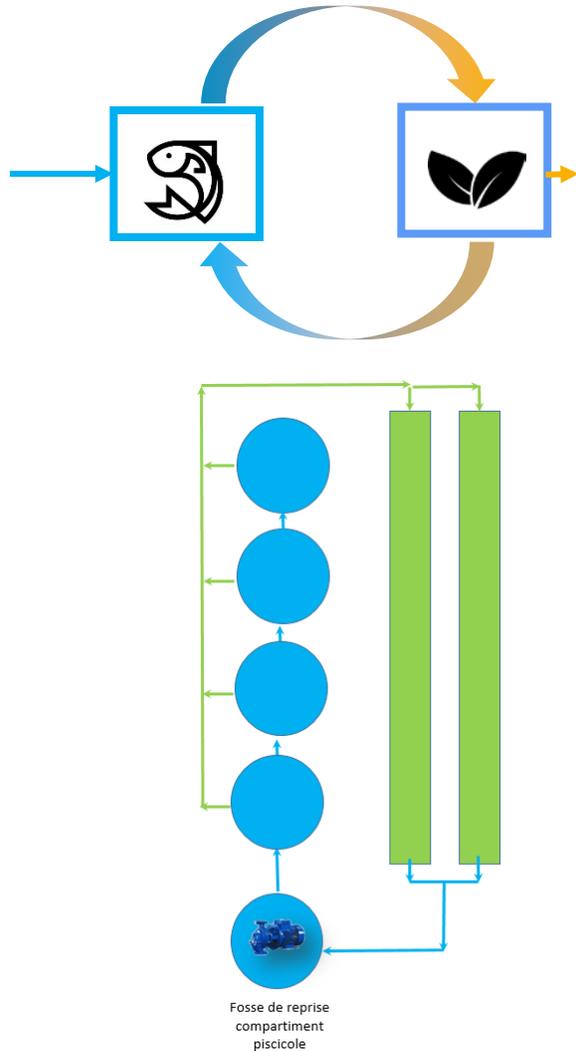
Tours verticales  
avec ou sans  
substrat



# L'aquaponie : bases de dimensionnement



## Systemes couplés / découplés?



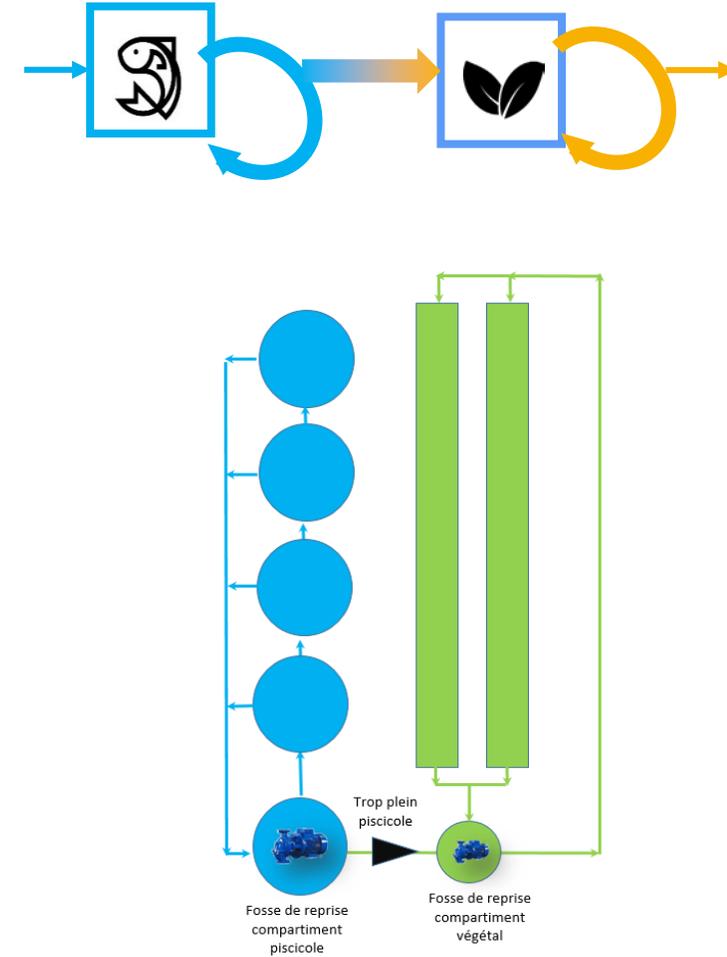
### Systeme « couplé »

- 1 boucle de recirculation globale
- Compartiments 'dépendants'
- Systeme 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



### Systeme « découplé »

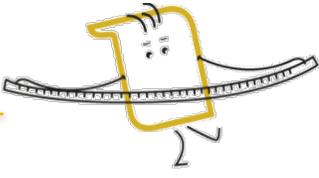
- 2 boucles de recirculation- piscicole et végétale indépendantes
- Meilleure maitrise de chaque compartiment
- Consommation/j en eau : 100 à 300L/kg d'aliment
- « Lisse » les taux de NPK dans la partie piscicole
- Evite l'accumulation d'azote, de sodium, de fines particules
- Plus de bien être pour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



*Principe de dimensionnement similaire*



# L'aquaponie : bases de dimensionnement



La notion d'élément « limitant »



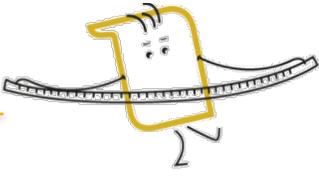
**Loi de Liebig:**

*« 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:

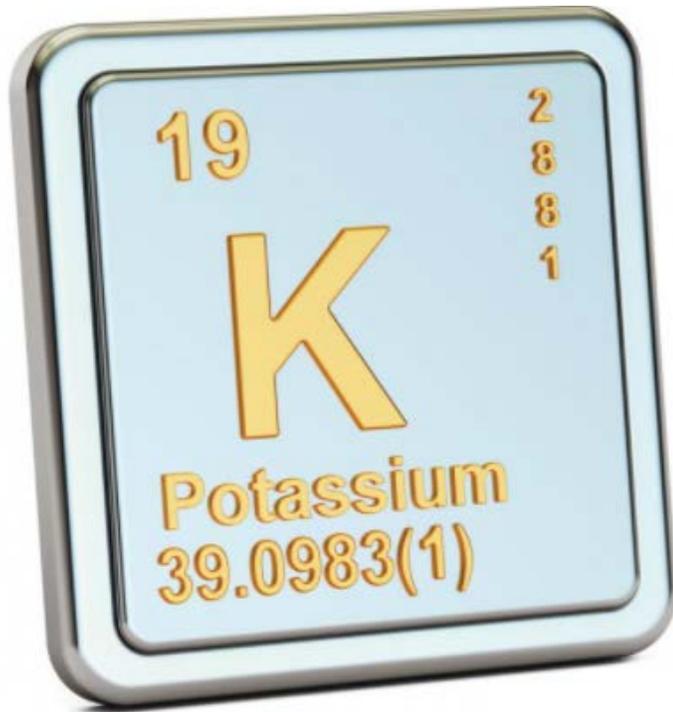
$K < P < N$

# L'aquaponie : bases de dimensionnement

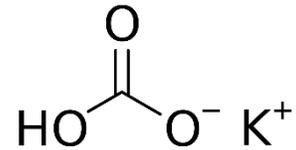


La notion d'élément « limitant »

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



**Présent en faibles quantités** dans l'aliment pour poisson

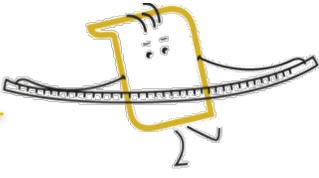


**En apporter** en quantité adéquate multiplie par 5 la surface végétale cultivable ET induit que P devient le nouvel élément « limitant »

**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)

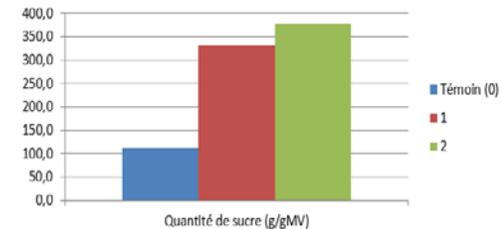


**Ne pas en apporter** implique aussi une moins bonne phyto-épuration du N et donc une accumulation de N au cours du temps  
→ Problématique en système « couplé » sans renouvellement en eau

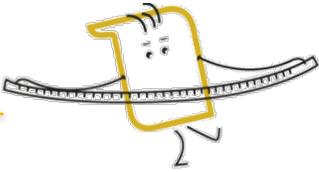


**Piste d'étude:** minéralisation anaérobie des boues piscicoles par bio-acidification pour relarguer plus de P

Dosage du P-PO4 dans les boues après bio acidification



# L'aquaponie : bases de dimensionnement



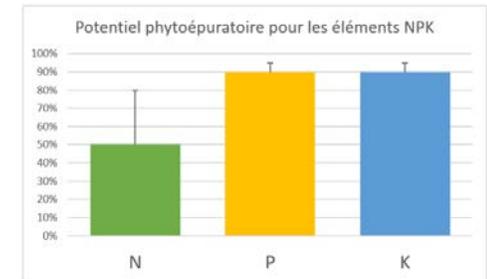
La notion d'élément « limitant »

**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!!!

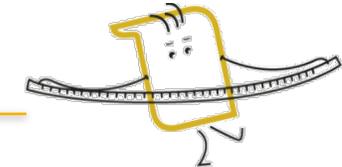


**Remarque 1 :** un indice de conversion plus élevé, ou un taux de protéines plus faible dans l'aliment (autre espèce que la truite!) peut permettre d'équilibrer le ratio N/P

**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 (m<sup>2</sup>)

Littérature?

60 à 100 g d'aliment/m<sup>2</sup>/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/m<sup>2</sup>/jour** s'il y a compléments en K

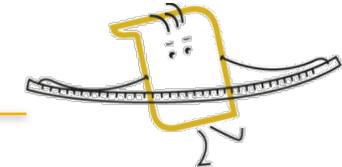
Ratio moyen de **80 g d'aliment/m<sup>2</sup>/jour** sans compléments en K



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

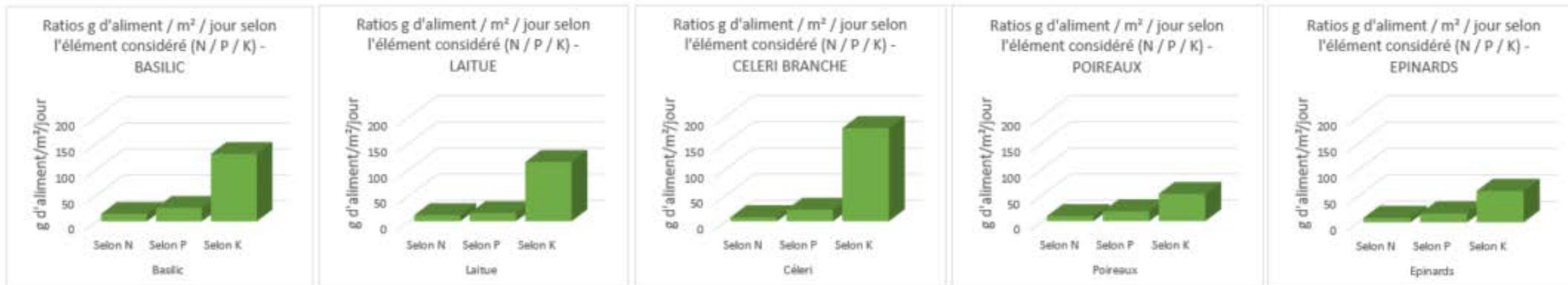


# L'aquaponie : bases de dimensionnement

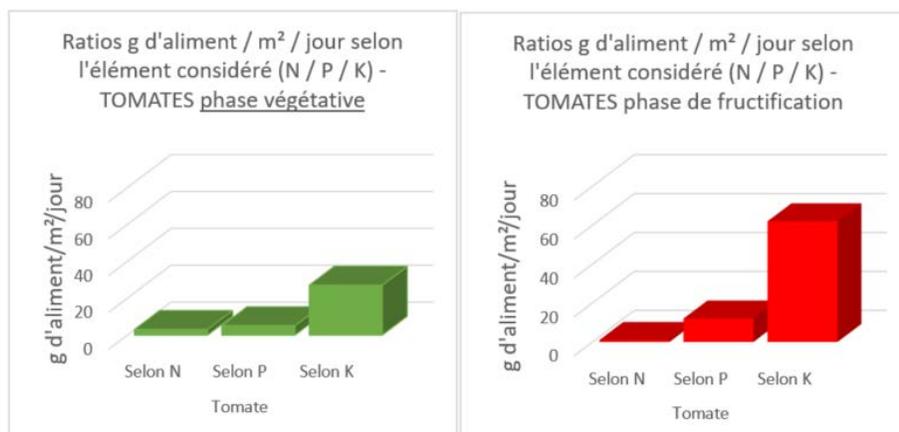


## Le ratio aliment piscicole / surface végétale (RASV)

### Variabilité RASV selon espèce végétale



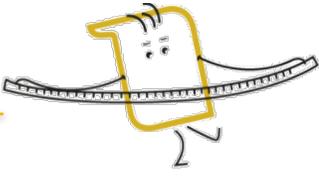
### Variabilité RASV selon stade de croissance



	Ratio g d'aliment (42% de protéines) /m² de culture (RASV)		
	Selon N	Selon P	Selon K
<b>Moyenne</b>	10	15	82
<b>Ecart type</b>	3	5	37
<b>Minimum</b>	3	4	19
<b>Maximum</b>	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 N/m<sup>2</sup>/jour?

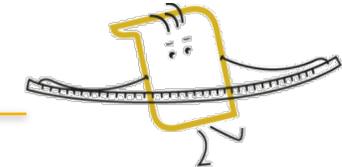
g P/m<sup>2</sup>/jour?



g K/m<sup>2</sup>/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 m<sup>2</sup> de culture végétale (avec apport de K)**  
**8 à 40 m<sup>2</sup> de culture végétale (sans apport de K)**



40 m<sup>2</sup> (si apport de K supplémentaire K+)  
8 m<sup>2</sup> (sans apport de K supplémentaire K-)



70 m<sup>2</sup> (K+)  
8 m<sup>2</sup> (K-)



64 m<sup>2</sup> (K+)  
9 m<sup>2</sup> (K-)



60 m<sup>2</sup> (K+)  
17 m<sup>2</sup> (K-)



88 m<sup>2</sup> (K+)  
16 m<sup>2</sup> (K-)



170 m<sup>2</sup> (K+)  
40 m<sup>2</sup> (K-)



# A retenir

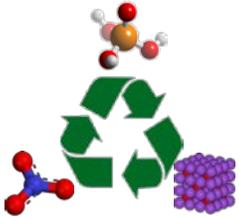


Pas de modèle de conception « unique »

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 m<sup>2</sup> 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...*).



**Pierre FOUCARD**

Tel : 06 61 64 39 82

[foucard@itavi.asso.fr](mailto:foucard@itavi.asso.fr)

[www.itavi.asso.fr](http://www.itavi.asso.fr)

# Merci pour votre écoute

## Avez-vous des questions?



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

Partenaires:

