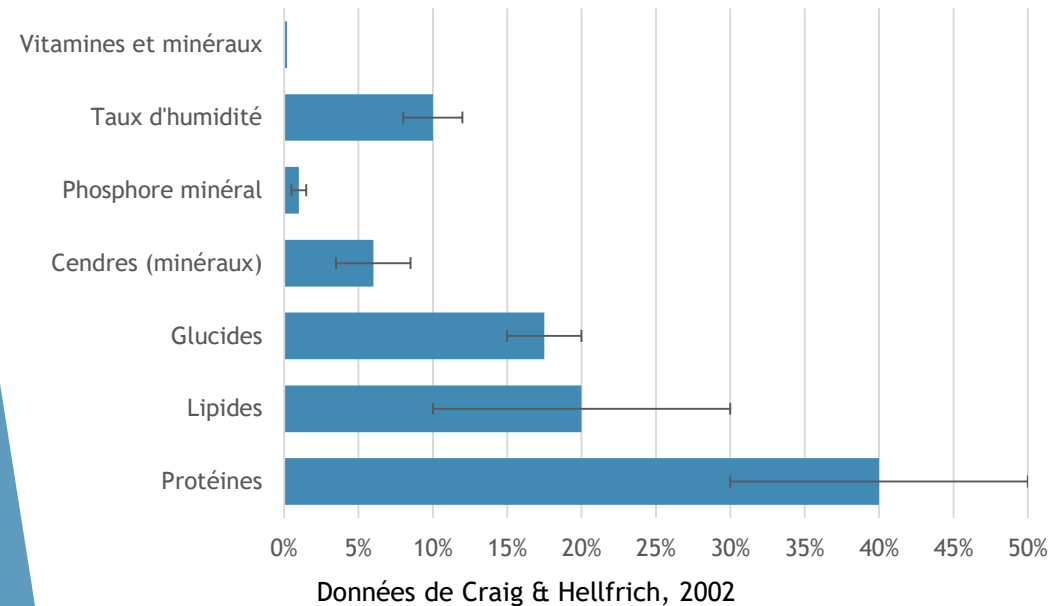


L'aquaponie, quelques approfondissements techniques

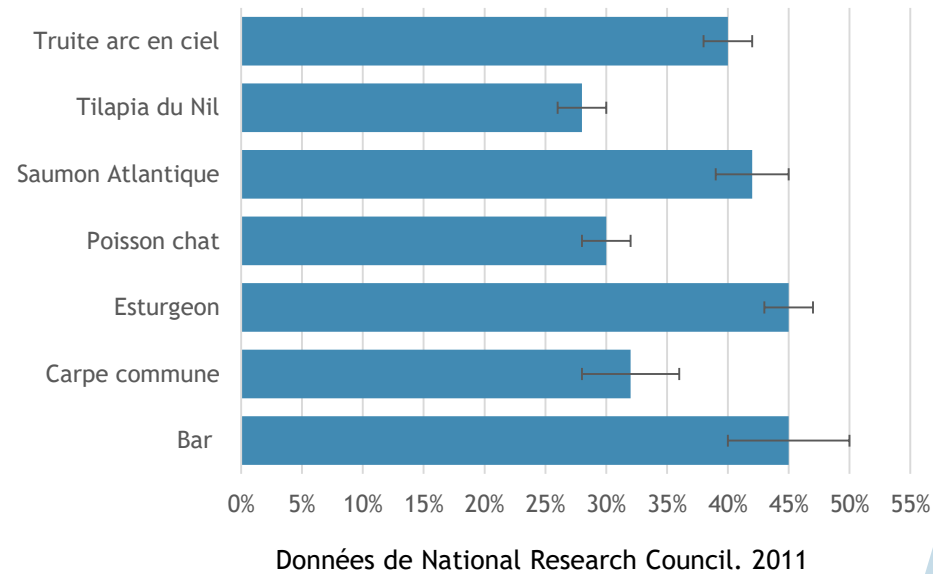
Le devenir de l'aliment piscicole

L'aliment piscicole, un bon « engrais » ?

Teneur proximale moyenne (%) des différents composants d'un aliment piscicole



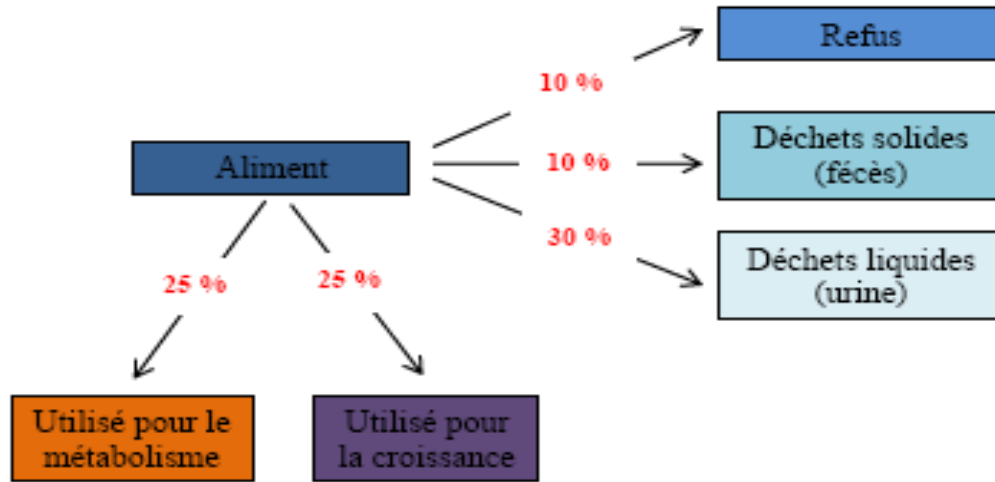
Intervalle de valeurs de taux protéiques(%) recommandées selon les espèces piscicoles (stade de grossissement)



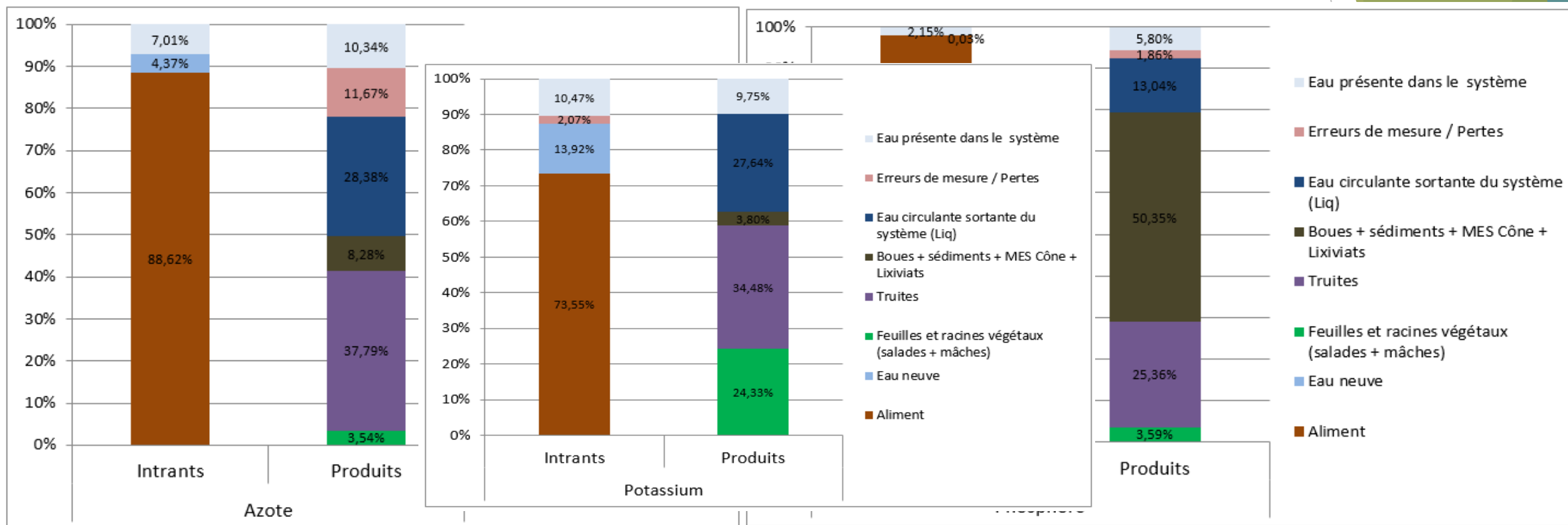
→ Exigences variables selon espèce et stade physiologique

Le devenir de l'aliment piscicole

Métabolisme, rejets



- ▶ 25 à 40 % de l'azote et 25 à 50% du phosphore de la ration assimilés par les poissons, selon espèce/ stade de croissance/ qualité aliment
- ▶ Rejets N et P solides et dissous non négligeables + « cendres » = ressources minérales pour les plantes

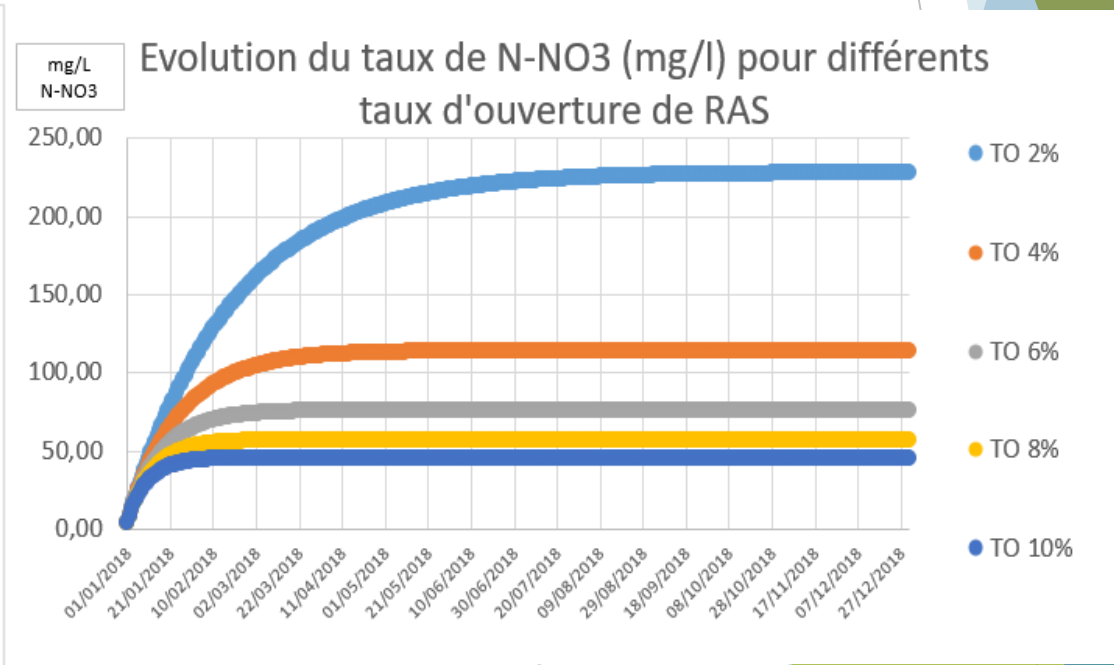
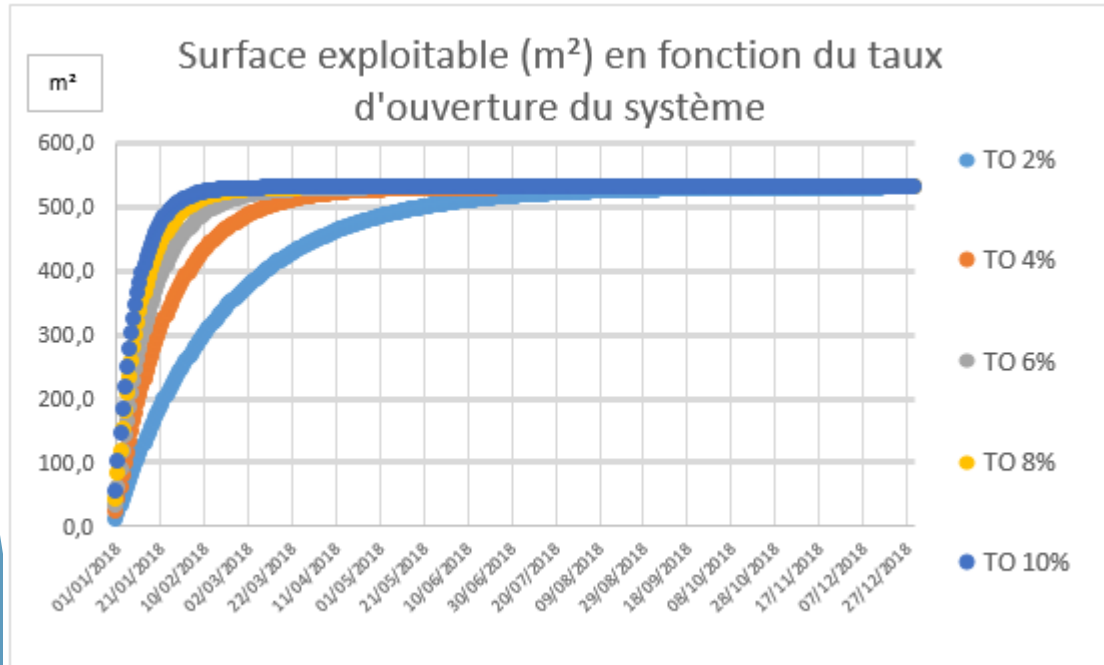


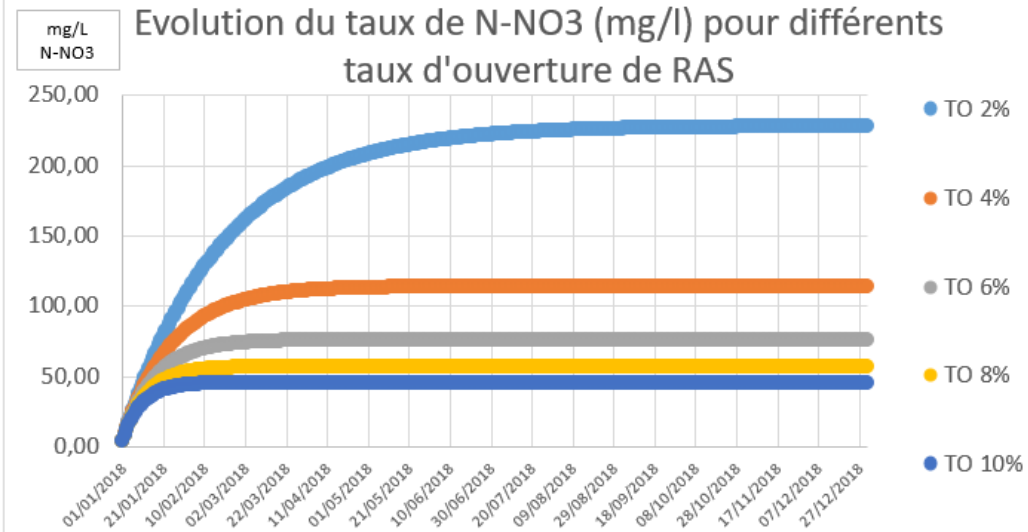
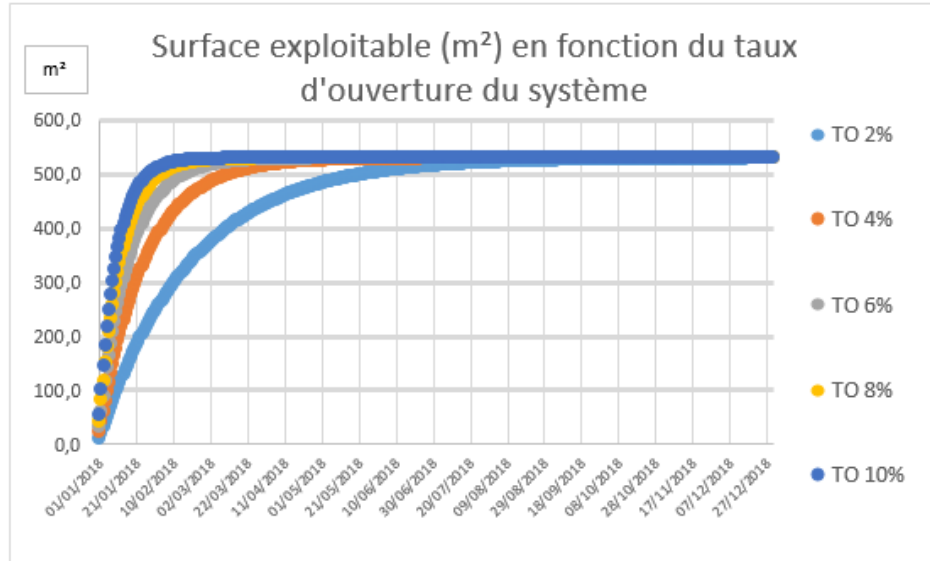
Oui mais pourquoi faire?

- Compréhension des flux (N P K Mg Ca S...)
- Détection des éléments limitants
- Affinage des ratios « aquaponiques » (g d'aliment X% de protéines / m² de culture / jour)
- Calcul de potentiel de phytoépuration par les plantes (gN ou gP absorbé / m² de culture / jour / type de plante)
- Modélisation pour différentes associations d'espèces poissons / plantes
- Optimisation du bouclage des cycles de l'azote et du phosphore

Cas d'étude

- Système découplé, élevage de truite (4T/an) et culture de laitue
- Envoi de la surverse de l'eau piscicole dans la partie végétale
- Charge moyenne de 0,5 tonne de poissons, 50 kg/m³
- Aliment à 40% de protéines ; 15 kg en moyenne/jour
- Prise en compte du métabolisme du poisson, de la part utilisée pour la croissance, de la dénitrification: rejets N-NH₄ // N-NO₃
- Biomasse végétale calculée pour absorber l'ensemble du N-NO₃ produit ($\pm 0,44$ g N-NO₃/m² absorbé par la laitue)
- 5 taux d'ouverture différents (% V eau neuve / V eau du système piscicole)





→ Difficulté d'épurer l'ensemble des rejets

- P et K limitants par rapport à N
- Bon compromis? Apport de K et ratio 25-30 g d'aliment /m² de culture pour épurer la majorité du P et une grande part du N
- Besoin de plus de données sur le *potentiel de phytoépuration* de différents végétaux pour mieux modéliser
- Compromis à trouver: consommer peu d'eau, éviter les rejets N et P, et ne pas intoxiquer les poissons

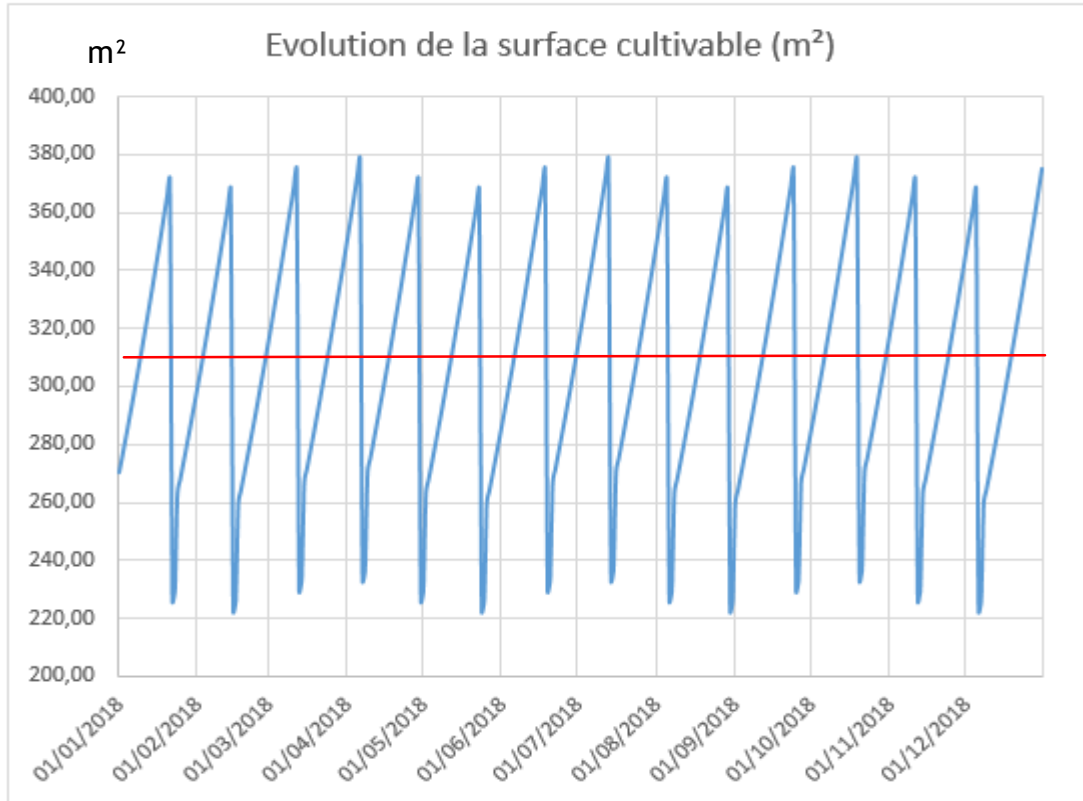
Dimensionnement de systèmes aquaponiques

Potentiel de phytoépuration par type de végétaux

Espèce de plantes	Taux d'épuration par les plantes (g.m ⁻² .jour ⁻¹)			Références
	N	P	K	
Laitues "batavia" (sans apport de fer)	0,16	0,03	/	ITAVI (2017)
Laitues "météores" (avec apport de fer)	0,44	0,08	0,44	ITAVI (2018)
Mâches (avec apport de fer)	0,09	0,01	0,08	
Aubergine (fruits uniquement, non prise en compte des parties vertes)	0,29	0,02	0,20	Graber et al. (2009)
Tomates (fruits uniquement, non prise en compte des parties vertes)	0,43	0,07	0,40	
Concombres (fruits uniquement, non prise en compte des parties vertes)	0,08	0,02	0,10	
Filtre à roseau en hiver (moyenne de 9° C)	0,23	/	/	Hosomi et al. (2002)
Filtre à roseau en été (moyenne de 26°C)	2,95	/	/	
Marais construit	1,42 à 3,4	0,23 à 1,1	/	Sindilariu et al, (2008)

Dimensionnement de systèmes aquaponiques

Evolution surface cultivable selon biomasse en charge



Cas d'étude:

- Tonnage de 4T de truites par an
- 4 bassins
- Taux de rationnement moyen de 1,5%
- 0,5T en charge en moyenne
- 40% de protéines dans l'aliment
- Ratio de 25g d'aliment/m² de culture

→ Surface «moyenne » végétale théorique de 310 m² de laitues pour épurer 60% N et 100% P SI apport de K compensatoire

- Partir sur une charge « moyenne » en poissons, et non sur la charge maximale
- Ratio estimatif « optimiste »: 1000m² de culture végétale « fixe » pour 12T annuelles de truites ou 16T annuelles de tilapias

- **Rejets ammoniacaux:** 1 kg d'aliment /jour → 28 à 38 g de TAN/jour
- **Biofiltre:** 60% médias, 40% eau ; 0,2 à 1g TAN/jour/m² de surface de filtration selon paramètres physico chimiques + paramètres hydrauliques -> Volume d'accueil du biofiltre
- **Pompe de recirculation:** 2 à 3 renouvellements par heure, pour oxygénation et filtration mécanique
- **Optimisation de l'apport d'eau neuve** (ratio eau neuve / quantité d'aliment) pour éviter:
 - 1) Accumulation particules organiques fines
 - 2) Accumulation sodium
 - 3) Accumulation N-NO₃
 - 4) Bioaccumulation composés indésirables
 - 5) Baisse pH trop brusque
- **Apports de composés basiques** pour la gestion du pH (150 à 200g de bicarbonate de K / kg d'aliment)
- **Equilibre poissons / plantes:** 20-30 g d'aliment/m²/jour si apport de K compensatoire; 60-80 g d'aliment/m²/jour sans apports de K compensatoire, selon composition de l'eau neuve

RAS très fermé: 200 à 1000L d'eau / kg d'aliment // 2 à 10% taux d'ouverture (v eau neuve/v eau système) selon technicité système et espèce piscicole

Dimensionnement de systèmes aquaponiques

L'aquaponie, des approches différentes

	"Très petite échelle"	"Petite à moyenne échelle"	"Moyenne échelle"	"Grande échelle"	"Très grande échelle"
But	Hobby	Démonstration / Education	Echelle pré-commerciale	Echelle commerciale	Echelle commerciale
Configuration	Couplé	Couplé	Couplé / Découplé	Découplé	Découplé / apport intrants complémentaires
Intensivité de la production	Extensif	Extensif à semi intensif	Semi intensif à intensif	Semi intensif à intensif	Intensif
Technicité	Low tech	Low tech	Low Tech à semi high tech	Semi high tech à high tech	High tech
Surface allouée à la production maraichère	15 à 20 m ²	100 à 200 m ²	200 à 1000m ²	1000 à 3000 m ²	3000 à 10000 m ²
Biomasse moyenne de poissons "en stock"	50 kg	250 à 500 kg	500 kg à 2,5 T	2,5 à 8 T	8T à 25 T
Densité d'élevage moyenne de poissons	10 kg/m ³	20 kg/m ³	40 kg/m ³	50 kg/m ³	70 kg/m ³
Volume d'élevage piscicole	5 m ³	15 à 25 m ³	12 à 60 m ³	50 à 160 m ³	160 à 360 m ³
Taux d'ouverture du système	Compensation de l'évaporation	300 à 1000 L/kg d'aliment	300 à 1000 L/kg d'aliment	300 à 500 L/kg d'aliment	100 à 300 L/kg d'aliment
Source principale de revenus	Autoproduction / Aucune	Visites, formations	Visites, formations, production végétale	Production végétale	Production piscicole et végétale
Filtration mécanique	Médias / mousses	Médias / Décantation passive	Décantation + filtration mécanique	Filtre à tambour + décantation	Filtre à tambour + décantation
Filtration biologique	Médias de culture / Mousses / Racines	Filtre biologique statique / Médias de culture	Filtre biologique sur lit fluidisé	Filtre biologique sur lit fluidisé	Filtre biologique sur lit fluidisé
Apport d'oxygène	Mouvement de l'eau, bullage	Aérateur	Aérateur	Aérateur et/ou oxygénation	Oxygénation
Désinfection de l'eau	/	Filtre UV	Filtre UV + prophylaxie	Filtre UV et/ou ozone + prophylaxie	Filtre UV et/ou ozone + prophylaxie

Dimensionnements présentés dans le tableau conçus pour atteindre l'équilibre du compartiment végétal en fonction de la biomasse de poissons = surface végétale max pour épurer les effluents d'élevage produits sans carence en N et P

« Biomasse » ne correspond pas au « tonnage annuel », mais au « stock moyen » à un instant t

Ratio estimatif « optimiste » :
1000m² de culture végétale « fixe » pour 12T annuelles de truites ou 16T annuelles de tilapias

Des questions ?

Merci de votre attention
et de votre participation

<https://projetapiva.wordpress.com/>

<https://www.itavi.asso.fr/content/seminaire-apiva-ndeg3>

