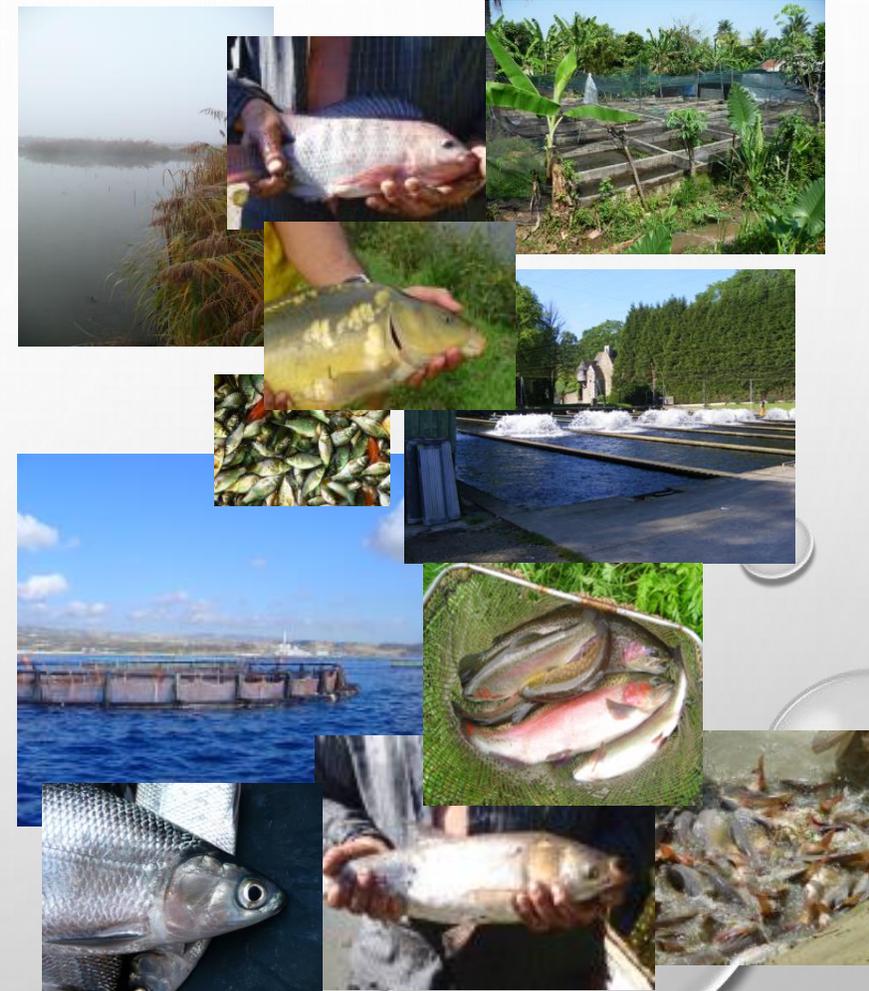


AQUACULTURE ET CIRCULARITÉ

JOËL AUBIN



D'OÙ JE VIENS?

LAYO – CRO ABIDJAN – ORSTOM - RCI 1990-1991



SEMII – IFREMER-INRA

1992- 2003



2003 - ...



- Evaluation environnementale (ACV) des systèmes aquacoles +...
- Evaluation multicritère de la durabilité des systèmes d'élevage
- (Co-) conception de systèmes aquacoles

DES ENJEUX POUR LA PISCICULTURE

- UNE ACTIVITÉ QUI PEINE À TROUVER SA PLACE ENTRE LA PÊCHE ET L'AGRICULTURE

- CROISSANCE DE LA DEMANDE SUPÉRIEURE À LA CROISSANCE DE LA POPULATION MONDIALE
- ACTIVITÉ AU POIDS ÉCONOMIQUE TRÈS CONTRASTÉ DANS LE MONDE
- UN RÔLE SOCIAL TRÈS DÉPENDANT DES TERRITOIRES
- ATTENTES FORTES DES POLITIQUES
- PRODUITS À L'IMAGE CONTROVERSÉE

- UN SECTEUR DÉPENDANT DE RESSOURCES FRAGILES :

- EAU
- FARINES ET HUILES DE POISSONS
- ECOSYSTÈMES SENSIBLES (BIODIVERSITÉ, NOURRISSERIES...)

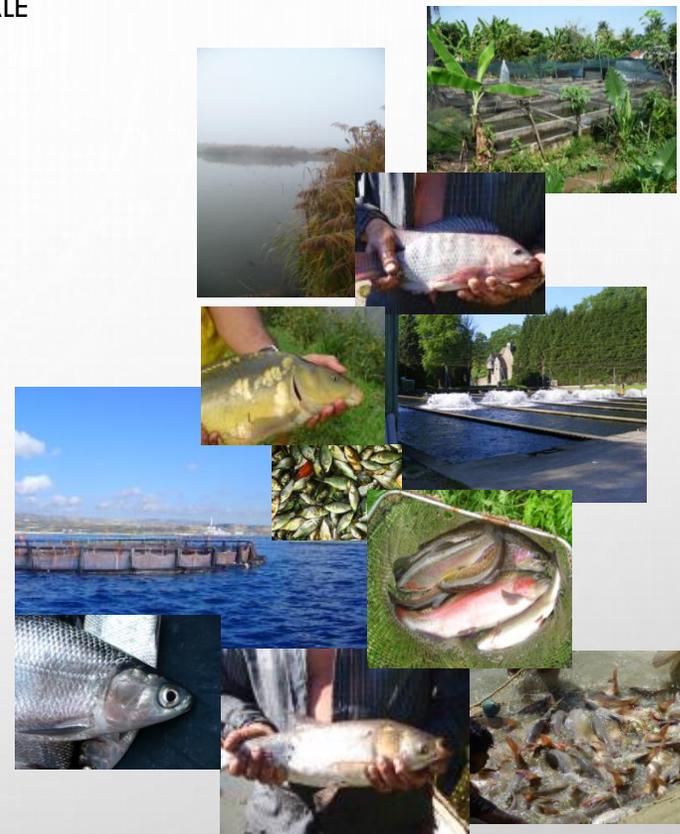
- UN SECTEUR JUGÉ POLLUANT :

- REJETS DES ÉLEVAGES
- ECHAPPEMENTS
- UTILISATION DE MÉDICAMENT VÉTÉRINAIRE EN MILIEU OUVERT...



- IL DEVIENT NÉCESSAIRE DE :

- DÉFINIR DES SYSTÈMES PLUS ÉCONOMES ET MOINS POLLUANTS
- PROPOSER DES STRATÉGIES DE SUBSTITUTION DES RESSOURCES SENSIBLES (HUILES ET FARINES DE POISSON)
- PROPOSER UNE TRANSITION AGROÉCOLOGIQUE DE LA PISCICULTURE
- REVOIR L'INSERTION TERRITORIALE ET LA GOUVERNANCE DE L'ACTIVITÉ



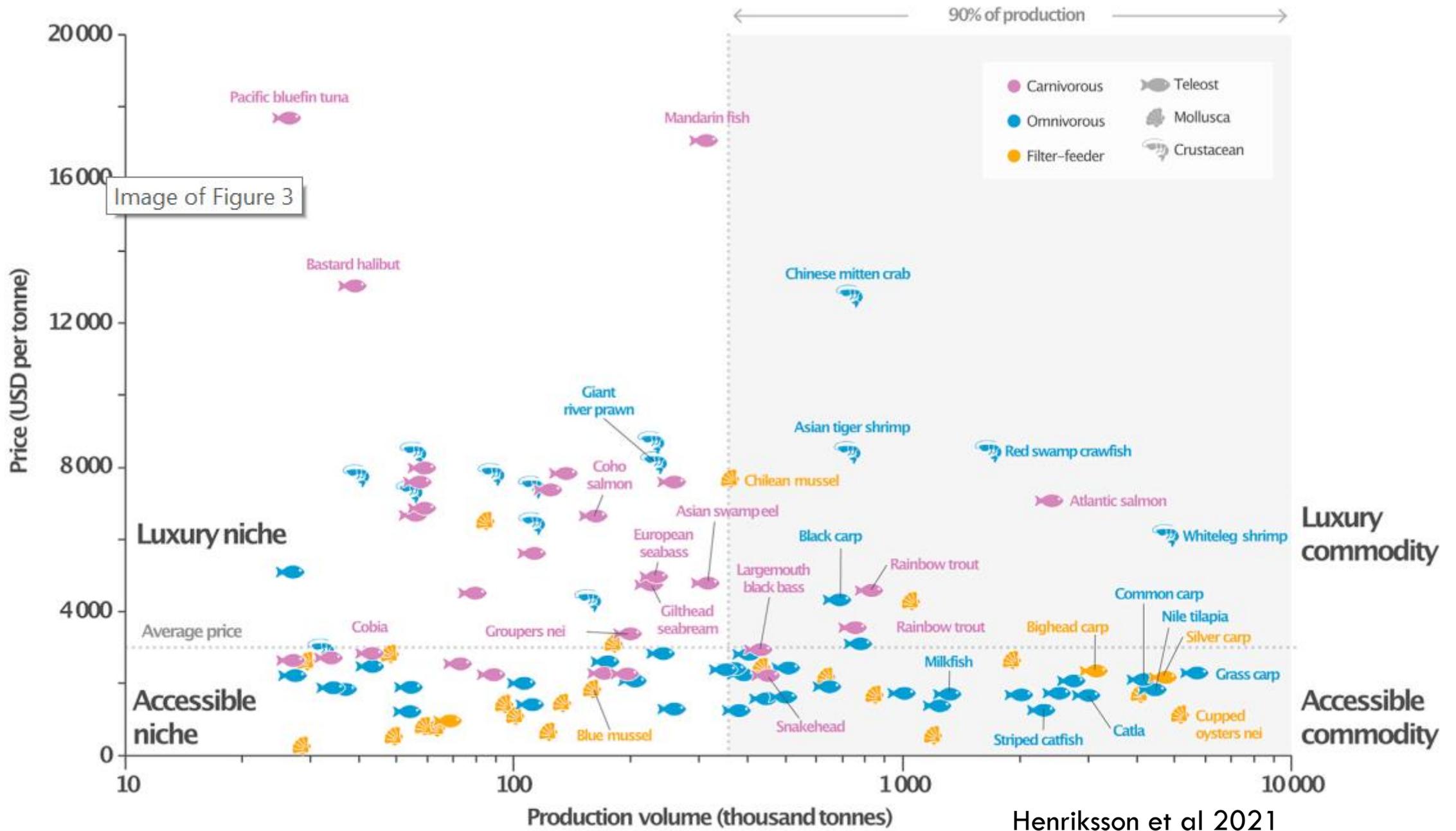
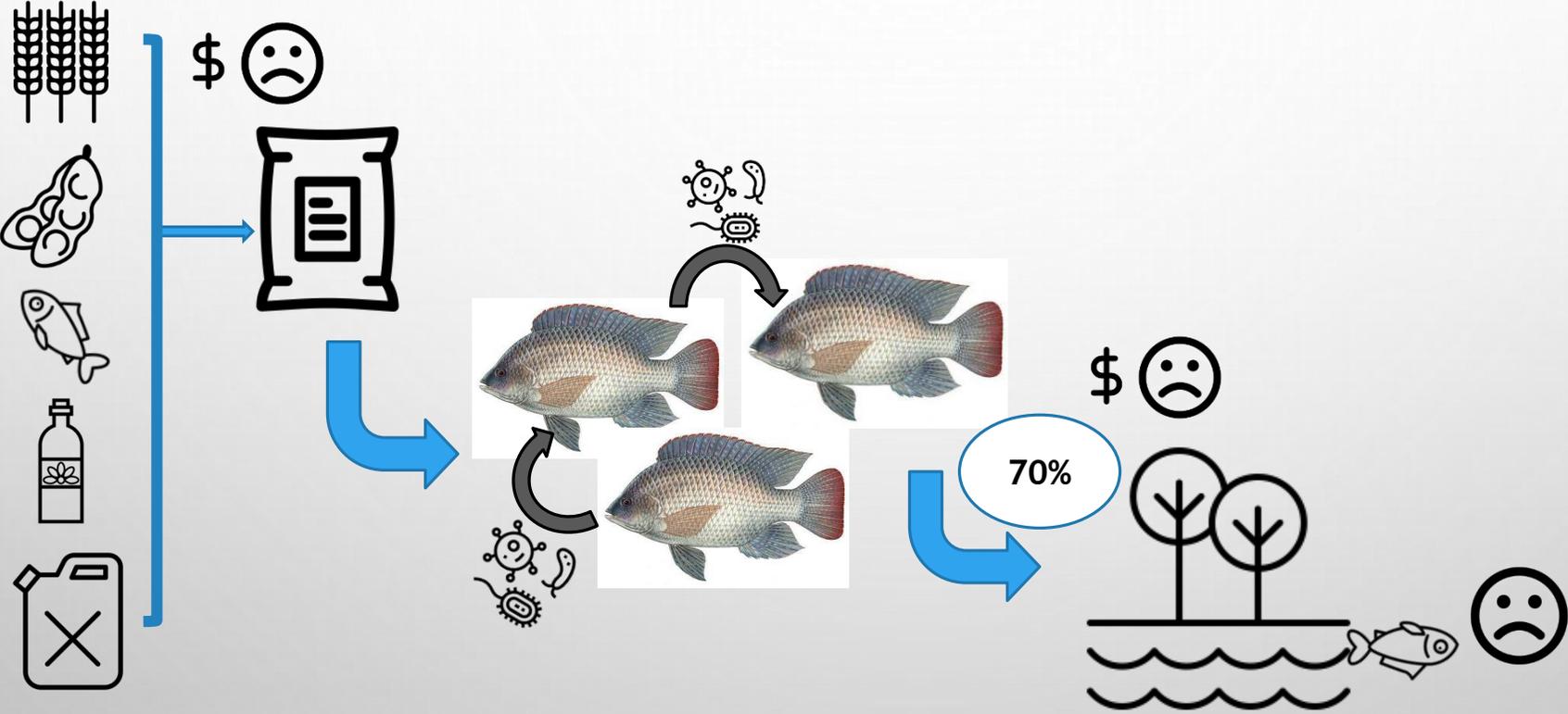
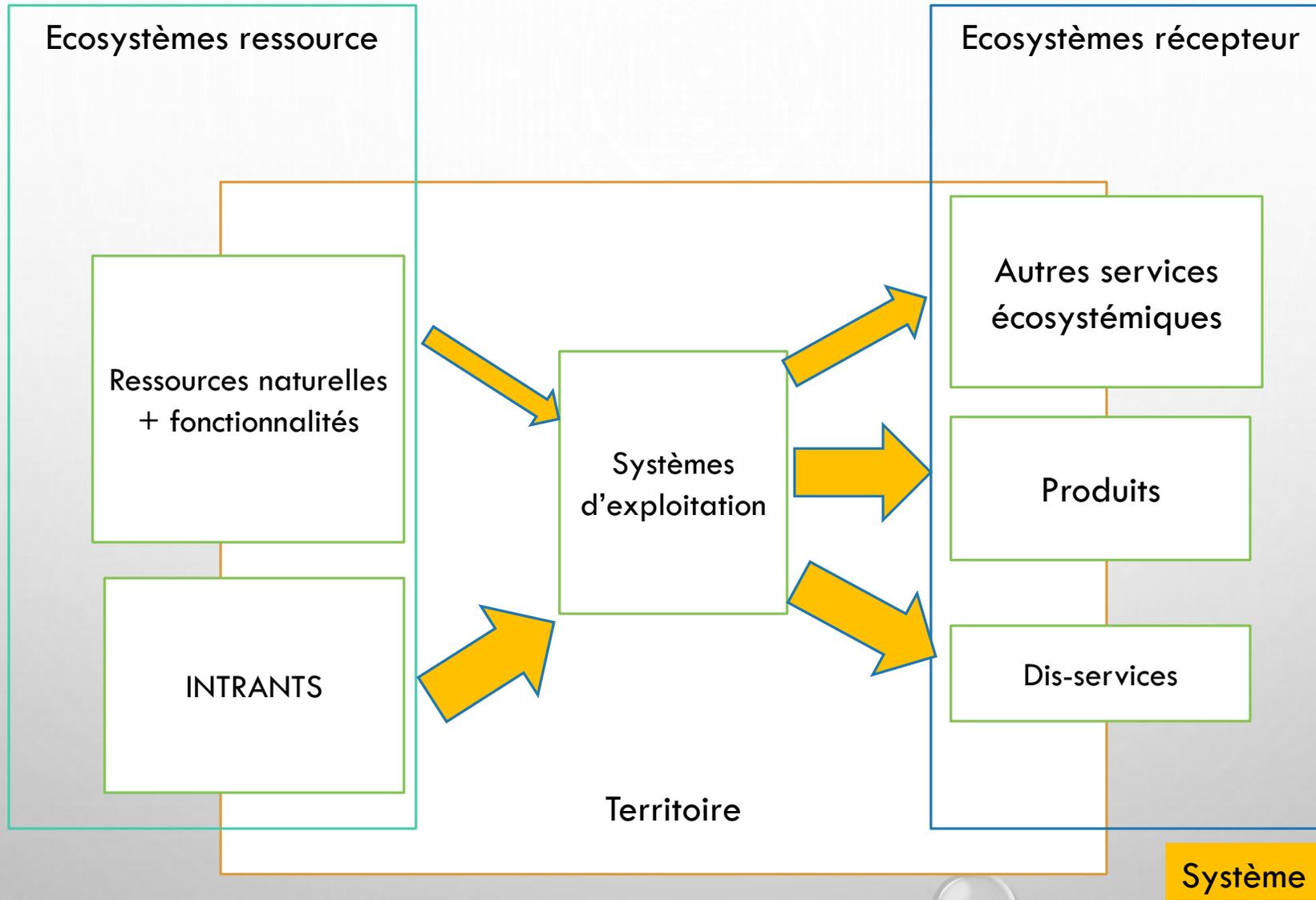
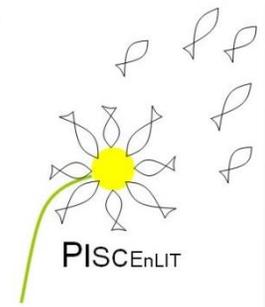


Image of Figure 3

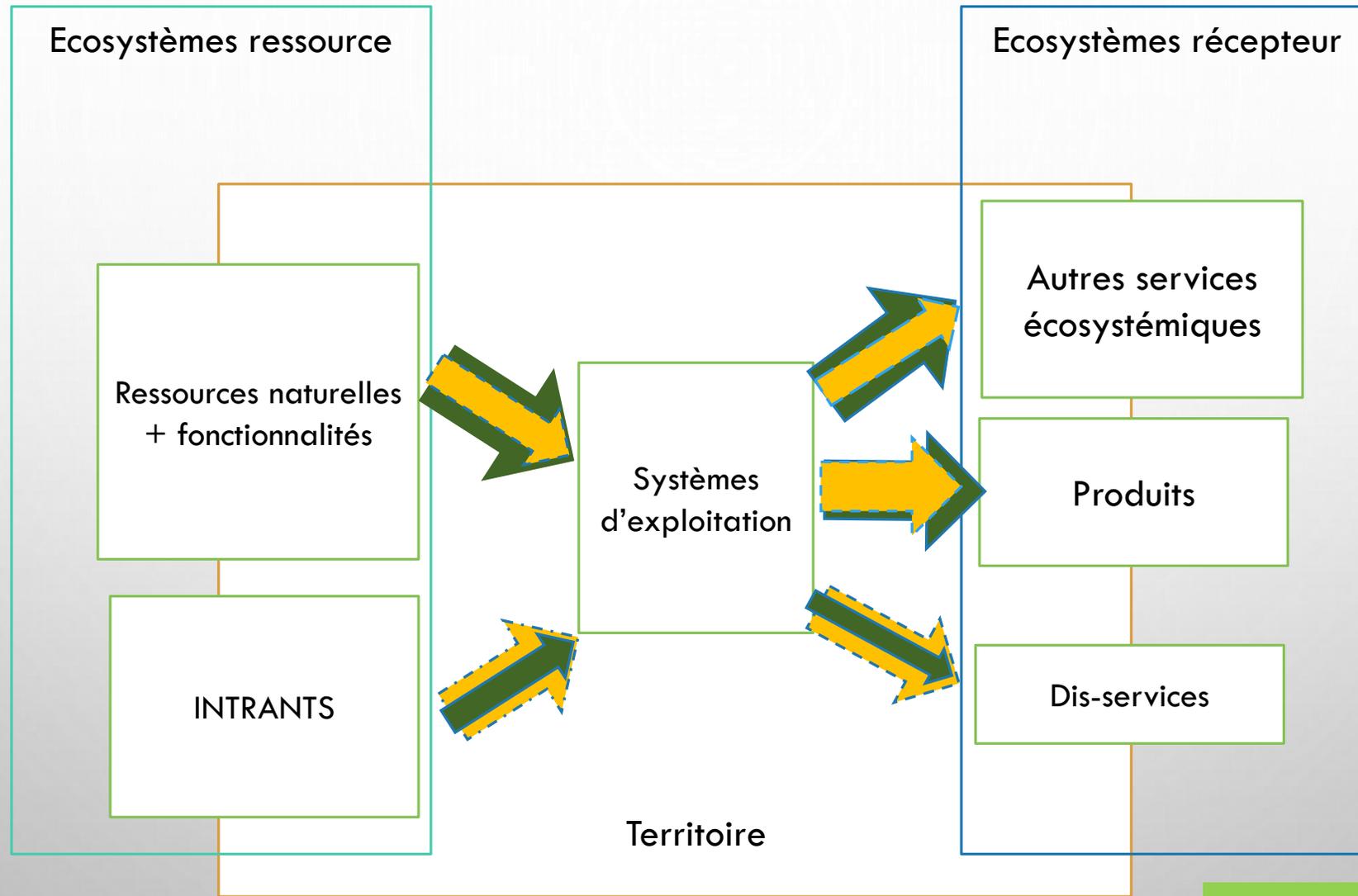
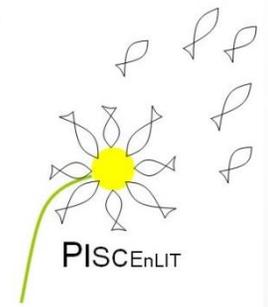
LA MONOCULTURE EN QUESTION



Représentation du système de production

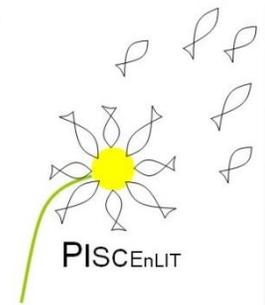


Représentation du système écologiquement intensif



Système modifié

7 OBJECTIFS POUR DÉFINIR L'INTENSIFICATION ÉCOLOGIQUE ET GUIDER LA MISE EN ŒUVRE



- **Augmentation de l'autonomie**



- **Amélioration de la performance**



- **Intégration et complémentarité fonctionnelle**



- **Diversification des services écosystémiques**



- **Valorisation des savoir-faire**



- **Intégration territoriale**



- **Participation des parties prenantes**

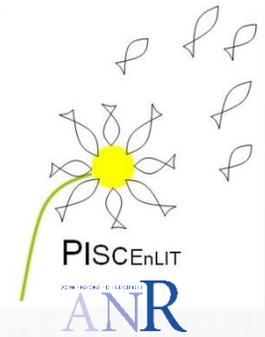




ETAPE 1: RECONSIDÉRER LE TRAITEMENT DES REJETS

INTÉGRATION AVEC LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

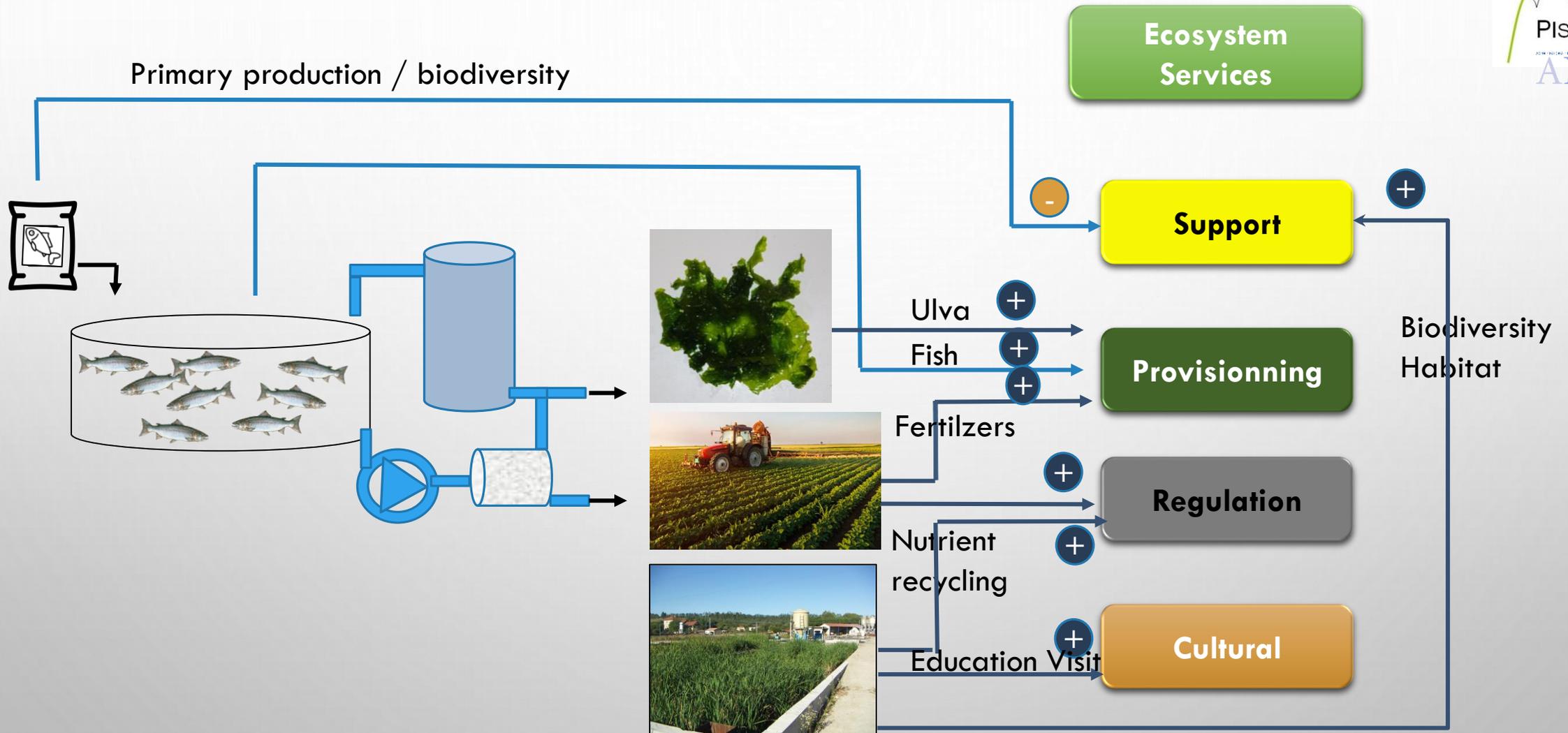




Intensification écologique: application à BDV - Baie des Veys Recirculating Aquaculture System



APPLICATION TO SALMON RAS IN FRANCE

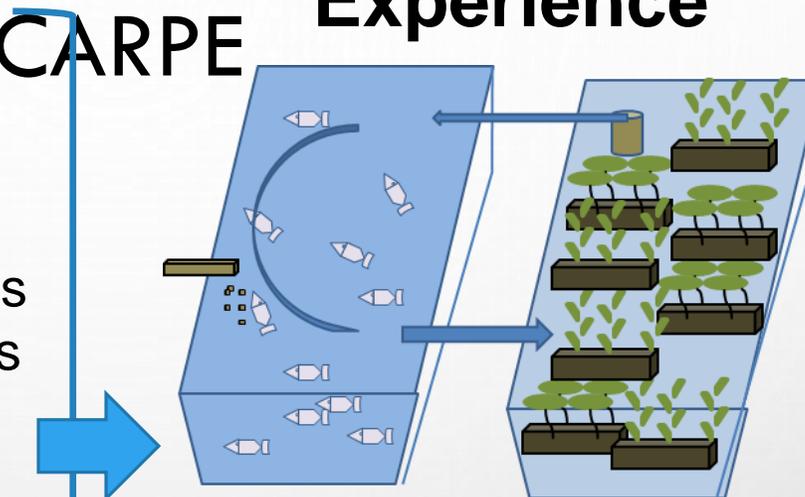


INTENSIFICATION ÉCOLOGIQUE DE L'ÉLEVAGE DE LA CARPE

Expérience

5 objectifs des acteurs Lorrains

1. Définition des flux et de la valeur écologique des étangs
2. Développement de systèmes d'élevage combinés
3. Choix d'espèces pour une meilleure valorisation de la chaîne trophique
4. Meilleure utilisation des flux de nutriments naturels et des sédiments
5. Combiner la valeur des écosystèmes, production de poisson et activité de chasse



**Polyculture
intensive de carpe
et gardon avec
aliment artificiel**

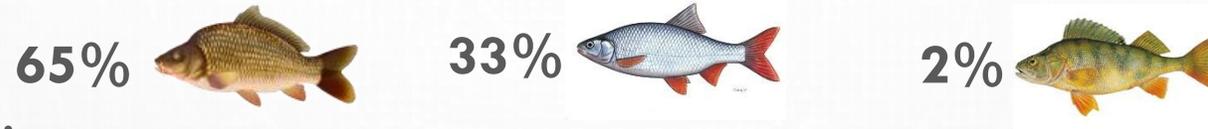


**Etang planté pour
traitement de l'eau,
support de biodiversité
et production de plantes
ornementales**

Coll.
P. Fontaine, A. Tocqueville

SCHÉMA EXPÉRIMENTAL:

- 3 TROIS SYSTÈMES ONT ÉTÉ TESTÉS EN ÉTANG DE 500 M², EN DUPLIQUAT



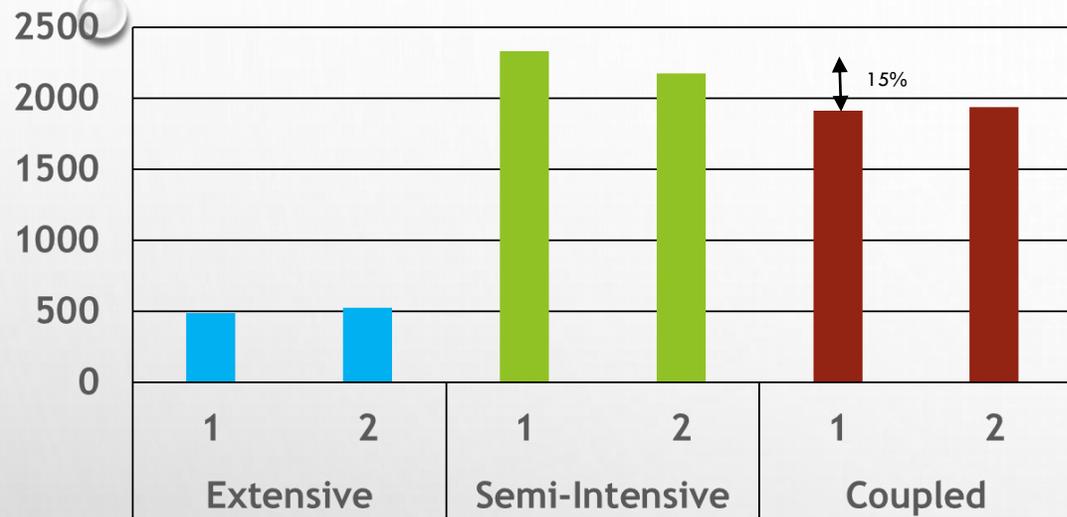
- EMPOISSONNEMENT :

	Aliment	Biomasse initiale	Lagune plantée
Extensif	✗	75 kg/ha	✗
Intensif	✓	152 kg/ha	✗
Intensif couplé + lagune plantée	✓	152 kg/ha	✓

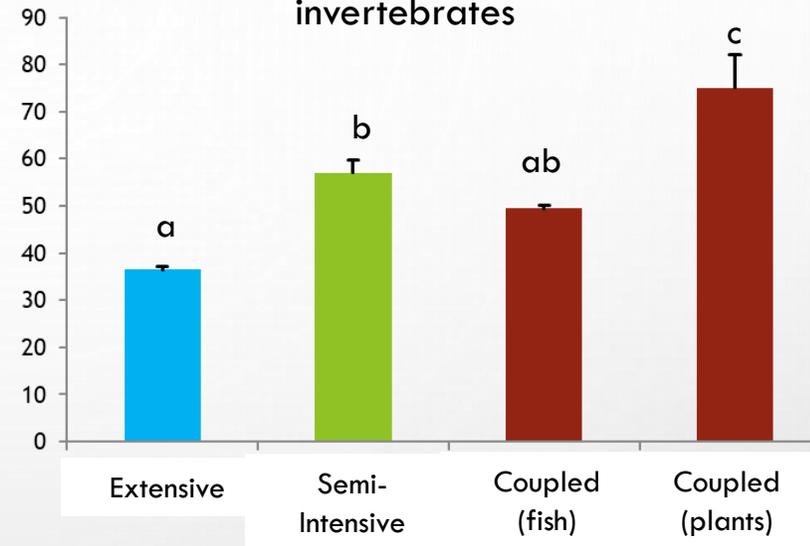


QUELQUES RÉSULTATS

Productivity (kg/ha)



Taxonomic richness in invertebrates



Services	Extensive	Semi-Intensive	Coupled
Provisionning	- (fish)	++ (fish)	+ (fish), + (plants)
Support	- (biodiversity) + (habitat)	++ (biodiversity) - (habitat)	++ (biodiversity) ++ (habitat)
Regulation	++ (water quality)	- (water quality)	++ (water quality)
Cultural	+ (cultural image)	- (intensive image)	+ (potential education)

Aquaponie urbaine

Site pilote de Morannes



La ferme Aquaponique de Morannes a servi de projet pilote pour valider un modèle répliquable de ferme Aquaponique ayant les qualités suivantes : émission minimum de rejets, quasi absence d'utilisation d'additifs chimiques, peu de consommation d'eau, double production poissons et végétaux sur une surface réduite.

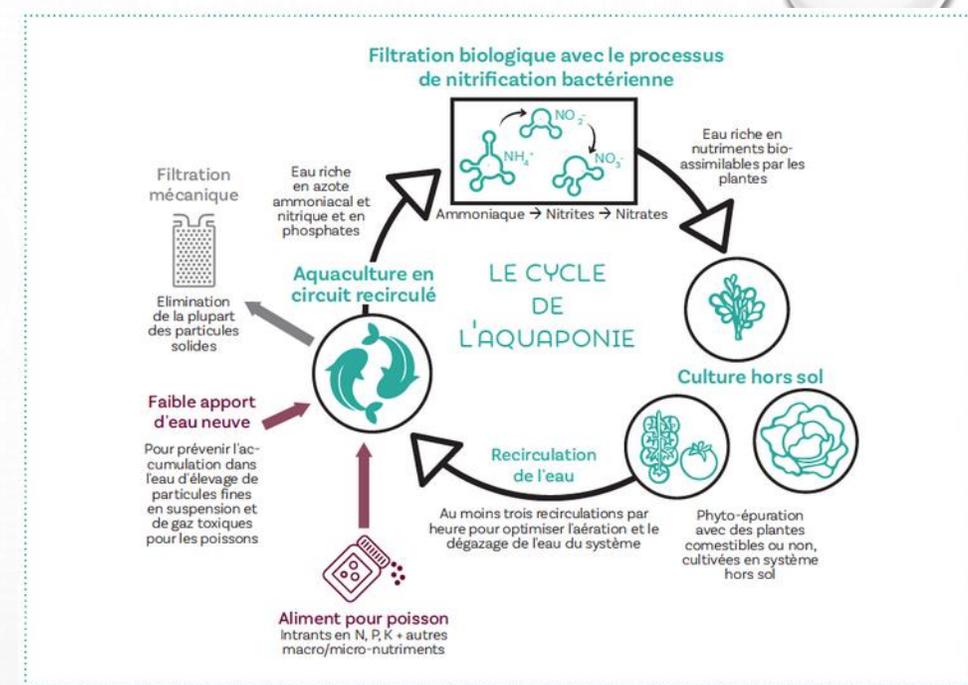


Figure n° 1 : Principe de fonctionnement d'un système aquaponique - © Pierre Foucard

Une ferme urbaine en aquaponie

C'est l'un des fleurons du quartier de l'Arc Sportif dont la municipalité pilote actuellement l'édification, en partenariat avec Nexity. Érigée le long de l'A86 en rempart visuel et phonique, la plus grande ferme aquaponique urbaine d'Europe réalisera, d'ici 2021, la promesse d'offrir aux nouveaux citoyens des produits frais et sains. Porté par une ambition novatrice et durable, le site parie sur l'aquaponie, une technique combinant l'élevage des poissons et la culture de végétaux.



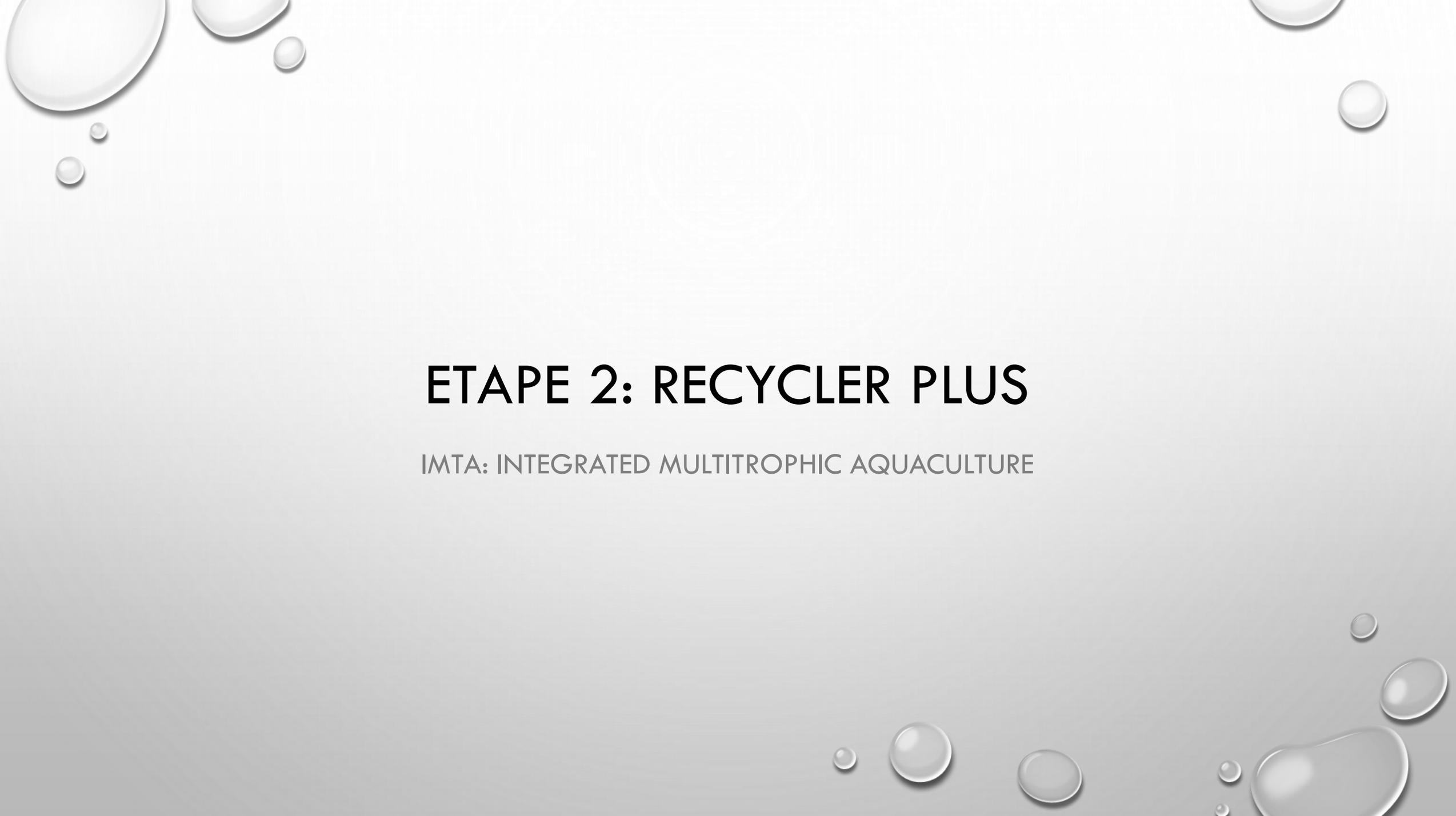
Il se dessine triomphalement à l'endroit même d'une ancienne friche industrielles cendres, le nouveau quartier de l'Arc Sportif s'ouvrira, en 2024, en terre. Afin de préserver les habitations des nuisances de la voie passante, le programme prévoit la construction, le long de l'A86, d'un mur végétal haut de 21 mètres : une ferme urbaine en aqua...





AQUAPONIE

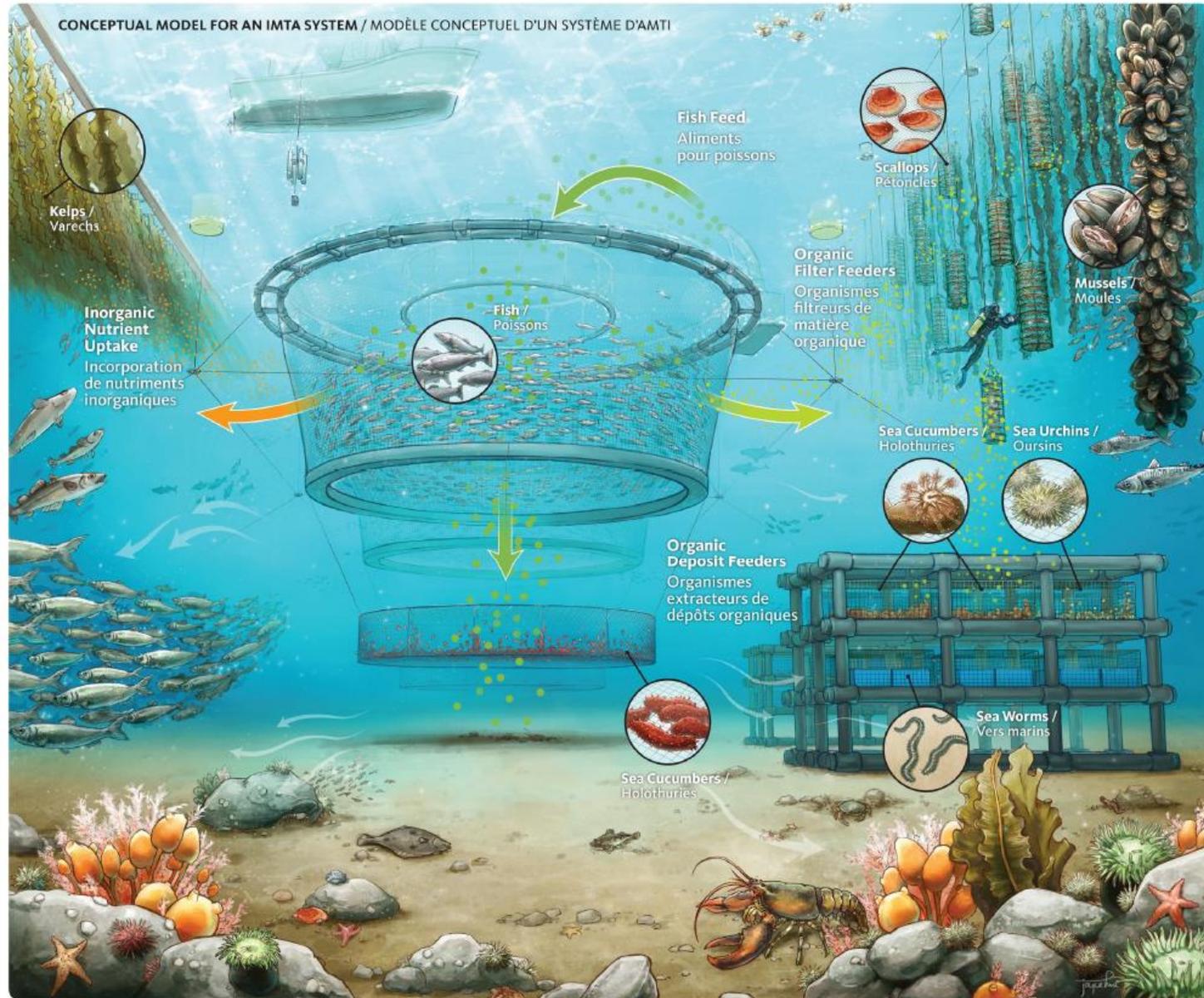
- A du mal à trouver son modèle économique
- Challenge: allier la productivité de l'élevage et la productivité des plantes
- Coût énergétique de la recirculation
- Coût des nutriments en entrée du système (est ce judicieux de nourrir des plantes avec des granulés pour poisson?)
- ...

The background is a light gray gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered in the corners. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance. The text is centered on the page.

ETAPE 2: RECYCLER PLUS

IMTA: INTEGRATED MULTITROPHIC AQUACULTURE

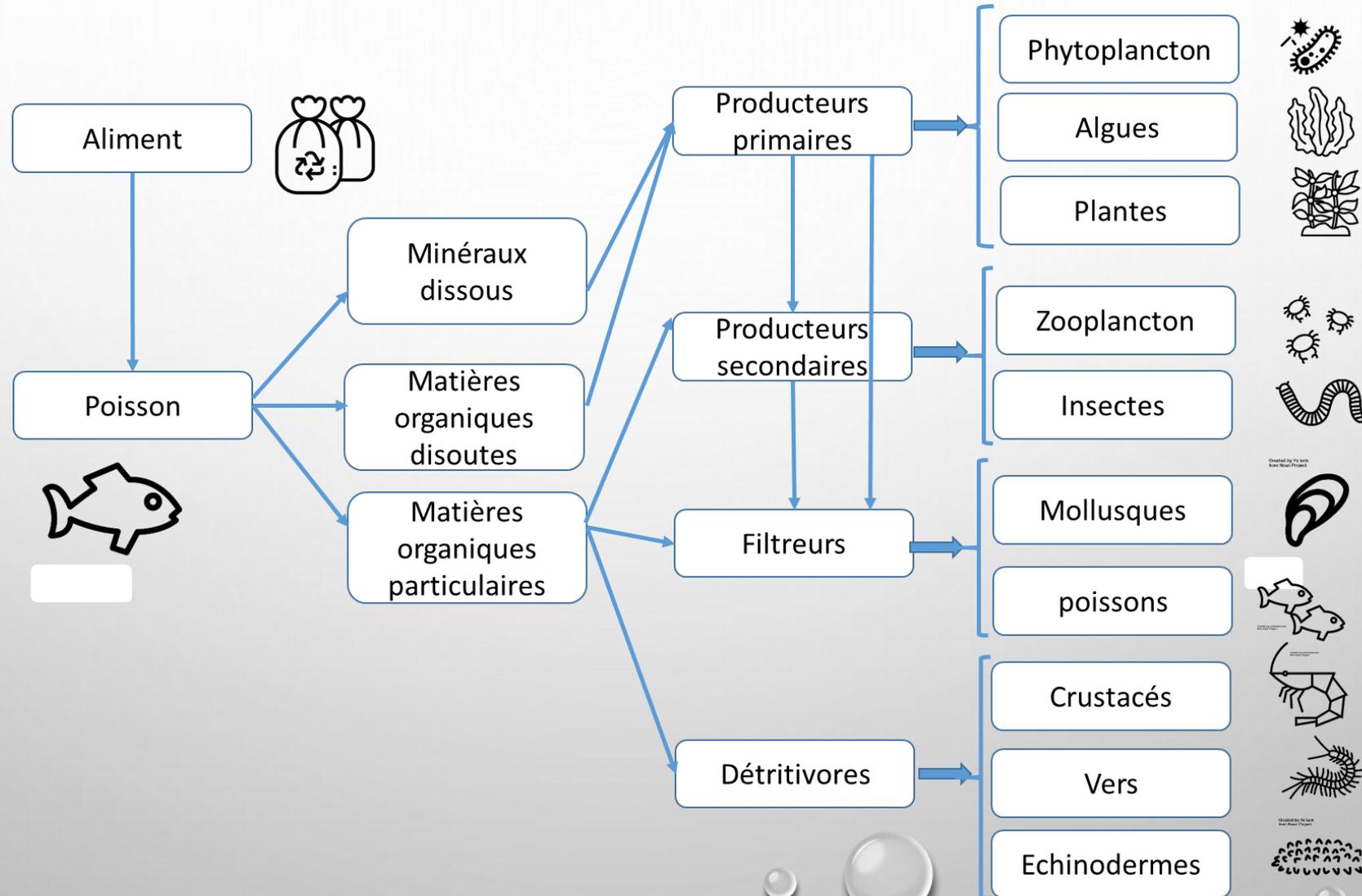
AQUACULTURE MULTI-TROPHIQUE INTÉGRÉE (AMTI)



NSERC Canadian Integrated
Multi-Trophic Aquaculture Network

Réseau canadien d'aquaculture
multitrophique intégrée du CRSNG

Le réseau simplifié des espèces d'intérêt



APPLICATION À JAMBI (INDONÉSIE)

Agroecology and Ecosystem services

Trophic complementarity

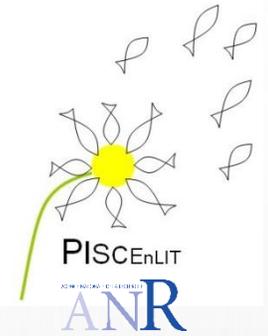
Diversification

System efficiency

Nutrient recycling

Local knowledge

Cultural interest for species



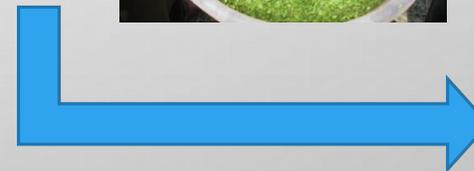
Stripped catfish



Lemna



Giant Gourami

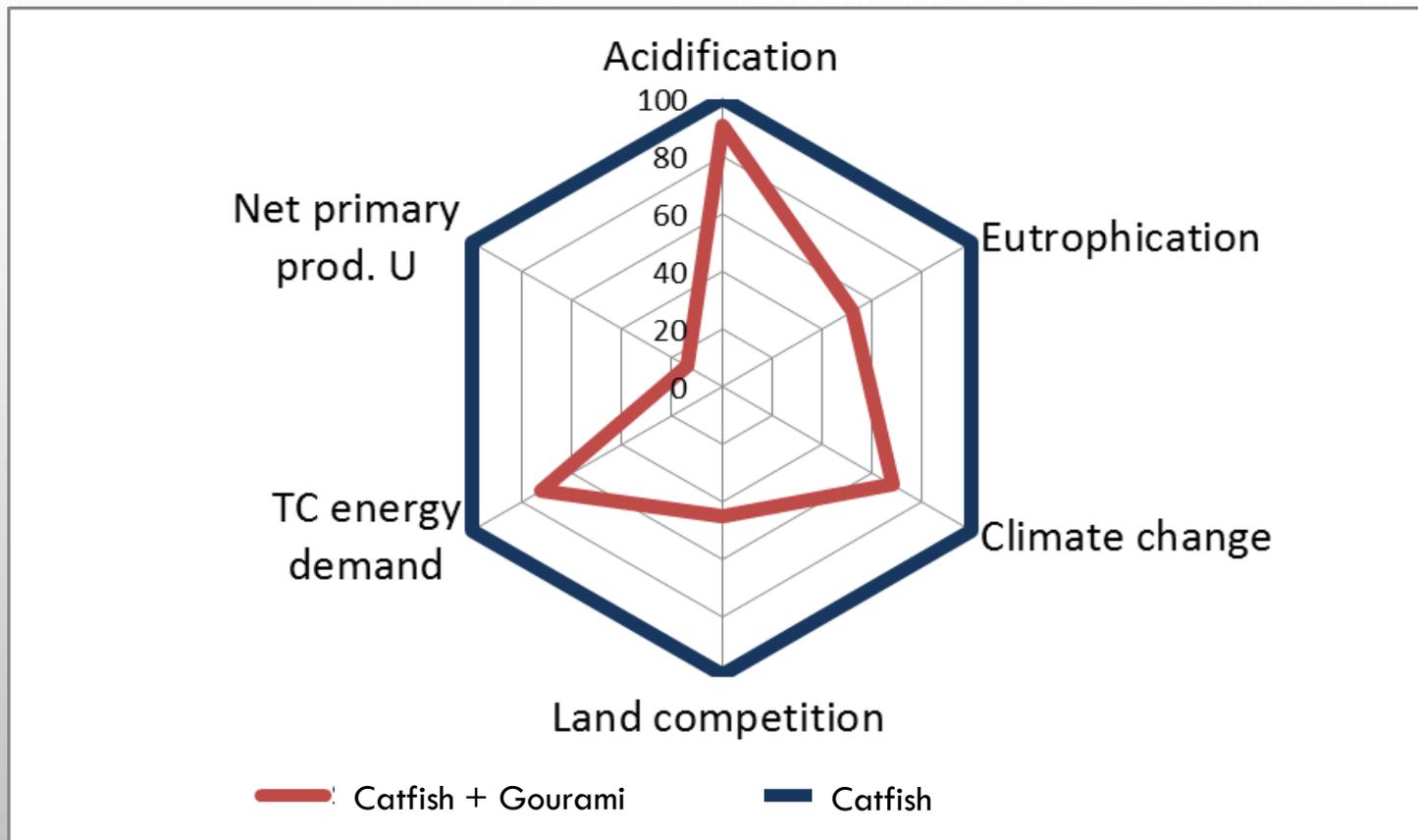
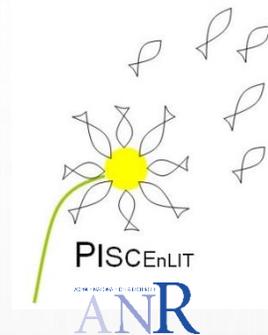


Stripped catfish

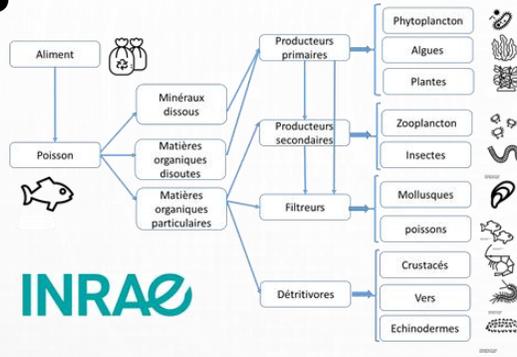


EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

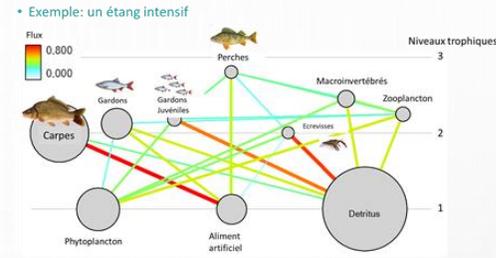
ANALYSE DU CYCLE DE VIE POUR 1 KG DE POISSON



Conception de systèmes d'aquaculture multitrophique intégrée: Projet EU Prima SIMTAP



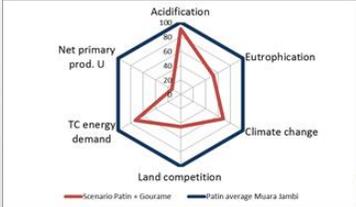
INRAE



Résultats de la recherche et savoirs faire

Modélisation

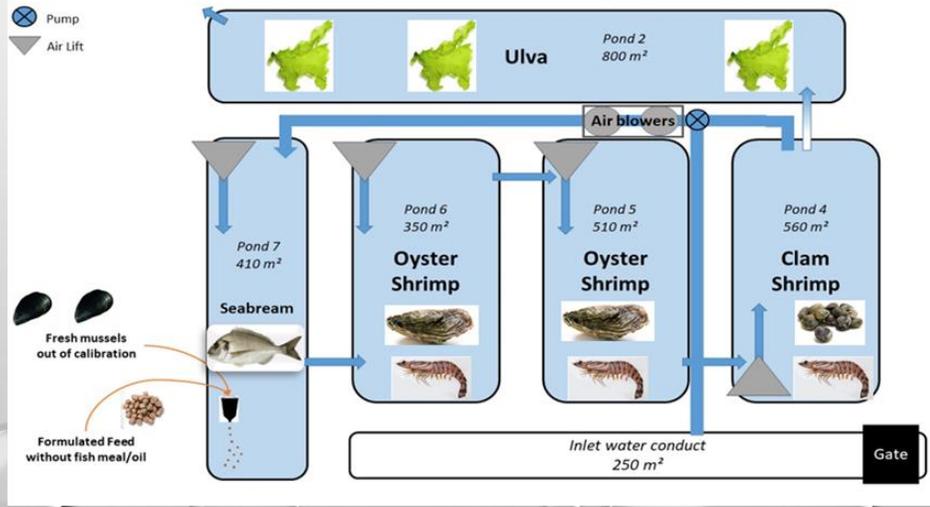
Initiatives existantes



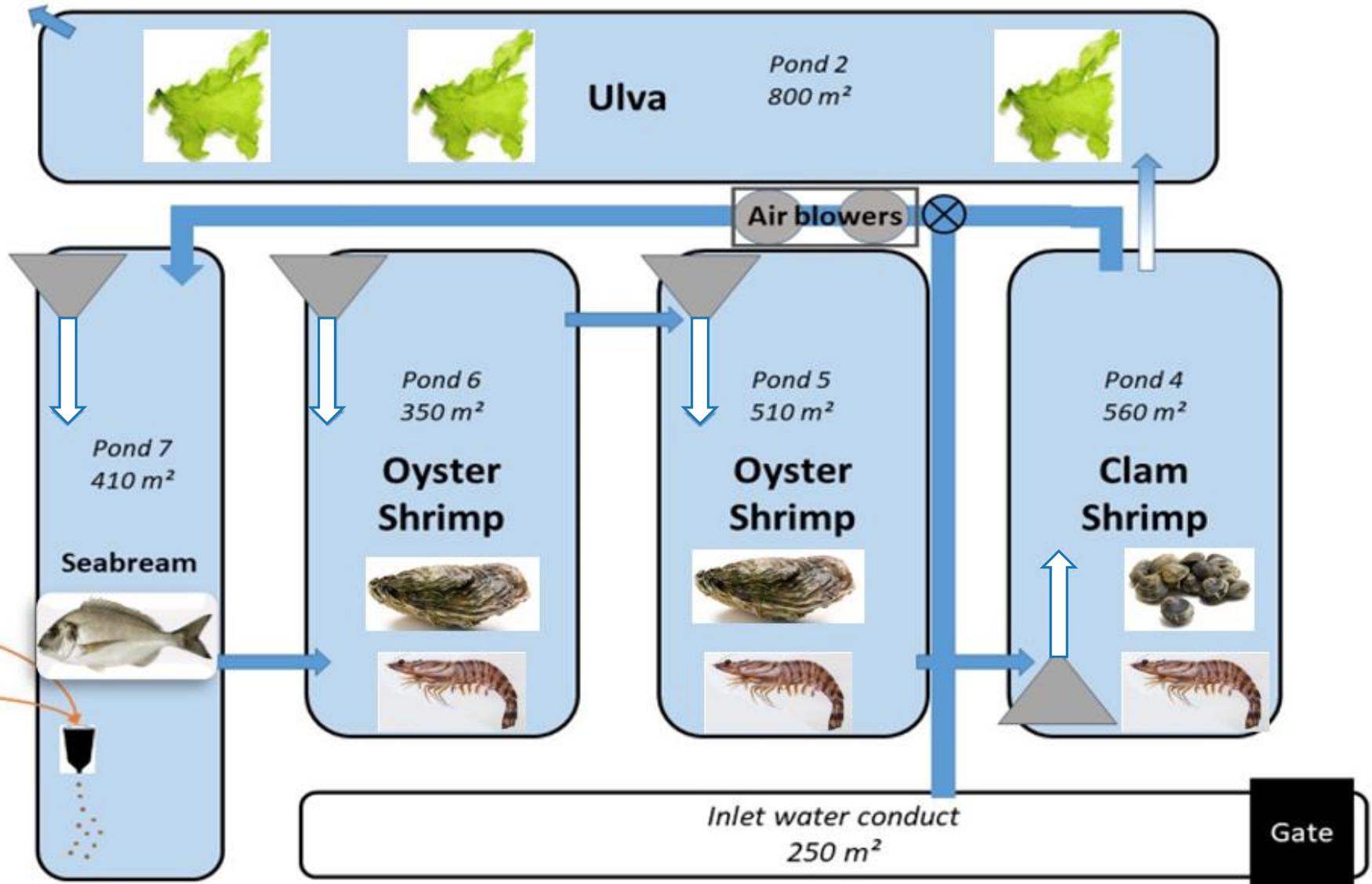
Evaluation



Principes



Conception du pilote

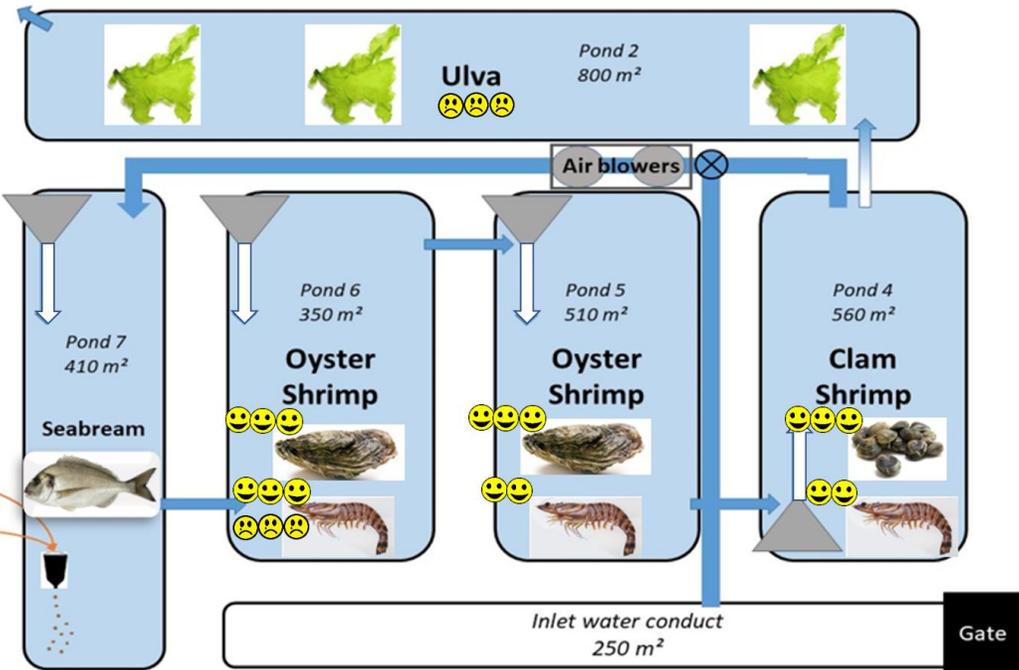


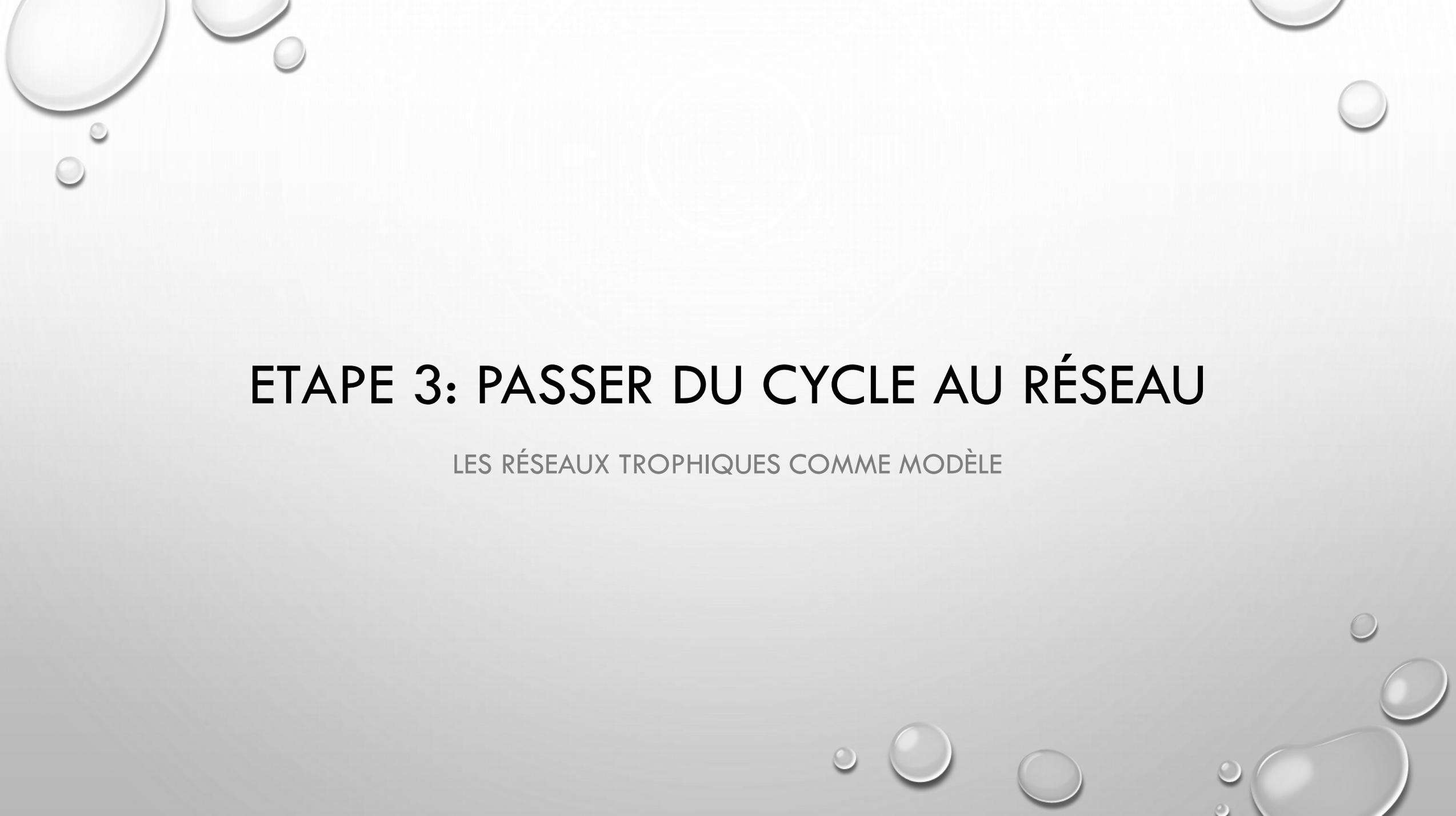


Pump



Air Lift



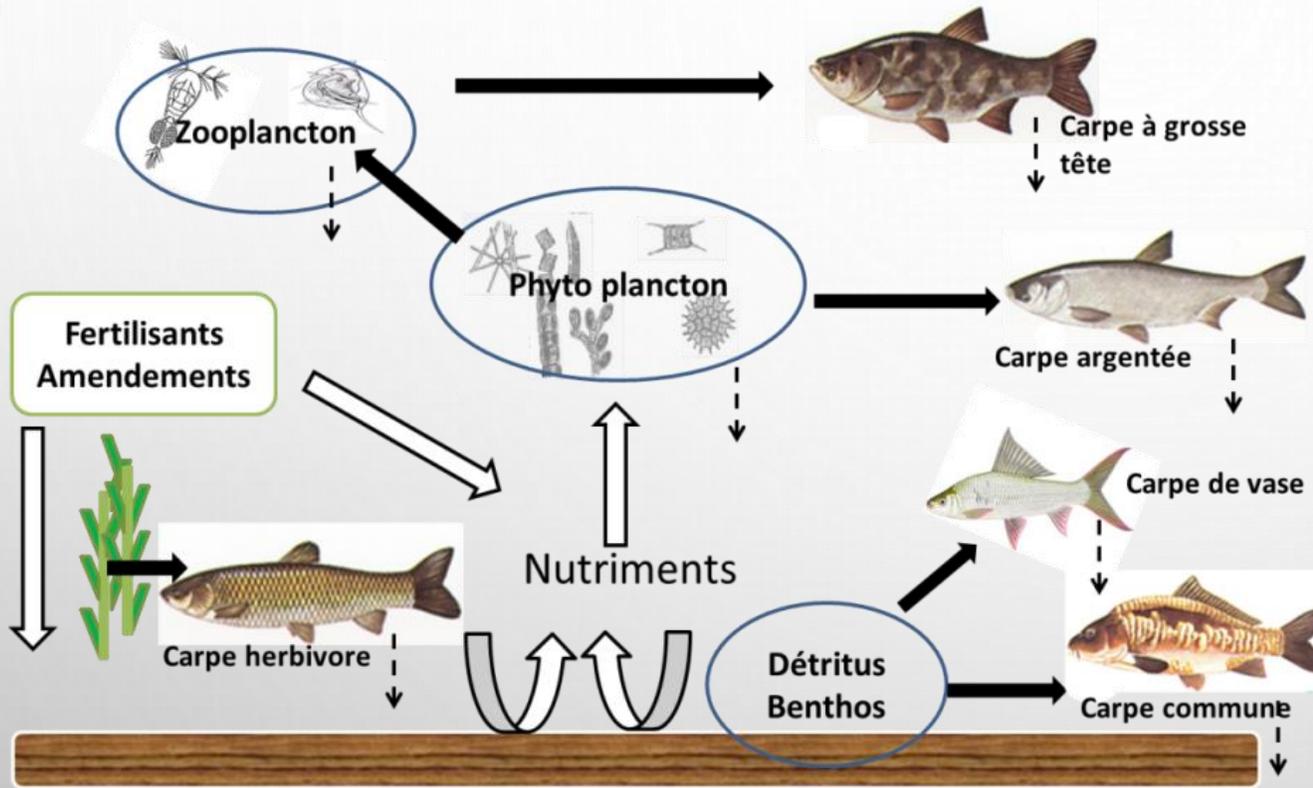
The background features a light gray gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered in the corners. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance.

ETAPE 3: PASSER DU CYCLE AU RÉSEAU

LES RÉSEAUX TROPHIQUES COMME MODÈLE

INTÉGRATION?

Elevage associé porc-étang au Brésil (Santa Catarina)



Polyculture de carpes chinoises

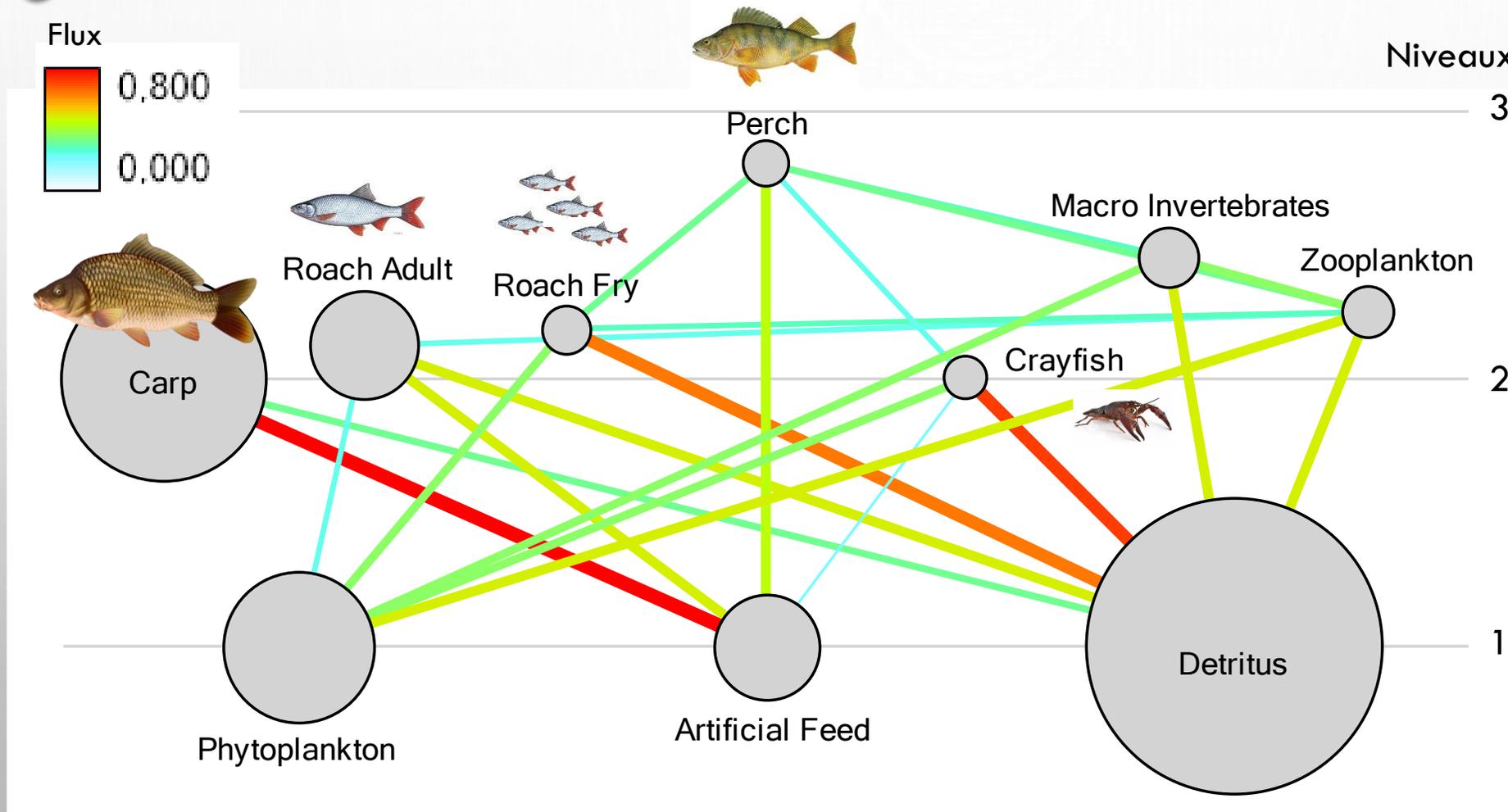
D'après Milstein (2005)

- : Sens alimentation
- ⇨** : Flux de nutriments
- - ->** : Excrétion



Diagramme de flux

- EXEMPLE: UN ÉTANG INTENSIF



Ecopath with Ecosim
<https://ecopath.org/>

Aubin et al., 2021



Ecopath with Ecosim
<https://ecopath.org/>

- Permet aussi de calculer
 - Des indicateurs de circularité: Indice de Finn
 - D'efficacité écotrophique de chaque compartiment (taux d'utilisation trophique)
 - Indexe d'omnivory: maturité du système
 - ...
- Encadrement d'une thèse en cours sur l'utilisation de la modélisation trophique pour le design des systèmes d'étangs en polyculture

When more is more: taking advantage of species diversity to move towards sustainable aquaculture

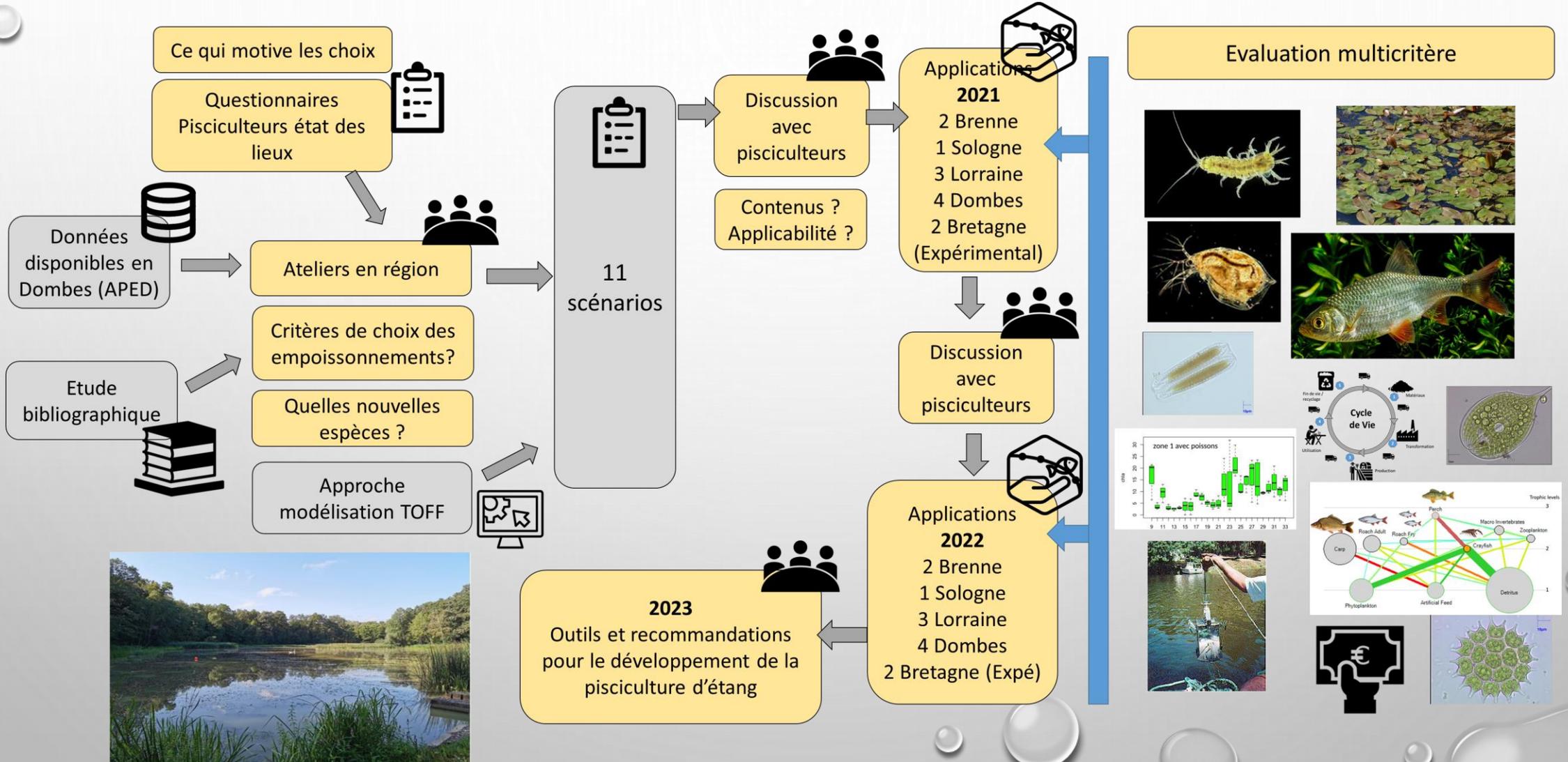
Marielle Thomas^{1*} , Alain Pasquet¹, Joël Aubin², Sarah Nahon³ and Thomas Lecocq¹

¹University of Lorraine, INRAE, URAFFA, Research Unit Animal and Functionalities of Animal Products, University of Lorraine – INRAE, 2 Avenue de la Forêt de Haye, BP 172, 54505, Vandœuvre-lès-Nancy, France

²UMR SAS, INRAE, Institut Agro, 35000, Rennes, France

³INRAE, Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, UMR 1419, Nutrition, Métabolisme, Aquaculture, F-64310, Saint Pée sur Nivelle, France

PROJET FEAMP SEPURE



QUELQUES MOTS DE CONCLUSION

- ECOSYSTÈME AQUATIQUE PRÉSENTE UN GRAND CHOIX D'ESPÈCES ET DE COMPARTIMENTS TROPHIQUES
 - EN PISCICULTURE, ON PRODUIT AUSSI DES LIONS
- OFFRE DES POSSIBILITÉS DE CONCEPTION DE SYSTÈMES TRÈS GRANDES
- PERMET DE POSER DES QUESTIONS THÉORIQUES SUR LES ÉCHANGES DE MATIÈRES ET D'ÉNERGIE
- DES APPLICATIONS POSSIBLES SUR LE PLAN THÉORIQUE AUX SYSTÈMES AGRICOLES (ET URBAINS)
- MILIEU AQUATIQUE IMPORTANT À CONSIDÉRER DANS LE MILIEU URBAIN: GESTION DE L'EAU, ÉPURATION, PRODUCTION ALIMENTAIRE, ESPACES RÉCRÉATIFS, STOCKAGE DE L'EAU, RÉGULATION THERMIQUE...