

Analyse de l'ADNe digestif : des régimes alimentaires aux réseaux trophiques



Quelques exemples sur les mammifères tropicaux

Erwan Quéméré, chargé de recherche

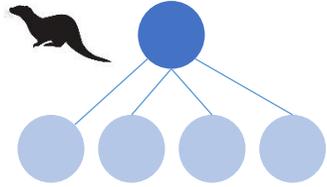
INRAE, UMR DECOD, Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes :
de la source à l'océan.



Journée ADNe
Académie d'Agriculture de France
28 novembre 2023

Pourquoi s'intéresser aux régimes alimentaires ?

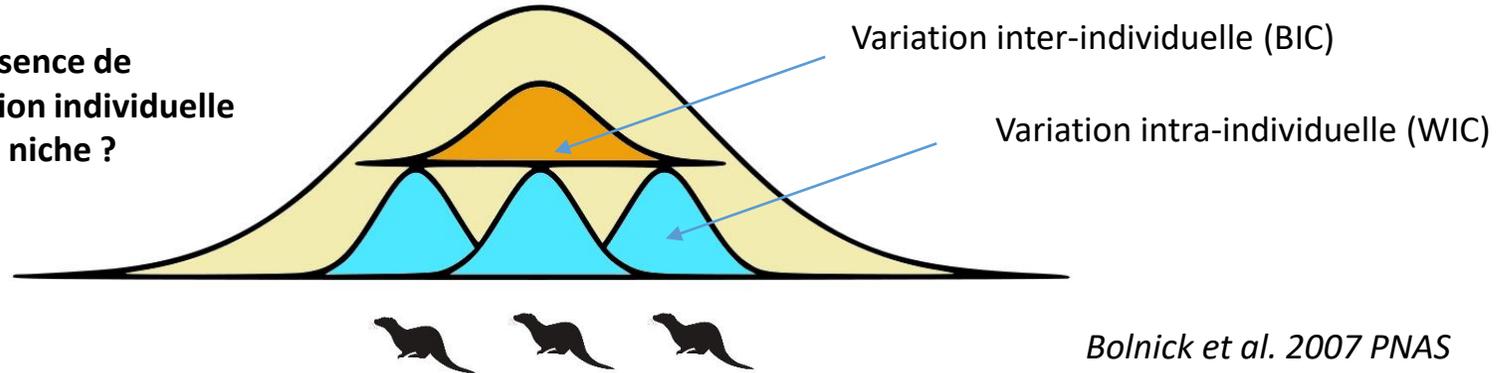
Population/Espèce



➔ Gestion/conservation d'espèces menacées, invasives etc.

Variation spatiale / temporelle en fonction des conditions biotiques et abiotiques ? (**diversité/plasticité trophique**)

Présence de spécialisation individuelle de niche ?



Bolnick et al. 2007 PNAS



Stratégie d'histoire de vie des individus : condition interne, gestion compromis énergétique (survie/repro), domaine vital, comportement spatial routinier/migratoire pour l'acquisition des ressources.

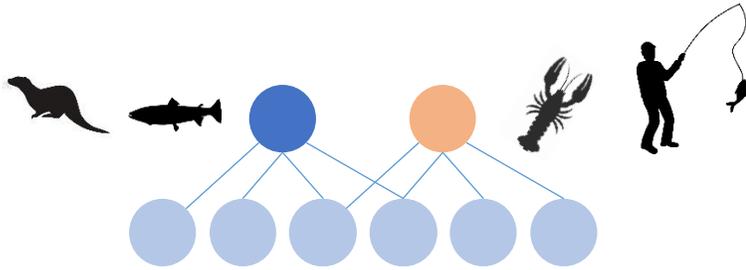


Trajectoire démographique des populations

Contexte/Enjeux

Pourquoi s'intéresser aux régimes alimentaires ?

Espèces sympatriques



Partitionnement de niches: déterminants phylogénétiques, biotiques, biotiques ?



Compétition entre espèces natives/invasives



Conflit d'usage entre l'homme et les grands carnivores.



Qu'apporte l'ADNe digestif par rapport aux méthodes classiques ?

ADNe extrait de fèces, contenus stomacaux/intestinaux, régurgitâts

Plus grande efficacité: analyse simultanée des centaines d'échantillons

Plus sensible: détection des proies rares

Moins dépendant d'une expertise taxonomique qui se raréfie...

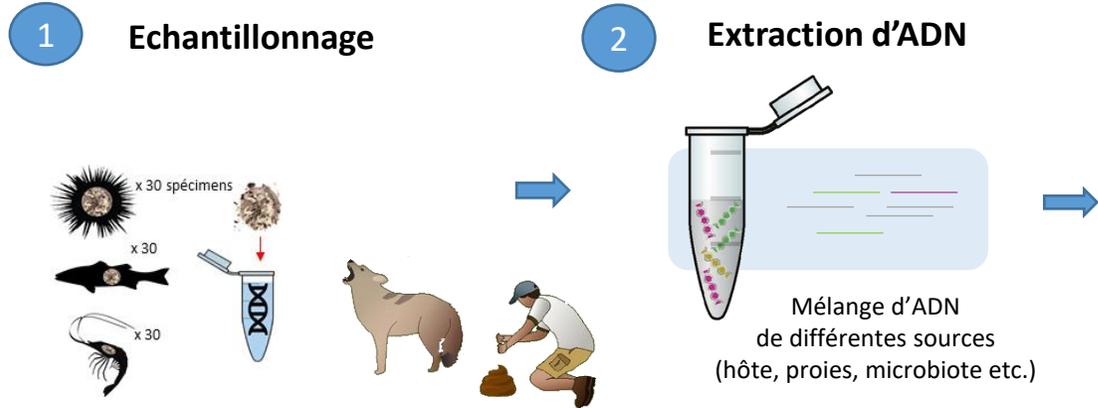
Applicable à un plus spectre plus large d'espèces (ex: détritivores, suspensivores)

Information taxonomique plus précise (jusqu'à l'espèce)



Les outils et méthodes d'analyse d'ADNe

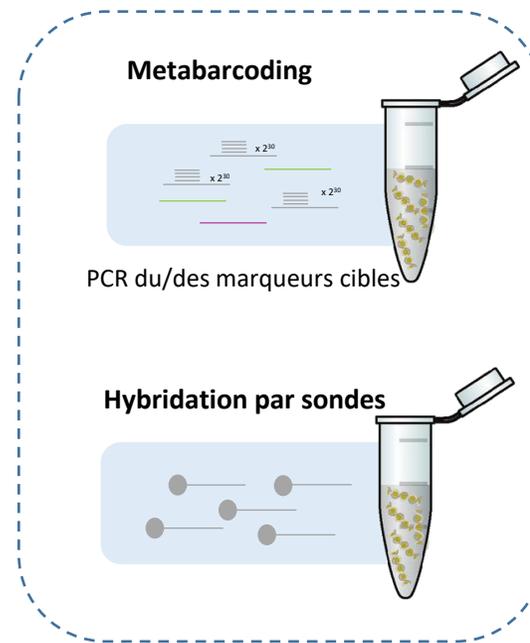
L'ADNe digestif, comment l'analyser ?



Question, modèle(s) d'étude, facteurs de distorsions

Alberti et al. 2019 Mol Ecol

3 Enrichissement



Choix du/des marqueurs ?
(mitochondriaux/chloroplastiques)



Profondeur de séquençage ?

Quelle base de référence pour l'assignation taxonomique ?

Cas d'application sur un herbivore

Impact de la fragmentation de l'habitat sur la diversité
et plasticité trophique du propitèque à couronne dorée (*Propithecus tattersalli*)

N-O
Madagascar



96 individus collectés en 2006-2008 en saison sèche (63 groupes familiaux)



Inventaire botanique de la région de Daraina (Conservatoire de Genève)

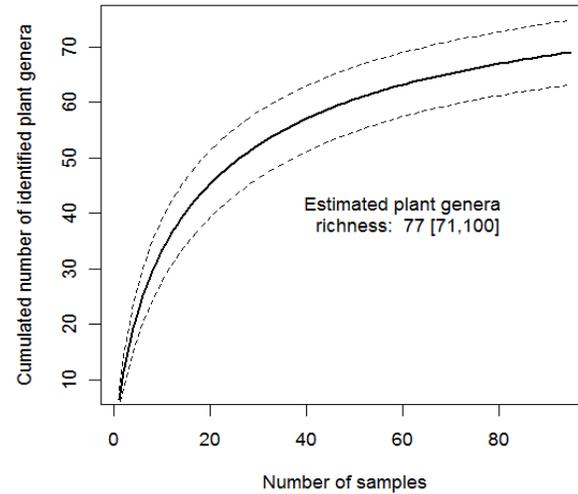
Base locale de référence de code-barres ADN (intron du gène trnL)

(60% des genres, 76% des familles représentées)

Diversité et composition du régime alimentaire

130 plantes, 80 genres, 49 familles différentes (>70% assignées à l'espèce/genre)

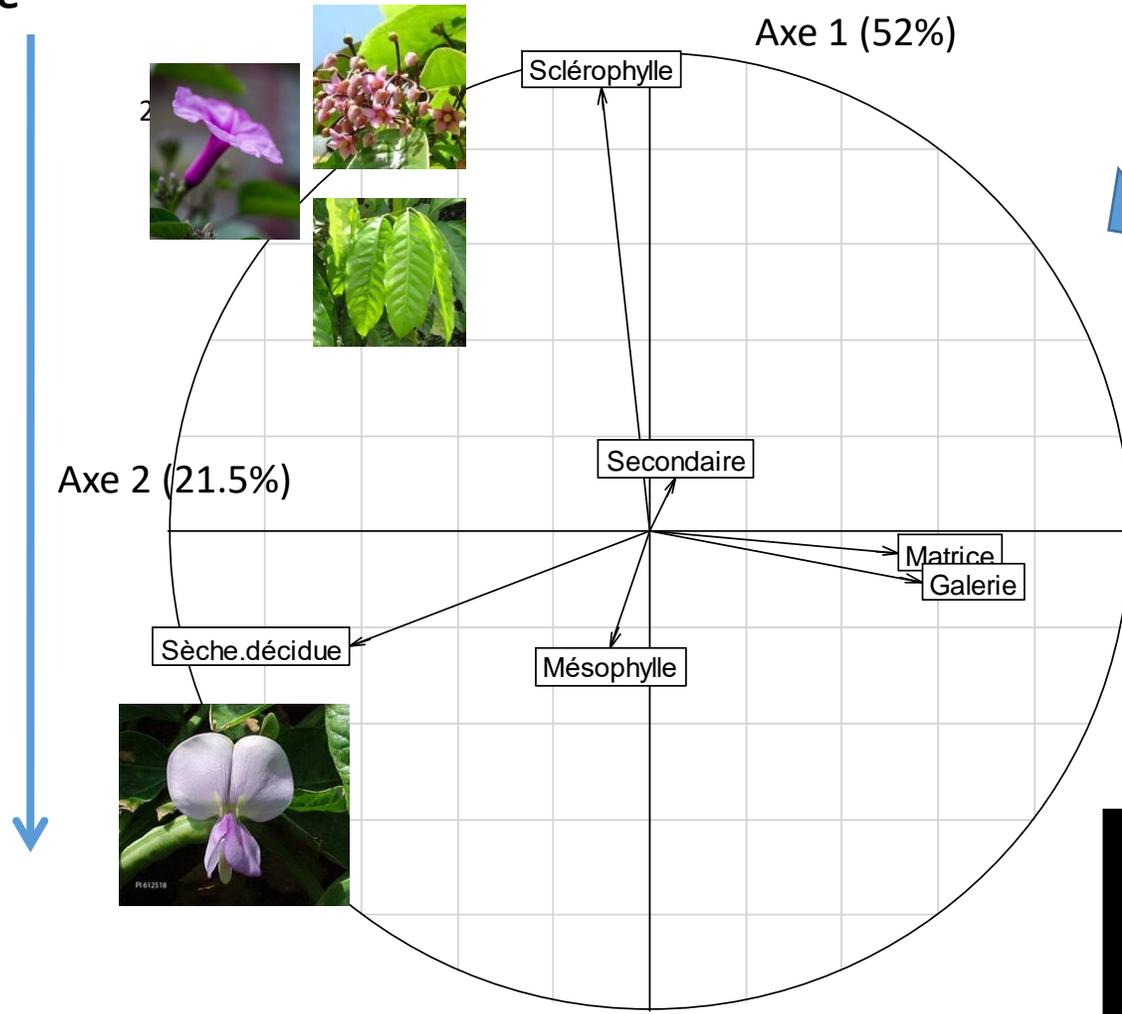
dont 14 genres de plantes cultivées/naturalisées



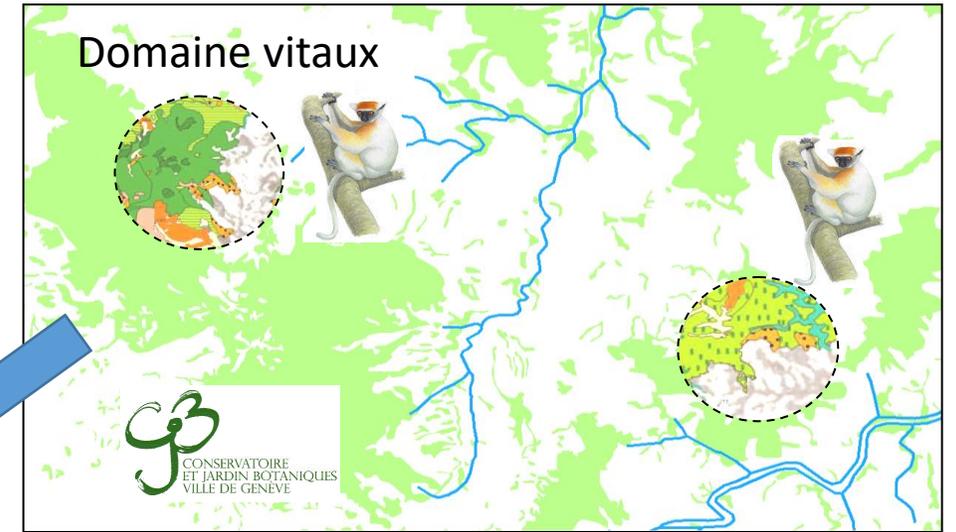
Déterminants anthropiques & naturels

Importante plasticité trophique

Gradient Ouverture →



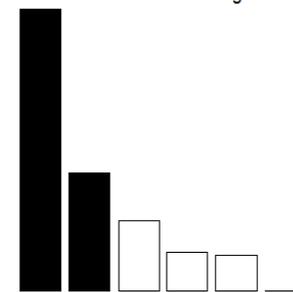
(RV = 28.9%)



% des différents types d'habitat dans les DV des individus



Eigenvalues





Cas d'application sur un herbivore

Diversité et plasticité saisonnière du régime alimentaire du colobe rouge (*Piliocolobus tephrosceles*)

Peut-on **quantifier le niveau d'utilisation des ressources** avec l'ADNe digestif et retracer les **variations saisonnières** ?



Parc National de Kibale (Ouganda)



Observation du comportement alimentaire de 4 individus focaux > 250 heures de monitoring entre février et octobre 2015 (2013 feeding records)



143 fèces des 4 individus focaux
Février – octobre 2015



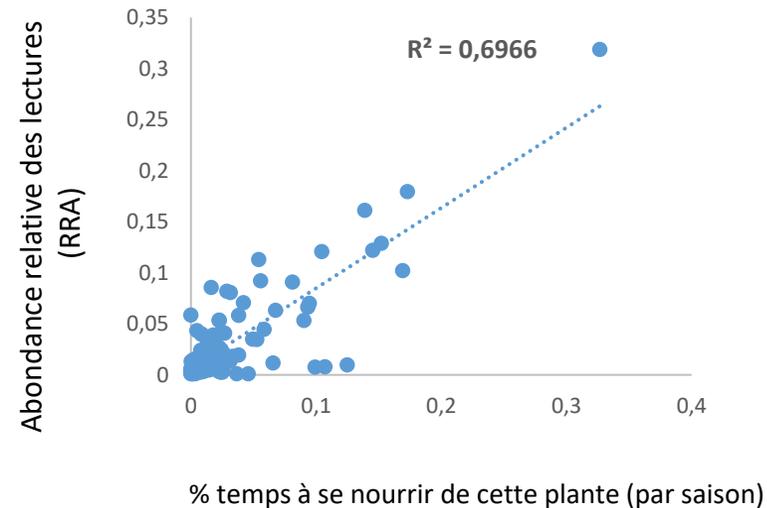
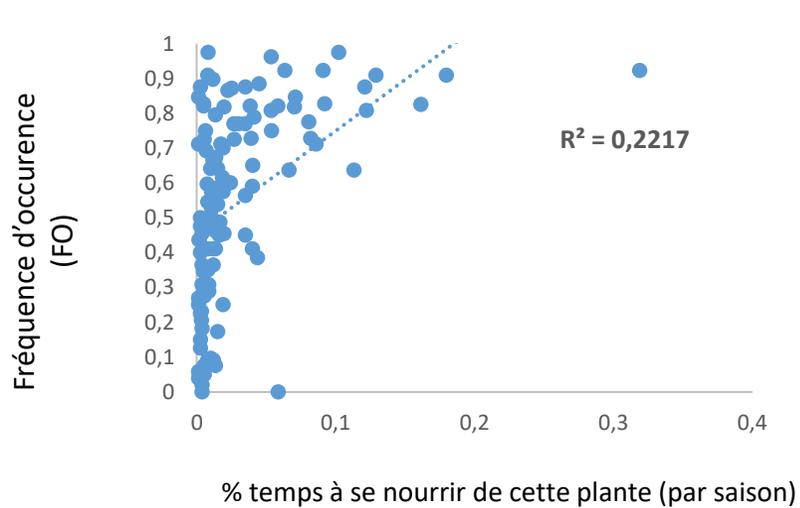
Compilation d'une base locale de référence du gène chloroplastique *trnL* pour 110 arbres et lianes





Quantification de l'utilisation des ressources : Fréquence d'occurrence dans les fèces ou quantité de séquences ?

58 plantes détectées, >80% des séquences assignées à l'espèce



Meilleure estimation de la quantité de plantes consommées en considérant les nombres de séquences (RRA)

Congruents avec résultats sur les ongulés de savanes (Kartzinel et al. 2015 PNAS) ... mais FO est un meilleur estimateur chez les carnivores - Dépend du type de régime / vitesse de digestion (Deagle et al. 2019 Mol Ecol)

Sèche

Humide

Sèche

Humide

Jan

S1

Mars

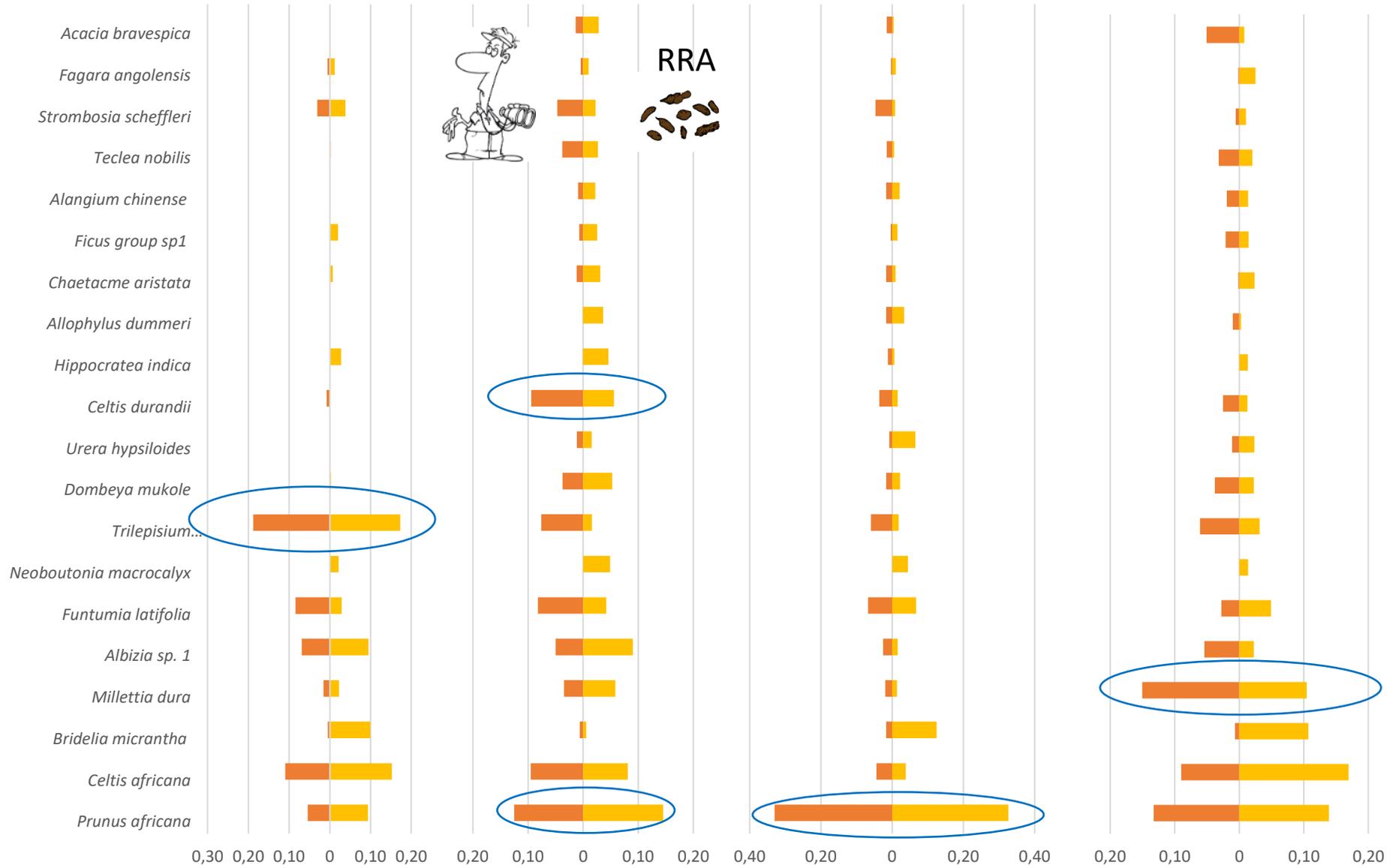
S2

Mai

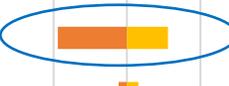
S3

Août

S4



RRA

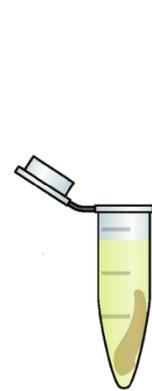


Cas d'application sur un carnivore

Régime alimentaire de loutre géante en Guyane



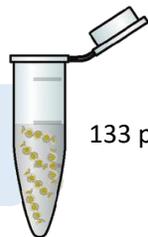
Collecte de 59 échantillons d'épreintes entre janvier et mars 2018
Dans les savanes inondées de la réserve de Kaw



Metabarcoding

Teleo12S

Valentini et al. 2016



133 pb

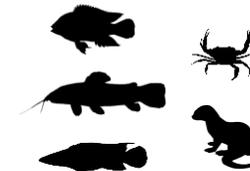


Metabarcoding

MG2-COI

Tournayre et al. 2021

64 pb



Base local de référence

92 code-barres 12S (81% des espèces locale)



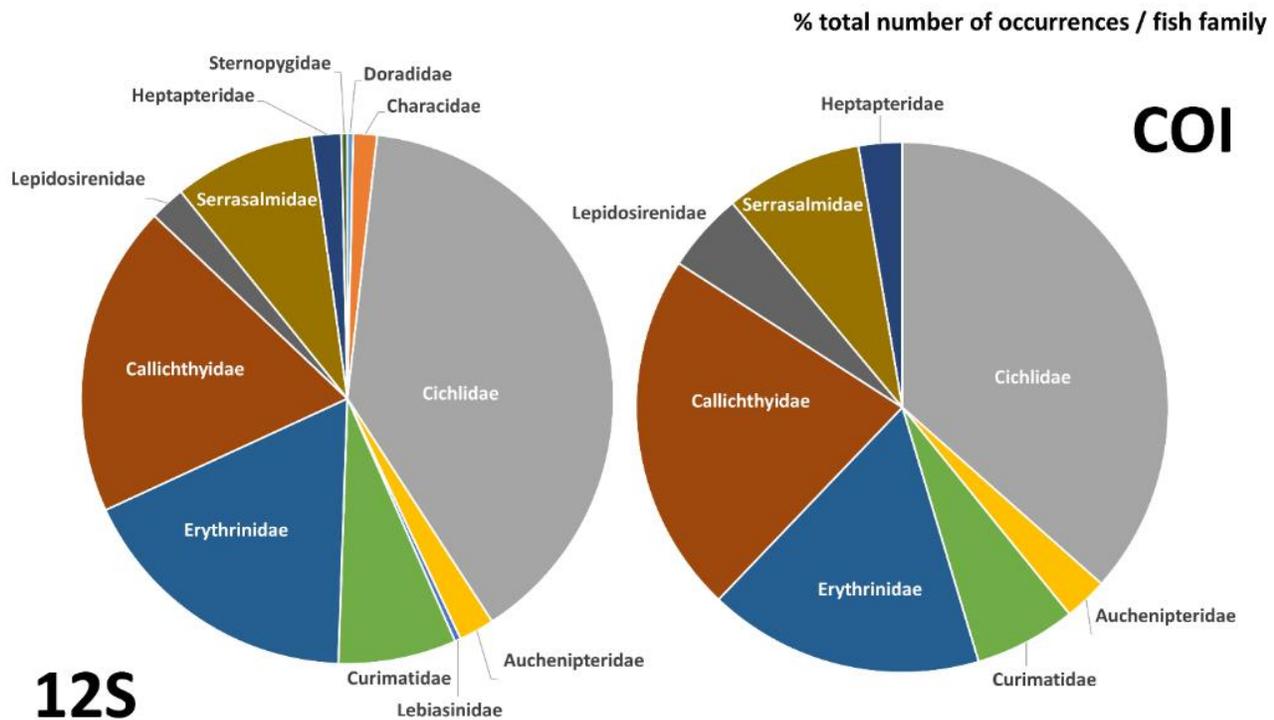
99 code-barres COI (87% des espèces locale)



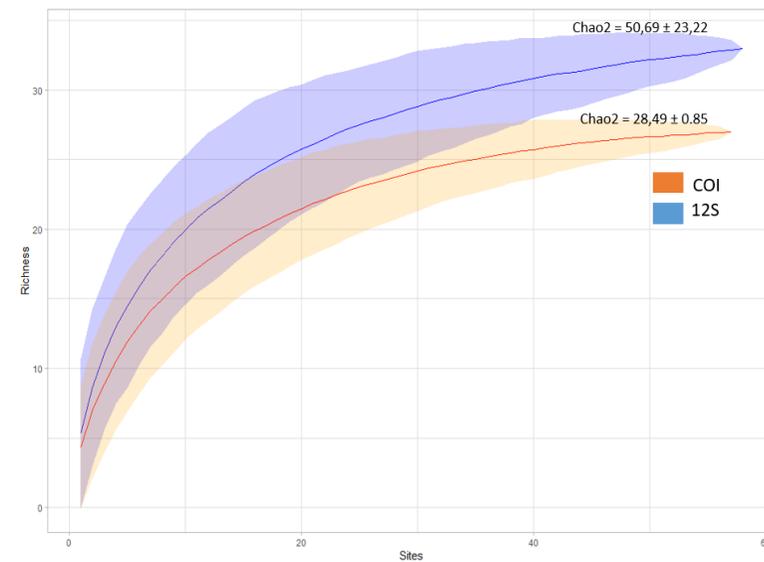
Régime alimentaire de loutre géante en Guyane

35 proies identifiées dont une grande majorité de poissons + quelques amphibiens, reptiles, oiseaux.

>90% des proies identifiées au rang spécifique grâce à la base de données locale

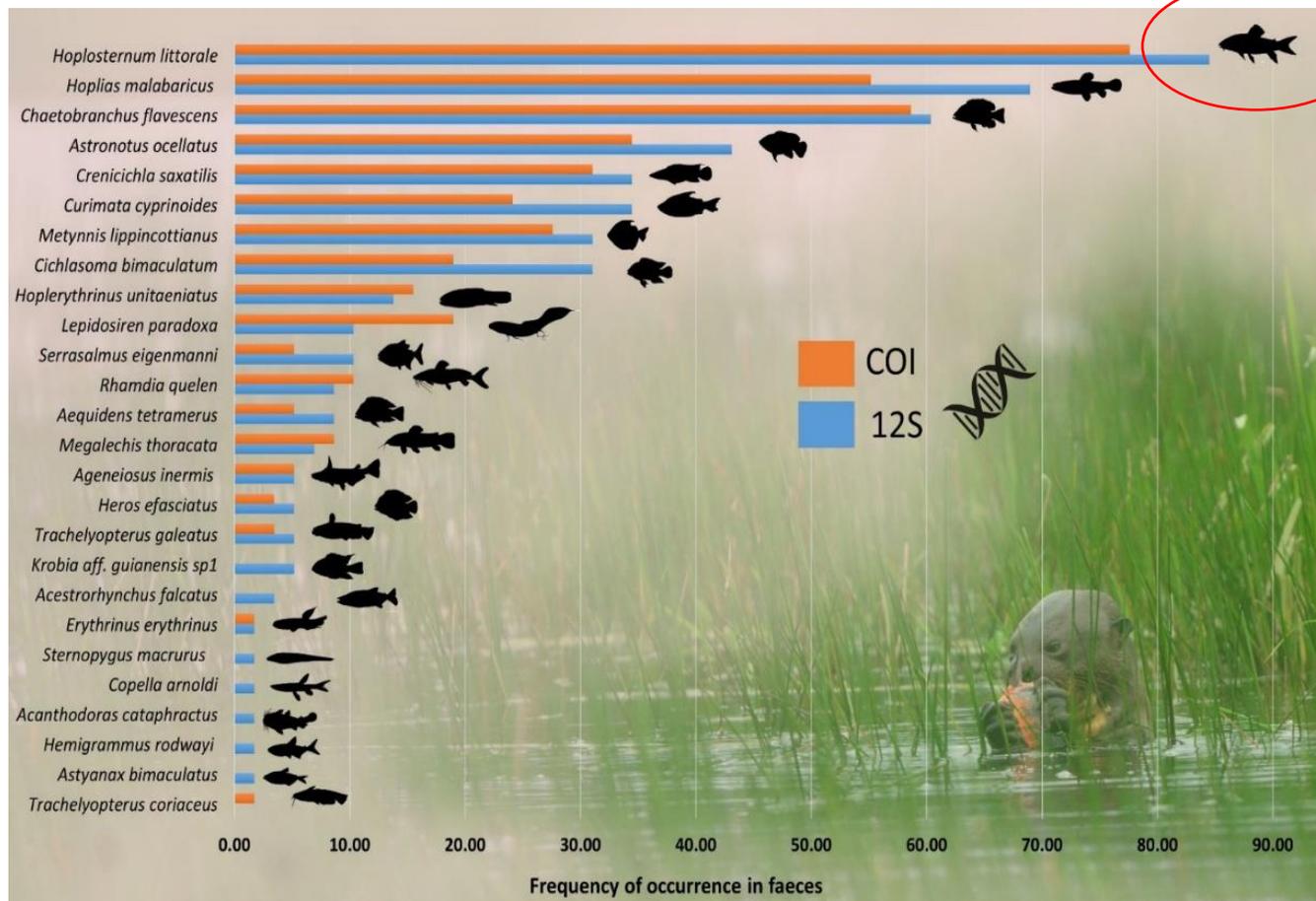


Validation de l'effort d'échantillonnage

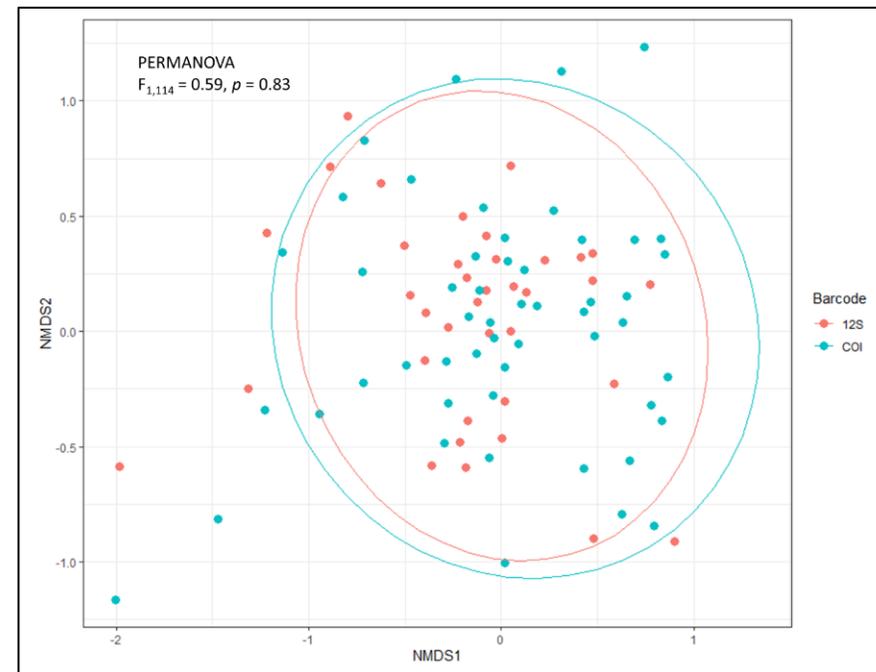


Régime alimentaire de loutre géante en Guyane

Fréquences d'occurrence (FO) de chacune des proies presque identiques pour les deux marqueurs mais moins d'espèces rares avec le COI



L' Atipa Bosco



Les deux marqueurs donnent des images très similaires du régime alimentaire de la loutre géante à Kaw

Fréquence d'occurrence (FO)

Conclusions

ADNe digestif : outil puissant pour évaluer la diversité et plasticité trophique mais très dépendant de la précision et la complétude des bases de référence de code-barres ADN

L'approche multi-marqueurs est à privilégier pour augmenter le niveau de confiance dans les données et avoir des régimes alimentaires complets.

Possibilité de quantifier les interactions via les FO ou le quantité relative de séquences (RRA - pour les herbivores).

Du régime alimentaire ... vers les réseaux trophiques ?



603

REVIEW

The use of DNA barcodes in food web construction—terrestrial and aquatic ecologists unite!¹

Tomas Roslin and Sanna Majaneva

Biomonitoring for the 21st Century: Integrating Next-Generation Sequencing Into Ecological Network Analysis

Stéphane A.P. Derocles^{*1}, David A. Bohan^{*}, Alex J. Dumbrell[†], James J.N. Kitson[‡], François Massol[§], Charlie Pauvert[¶], Manuel Plantegenest^{||}, Corinne Vacher[†], Darren M. Evans[‡]

^{*}Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA, University of Bourgogne Franche-Comté, Dijon, France

[†]School of Biological Sciences, University of Essex, Colchester, United Kingdom

[‡]School of Natural and Environmental Sciences, Newcastle University, Newcastle upon Tyne, United Kingdom

[§]CNRS, UMR 8198 Evo-Eco-Palco, Université de Lille, SPICI group, Lille, France

[¶]BIOGECO, INRA, Univ. Bordeaux, Pessac, France

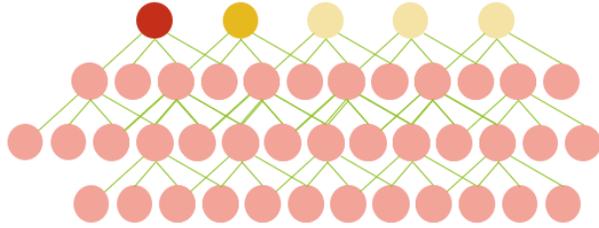
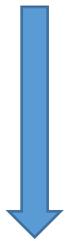
^{||}UMR 1349 IGEPP, INRA, Agrocampus-Ouest, Université de Rennes 1, Rennes Cedex, France

¹Corresponding author: e-mail address: stephane.derocles@inra.fr

Conclusions/Perspectives

Du régime alimentaire ... vers les réseaux trophiques ?

Régulation
trophique



Nombreux verrous avec les approches classiques :

Nœuds peu résolus et interactions peu précises
réseaux incomplets, manque de données sur les groupes basaux

Données d'interactions trophiques rares et essentielles pour évaluer le lien entre diversité taxonomique et qualité fonctionnelle des habitats.

Enjeux

Evaluer/prédire l'impact de forçages anthropiques

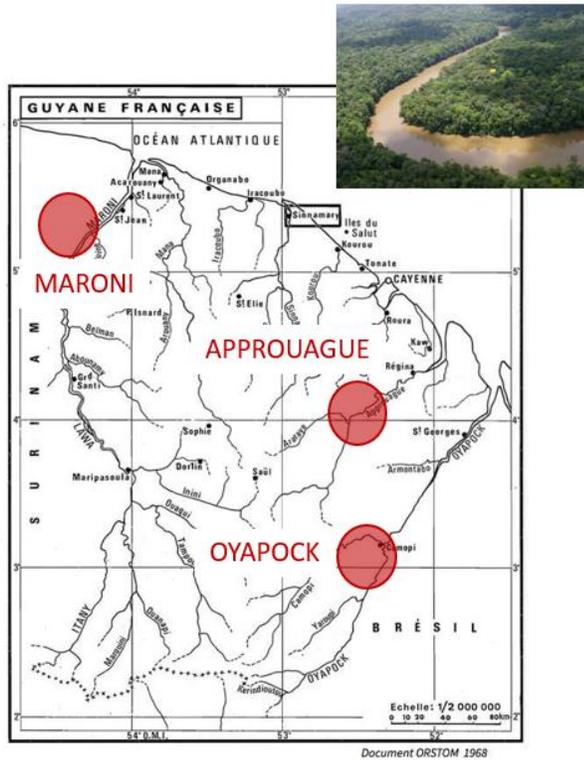
sur la dynamique des écosystèmes (invasion, dégradation des habitats, etc.).

Evaluer la « robustesse » d'un écosystème

Identifier les « processus de compensation biotique »

Identifier les espèces et « motifs » clefs dans les réseaux.

Structuration trophique des poissons et macro-invertébrés des grands fleuves de Guyane (2022-2026)



Métabarcoding multi-marqueurs (COI, 12S, 16S, trnL) + analyse isotopique

Mission 2021 (Approuague) et 2023 (Maroni)
 > 80 espèces, >2000 échantillons
 Prélèvements ADNe/eau



Les crustacés détritivores sont-ils de bon bio-échantillonneurs de la diversité piscicole ?



77 espèces
22 familles



30% d'espèces en commun



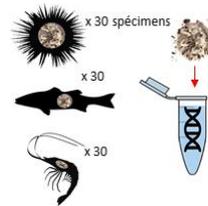
72 espèces
24 familles



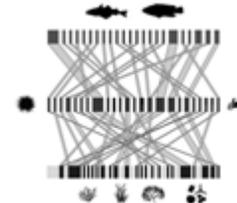
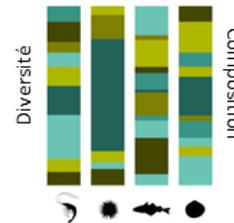
L'ADNe digestif pour décrypter la structure et le fonctionnement des communautés associées au **forêt de laminaires** (2022-2024)



- ➔ Connaissance sur l'écologie trophique des espèces inféodées aux laminaires
- ➔ Dépendance directe/indirecte à la production détritique des laminaires ? (refuge et/ou nurricerie ?)
- ➔ Régulation des populations de brouteurs ?
- ➔ Liens entre perturbations, structure trophique et productivité des écosystèmes ?

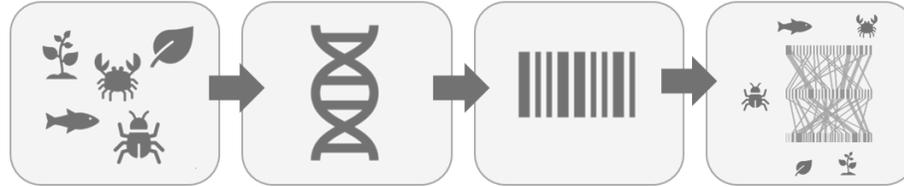


15 espèces
12 sites



Compilation d'indicateurs trophiques
de qualité fonctionnelle des peuplements
(comparaison avec données de biodiversité et production secondaire)

Merci pour votre attention !



*« Rien n'a de sens en biologie,
si ce n'est dans la lumière du tube digestif »*