



COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —

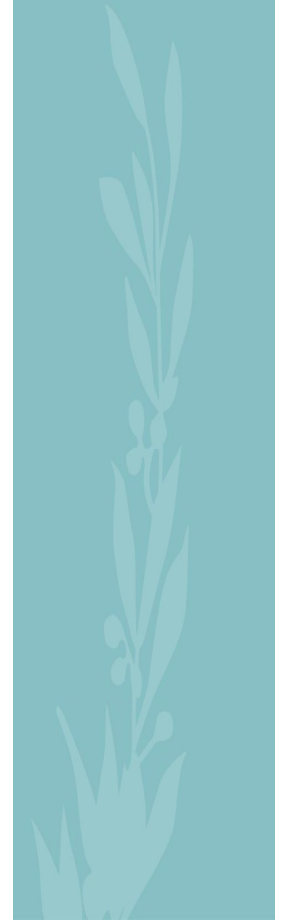
La conservation des écosystèmes aquatiques : les secrets dévoilés des espèces végétales

AVENIR COMMUN
— **DURABLE** —
ÉNERGIE / ENVIRONNEMENT / SOCIÉTÉ



Cours du 24 mars 2026

Pr. Claude Grison





« L'eau ! Tu n'as ni goût, ni couleur, ni arôme... On ne peut pas te définir, on te goûte sans te connaître. Tu n'es pas nécessaire à la vie, tu es la vie ! »

Antoine de Saint-Exupéry – Terre des hommes (1939)



Quelques faits...

- Tous les organismes vivants contiennent majoritairement de l'eau :



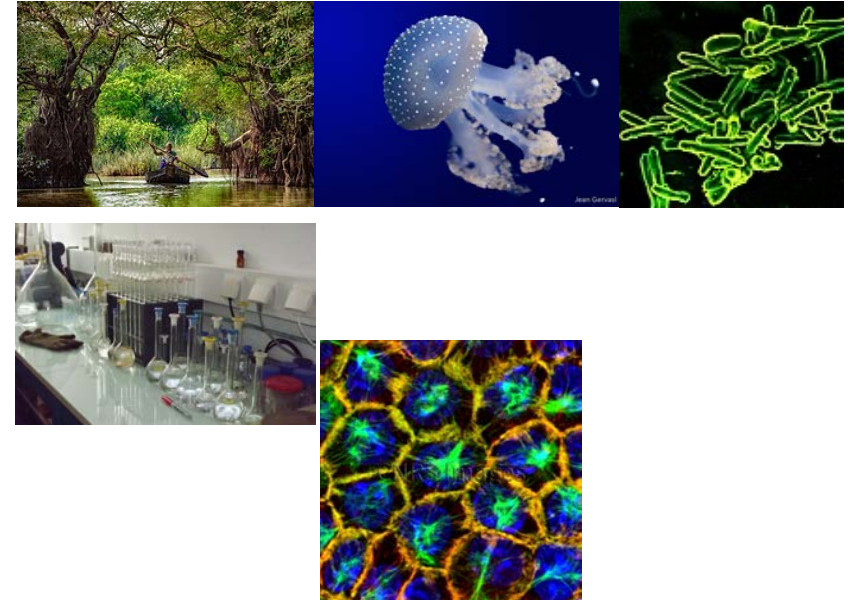
Quelques faits...

- Tous les organismes vivants contiennent majoritairement de l'eau :
- L'eau est le solvant principal de la chimie du vivant : μ , ϵ , P_s :



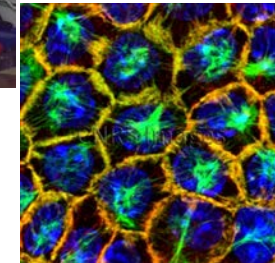
Quelques faits...

- Tous les organismes vivants contiennent majoritairement de l'eau :
- L'eau est le solvant principal de la chimie du vivant : μ , ε , Ps
- Les cellules fonctionnent dans un environnement aqueux



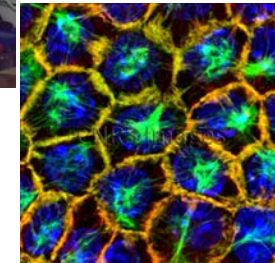
Quelques faits...

- Tous les organismes vivants contiennent majoritairement de l'eau :
- L'eau est le solvant principal de la chimie du vivant : μ , ε , Ps
- Les cellules fonctionnent dans un environnement aqueux
- L'eau régule la température de la vie



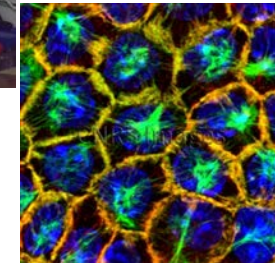
Quelques faits...

- Tous les organismes vivants contiennent majoritairement de l'eau :
- L'eau est le solvant principal de la chimie du vivant : μ , ε , Ps
- Les cellules fonctionnent dans un environnement aqueux
- L'eau régule la température de la vie
- L'eau permet la photosynthèse : $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

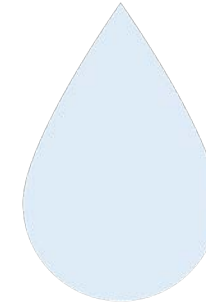
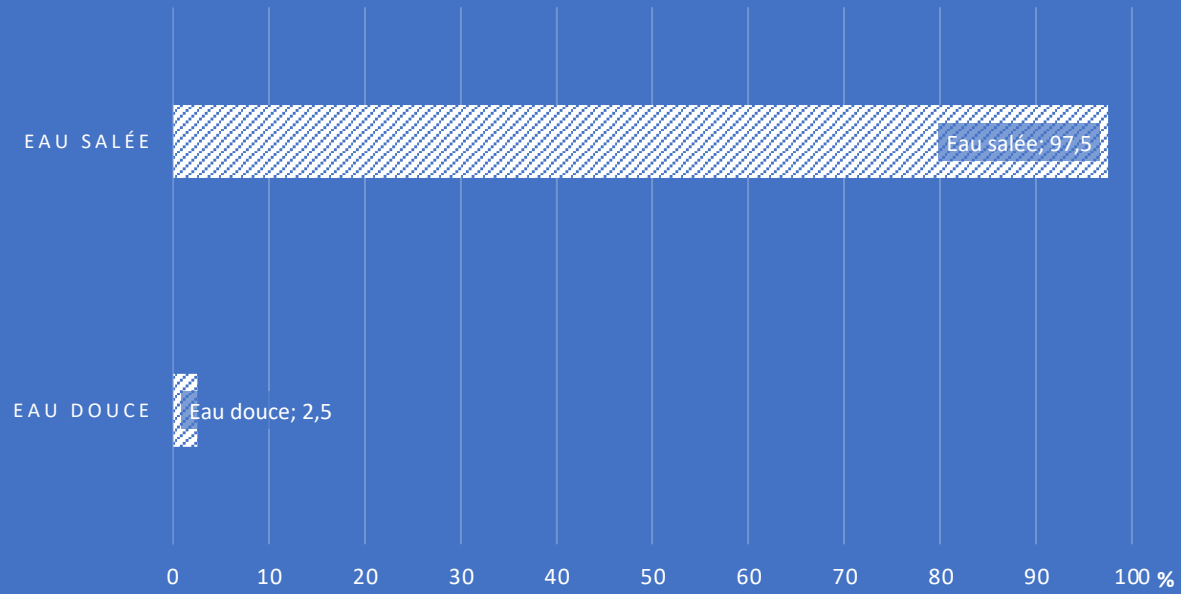


Quelques faits...

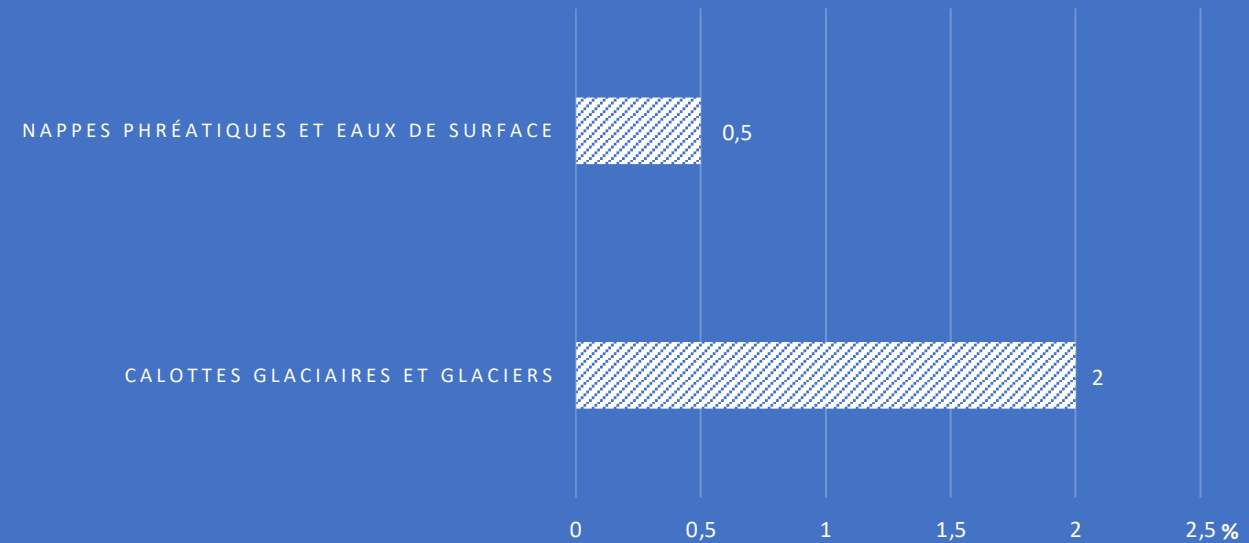
- Tous les organismes vivants contiennent majoritairement de l'eau :
- L'eau est le solvant principal de la chimie du vivant : μ , ε , Ps
- Les cellules fonctionnent dans un environnement aqueux
- L'eau régule la température de la vie
- L'eau permet la photosynthèse : $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
- La recherche de vie ailleurs commence par l'eau



EAU DISPONIBLE



EAU DOUCE



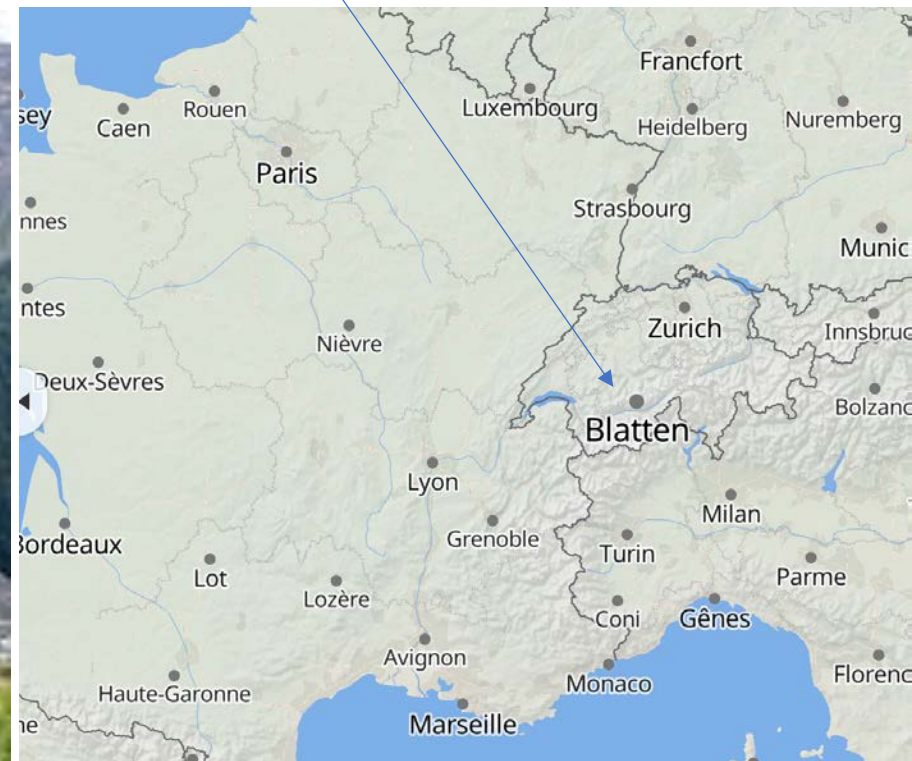


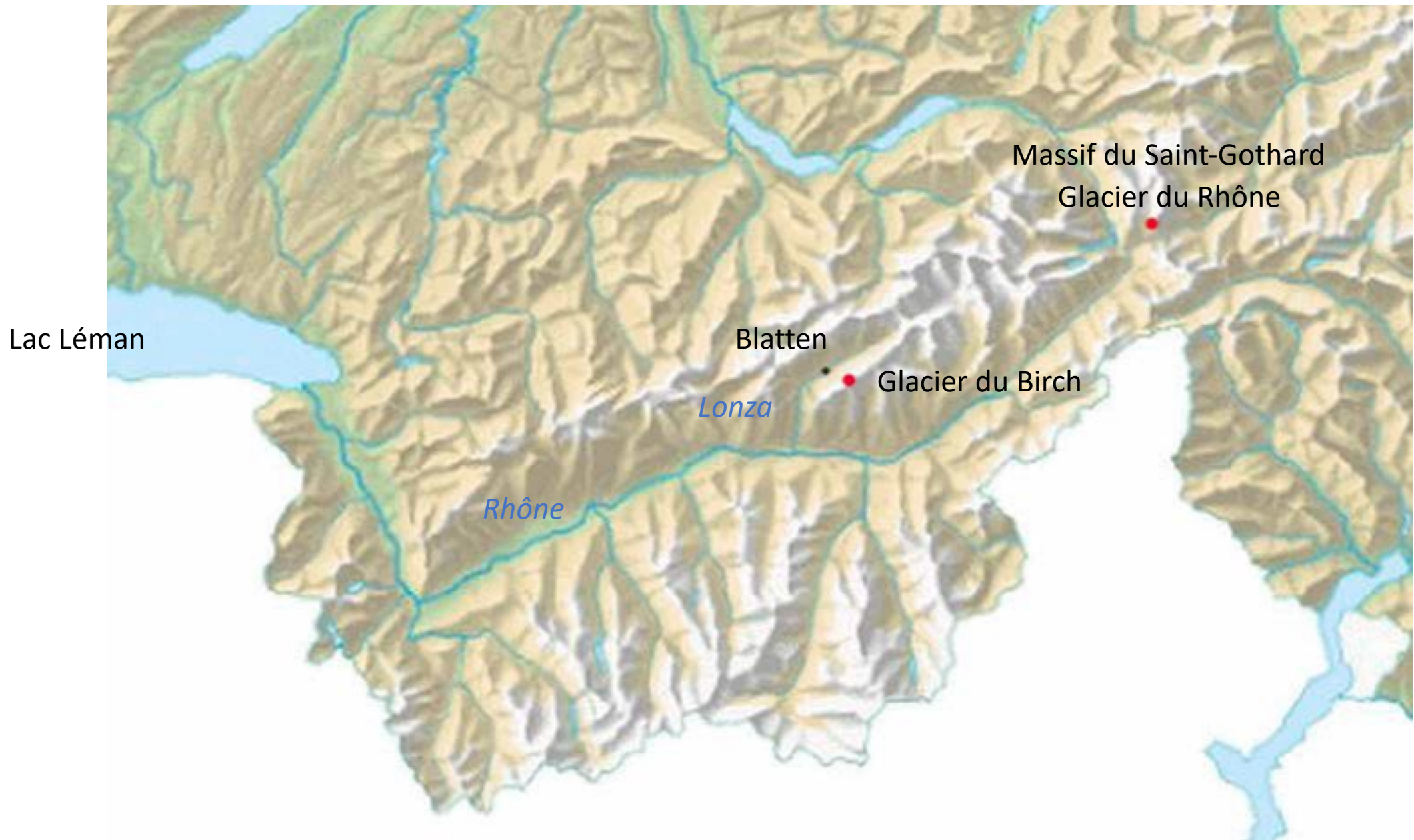
2025 a été déclarée année internationale des glaciers

De l'agonie à la disparition



28 mai 2025 : Effondrement du glacier du Birch près de Blatten







Vision globale de la qualité de l'Eau en Europe

« Métaux lourds » dans les eaux européennes

- ≈45 % des masses d'eau de surface en Europe dépassent les normes pour le mercure
- le nickel et le cadmium dépassent les seuils dans 10–20 % des rivières et lacs surveillés.

Origine des éléments métalliques :

- combustion du charbon et industrie métallurgique
- anciennes activités minières
- ruissellement urbain et industriel
- dépôts atmosphériques
- engrais phosphatés

->transport **sur de longues distances**

Impact sur les écosystèmes :

- accumulation dans les sédiments,
- atteinte de concentrations élevées chez les poissons
- entrée dans la chaîne alimentaire (bioaccumulation) et *in fine* atteinte de la santé humaine



Vision globale de la qualité de l'Eau en Europe

Pesticides dans les rivières et les nappes européennes

- plus de 80 % des stations de mesure dans les rivières européennes détectent au moins un pesticide
- 22 % des sites dépassent les normes environnementales pour un ou plusieurs pesticides

Pesticides les plus détectés :

- herbicides (glyphosate et métabolites)
- insecticides néonicotinoïdes
- fongicides agricoles

Ces molécules proviennent principalement :

- du **ruissellement agricole**,
- de la **dérive lors de l'épandage**,
- de l'infiltration vers les nappes souterraines

Contamination des nappes souterraines

- **≈13 % des stations dépassent les seuils réglementaires pour les pesticides.**
- plusieurs substances interdites depuis longtemps (ex. atrazine) sont encore détectées en raison de leur **persistance dans les sols.**



Vision globale de la qualité de l'Eau en Europe

Polluants principaux :

Nitrates

- principale cause de pollution des nappes en Europe
- liés à l'agriculture intensive (engrais et élevage).

Dans certaines régions agricoles, les concentrations dépassent le seuil européen de **50 mg/L**.

Pesticides

- plusieurs substances et leurs métabolites persistent dans les sols
- détectés dans de nombreuses nappes, parfois **plusieurs décennies après leur interdiction**.

Polluants industriels

- solvants chlorés
- métaux « lourds »
- PFAS dans certaines zones industrielles et autres polluants organiques persistants.

Selon la dernière évaluation de l'état écologique des eaux :

• moins de 40 % des eaux de surface européennes sont en bon état écologique

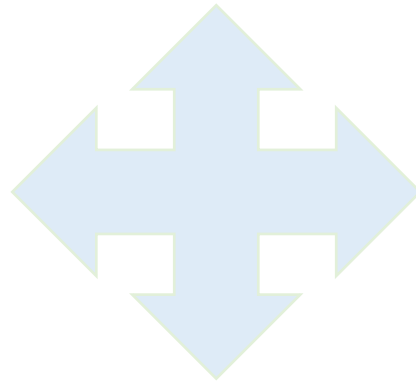
La sécurité en eau douce est aujourd'hui menacée



Pollution



Espèces exotiques envahissantes



Dérèglement climatique



Surconsommation d'eau





Pistia stratiotes (Laitue d'eau)



Pistia stratiotes (Laitue d'eau)



Ludwigia peploides (Jussie d'eau)



La préservation des systèmes aquatiques est un enjeu majeur et prioritaire



La conservation des écosystèmes aquatiques : les secrets dévoilés des espèces végétales

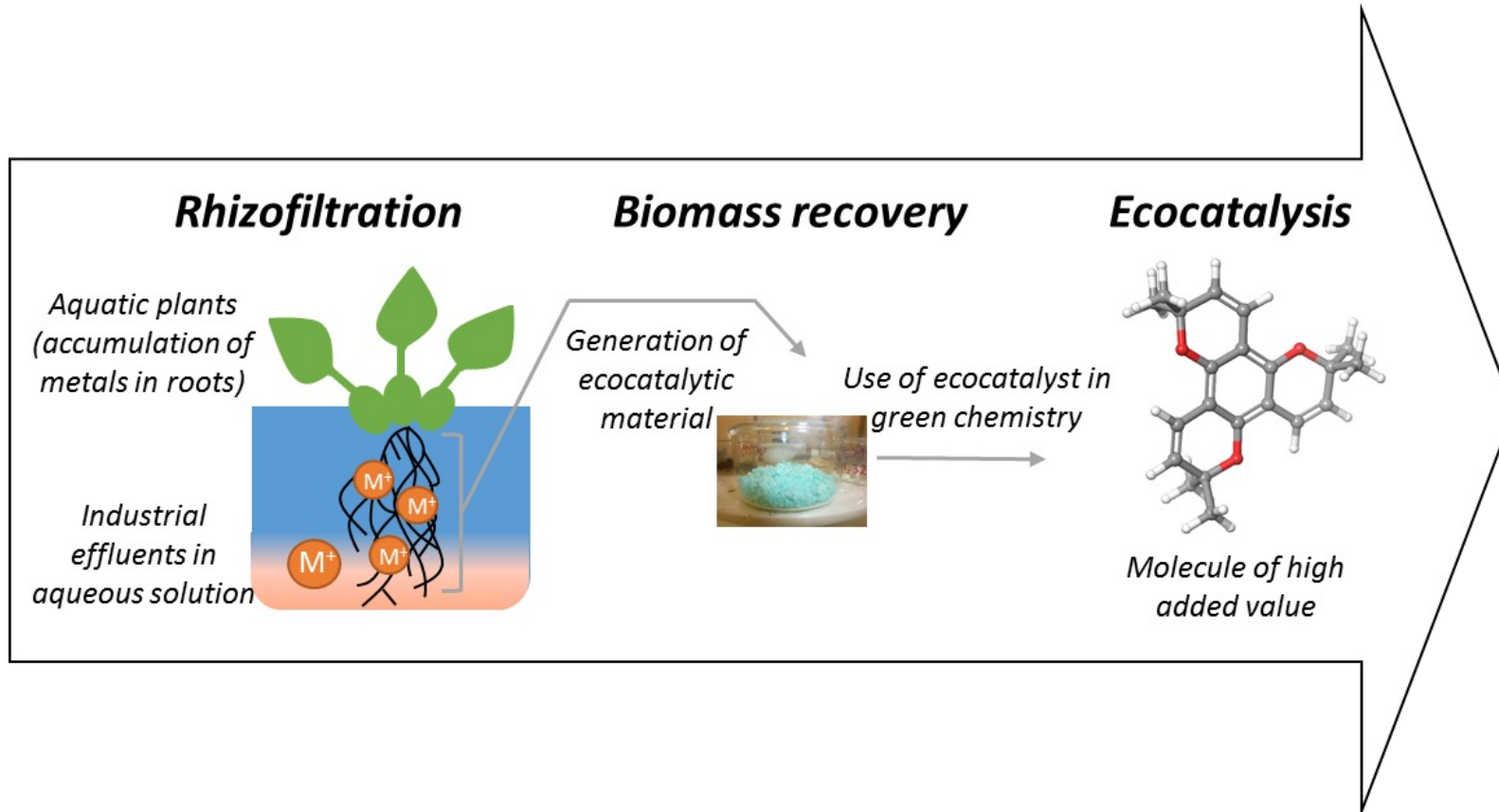




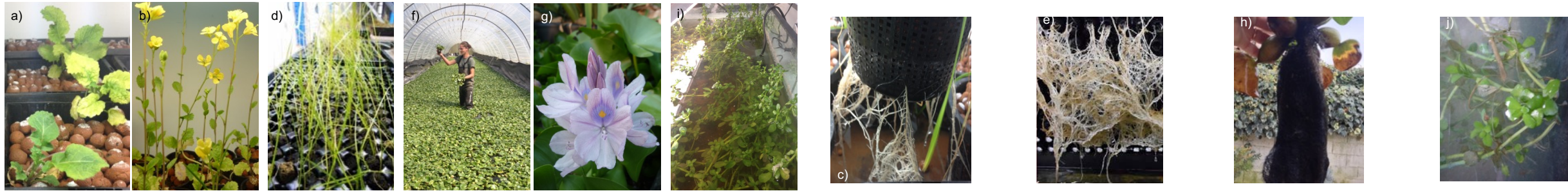
Pistia stratiotes (Laitue d'eau)



Traitement écologique des effluents industriels par **rhizofiltration**



Des performances inégales et inspirantes

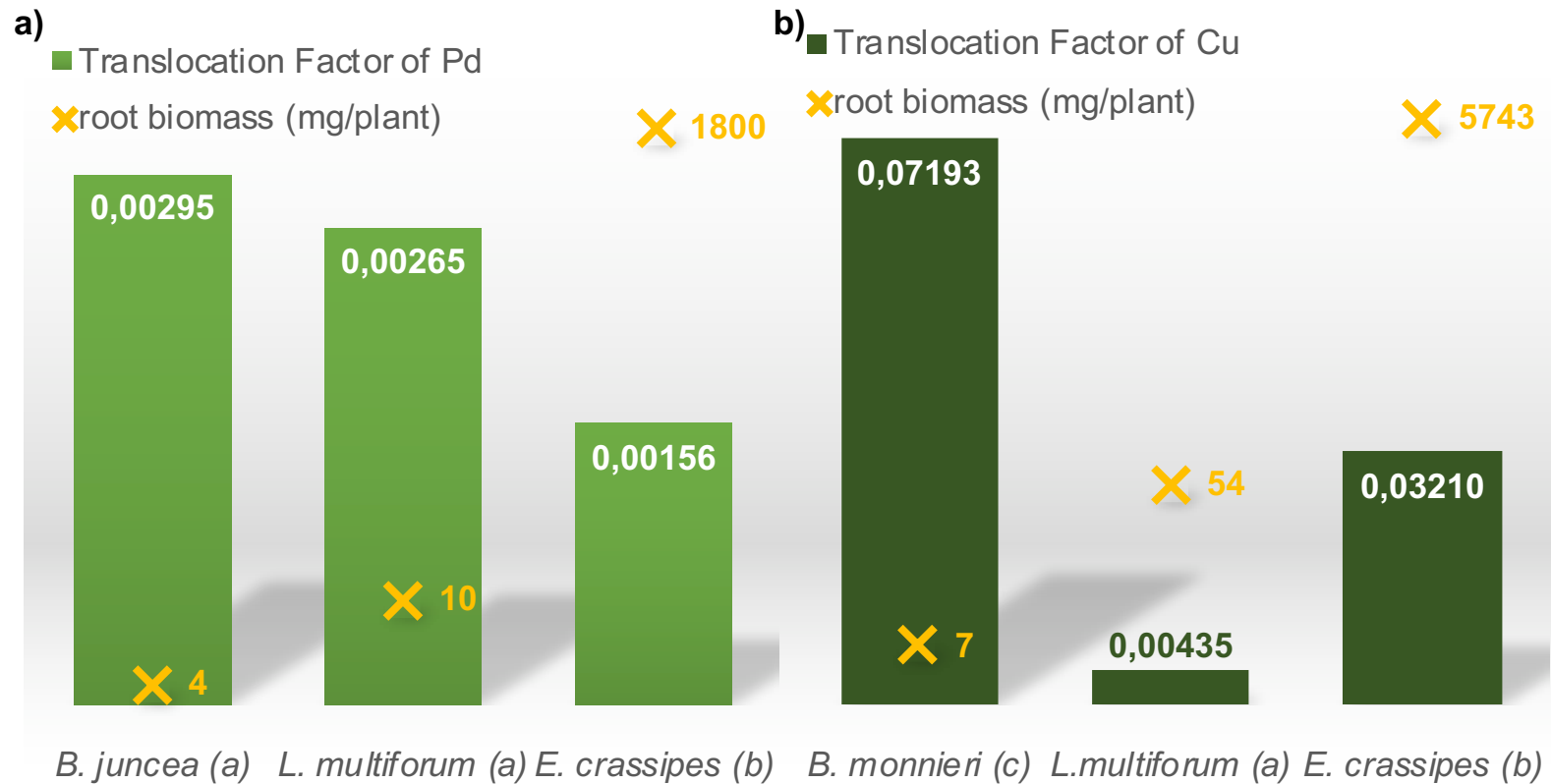


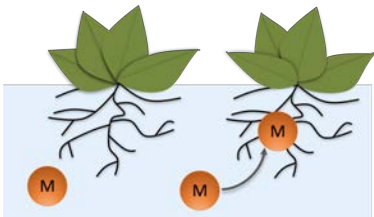
a-c) *Brassica juncea*, d & e) *Lolium multiflorum* and f-h) *Eichhornia crassipes*, i & j) *Bacopa monnieri*.

Des performances inégales et inspirantes



a-c) *Brassica juncea*, d & e) *Lolium multiflorum* and f-h) *Eicchornia crassipes*, I & j) *Bacopa monnieri*.

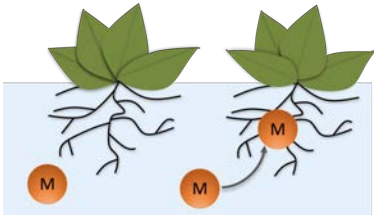




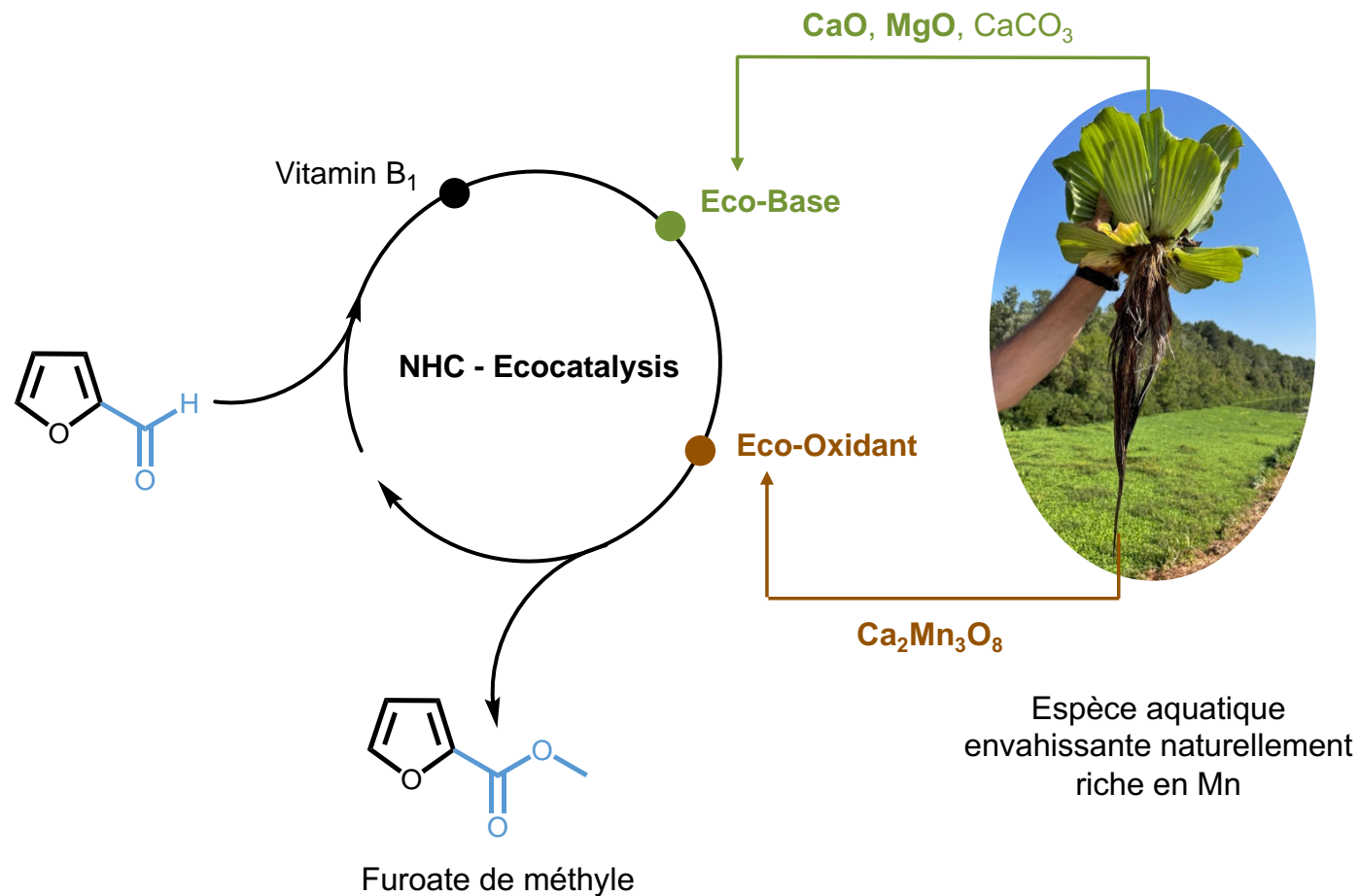
Soutien aux efforts de gestion de *Pistia stratiotes*



Rhizofiltration
naturelle du Mn

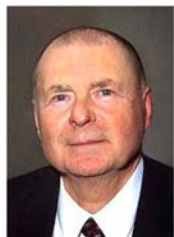


Estérification oxydante écocatalysée



Le procédé biosourcé n'est pas plus onéreux que la voie traditionnelle pétrosourcée





Richard Heck



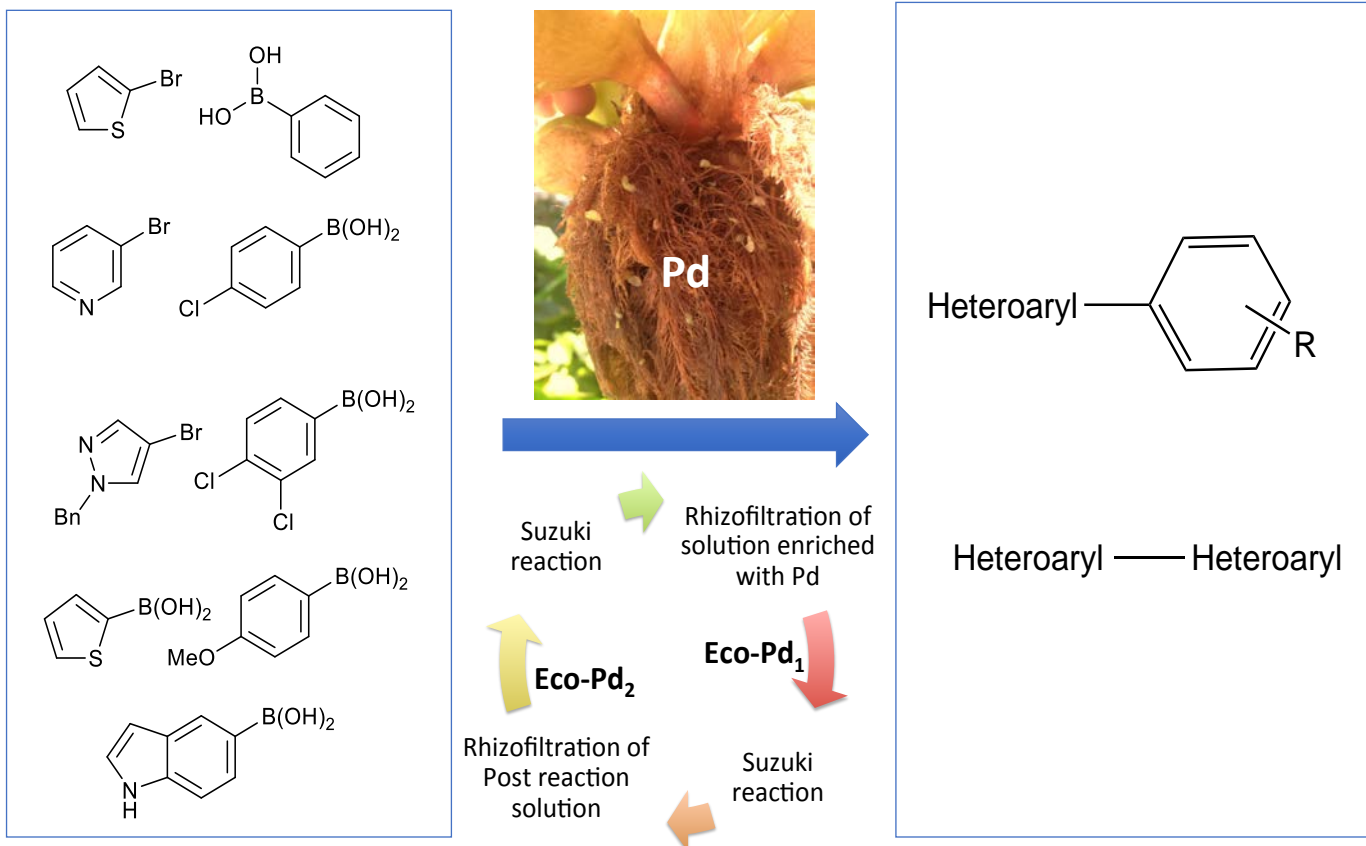
Ei-ichi Negishi



Akira Suzuki

Extension aux métaux stratégiques

"for palladium-catalyzed cross couplings in organic synthesis"

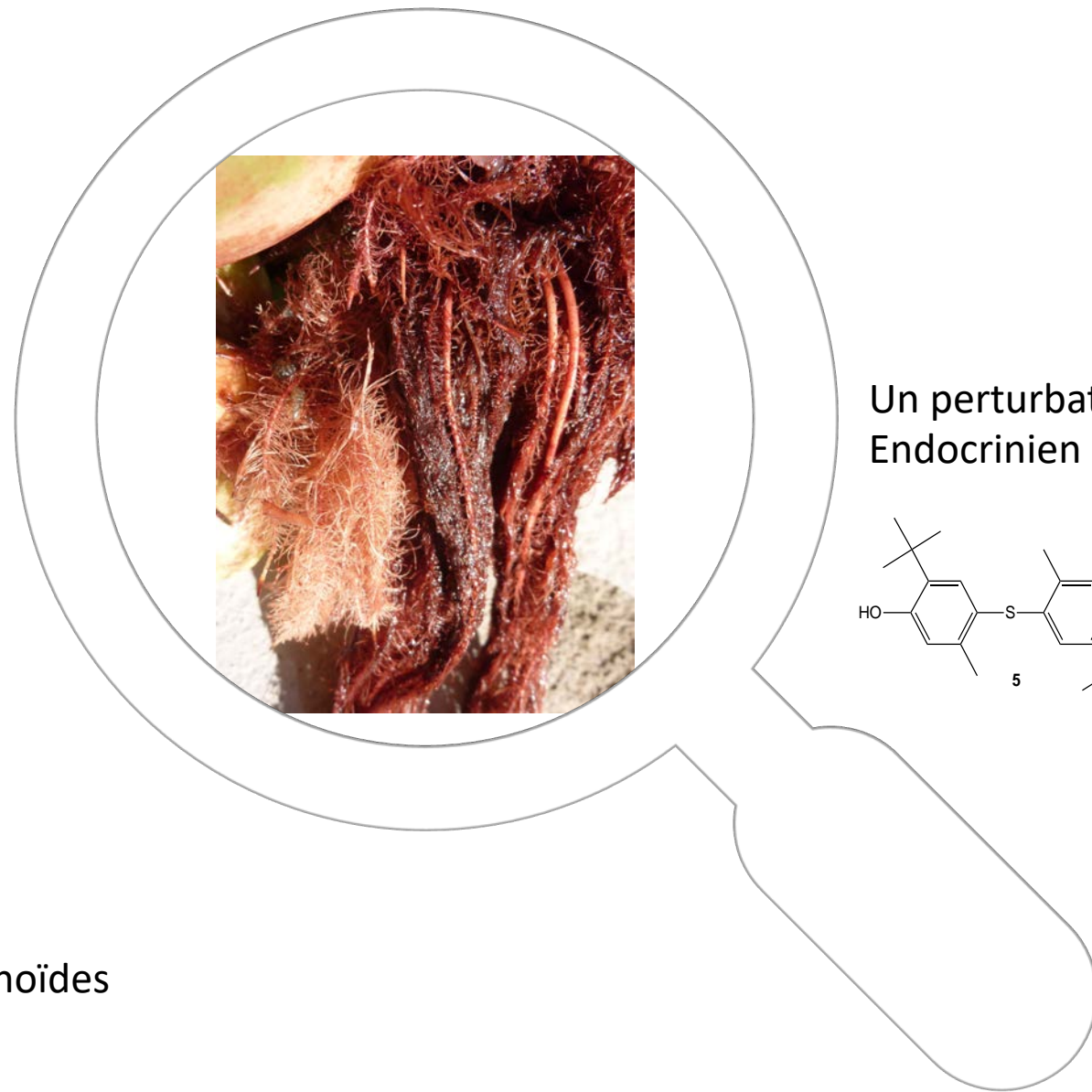


Un couplage efficace
en série hétérocyclique
et dans l'eau !

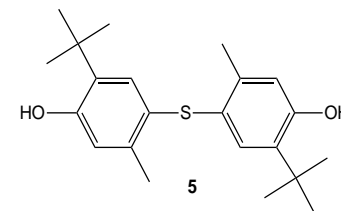
Pd < 0.1 mol%

Pas de ligand, pas d'additif

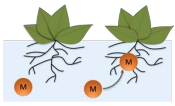
Une solution étendue aux polluants organiques émergents



Un perturbateur
Endocrinien !



→ Extension aux néonicotinoïdes



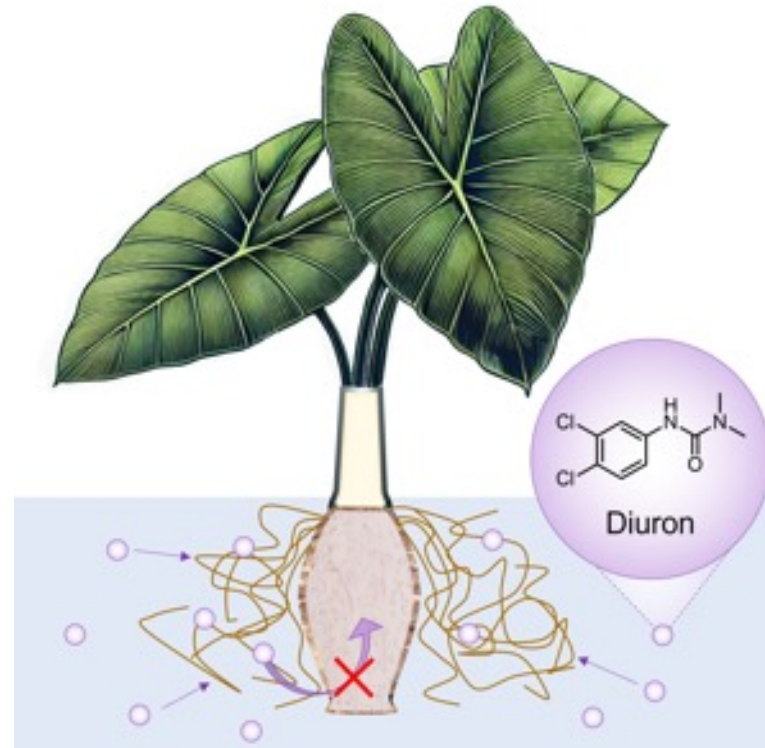
**KLORANE
BOTANICAL
FOUNDATION**

FONDATION D'ENTREPRISE POUR LA PROTECTION
ET LA VALORISATION DU PATRIMOINE VÉGÉTAL



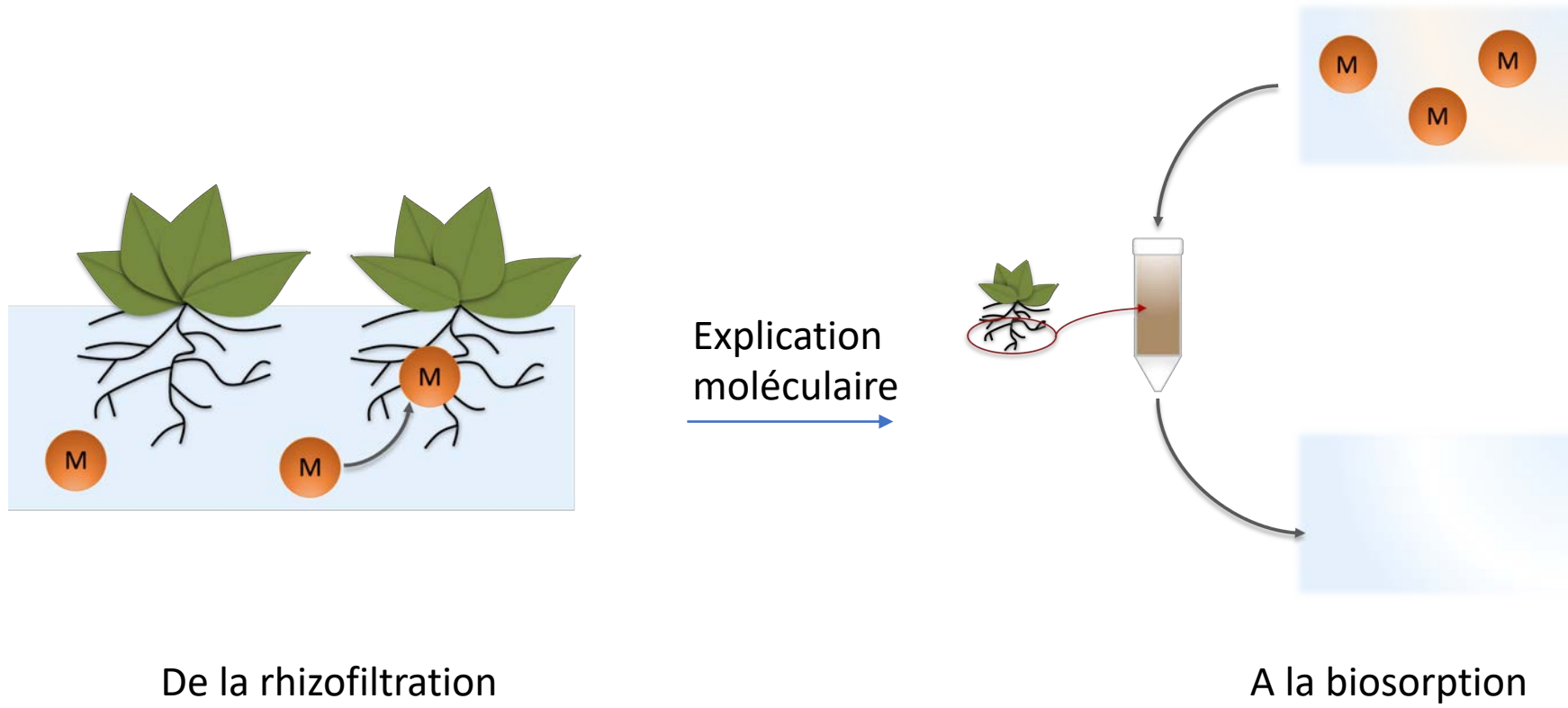
CRIOBE

Le nouveau service écosystémique de *Colocasia esculenta*

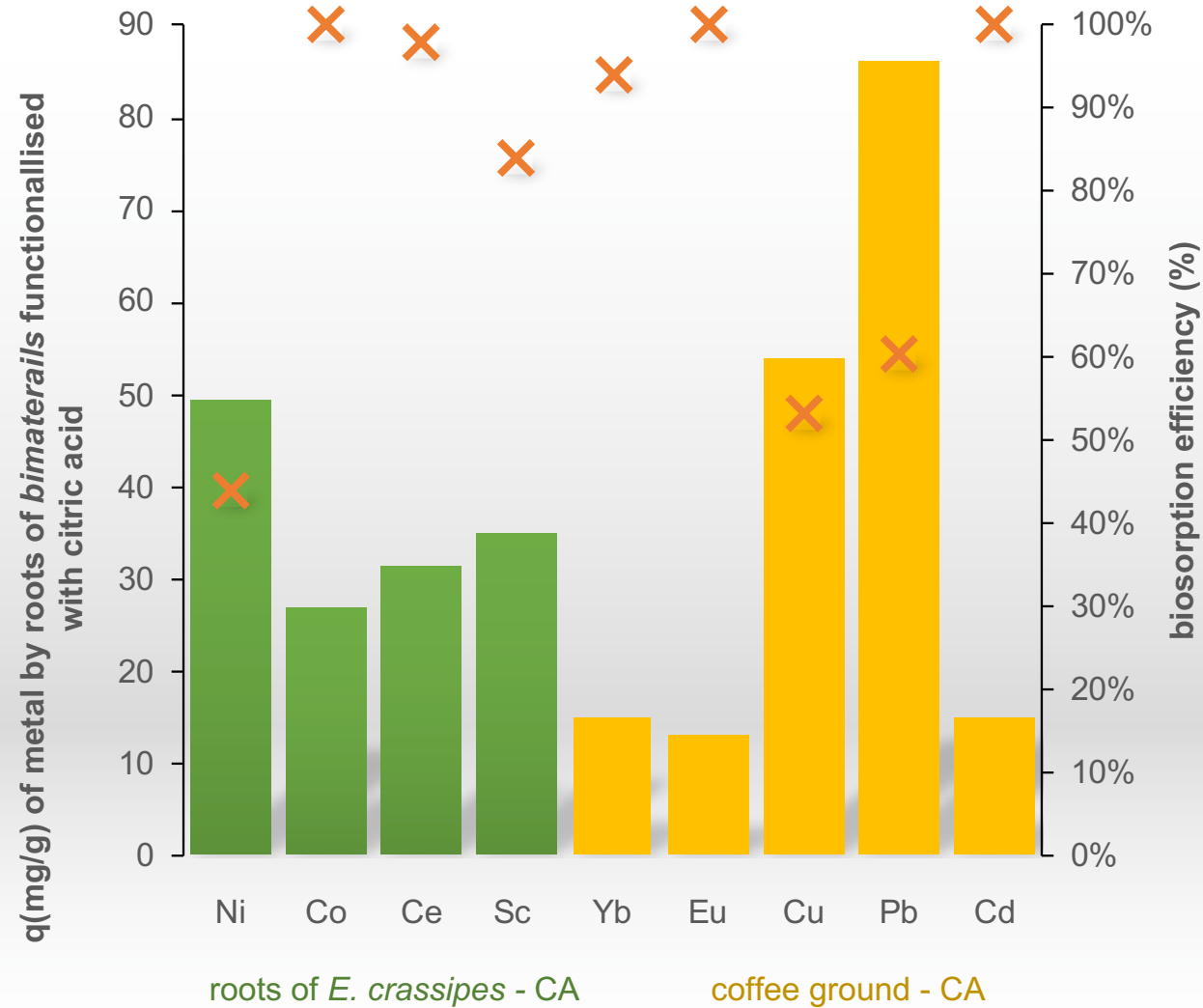


Pollution des milieux aquatiques

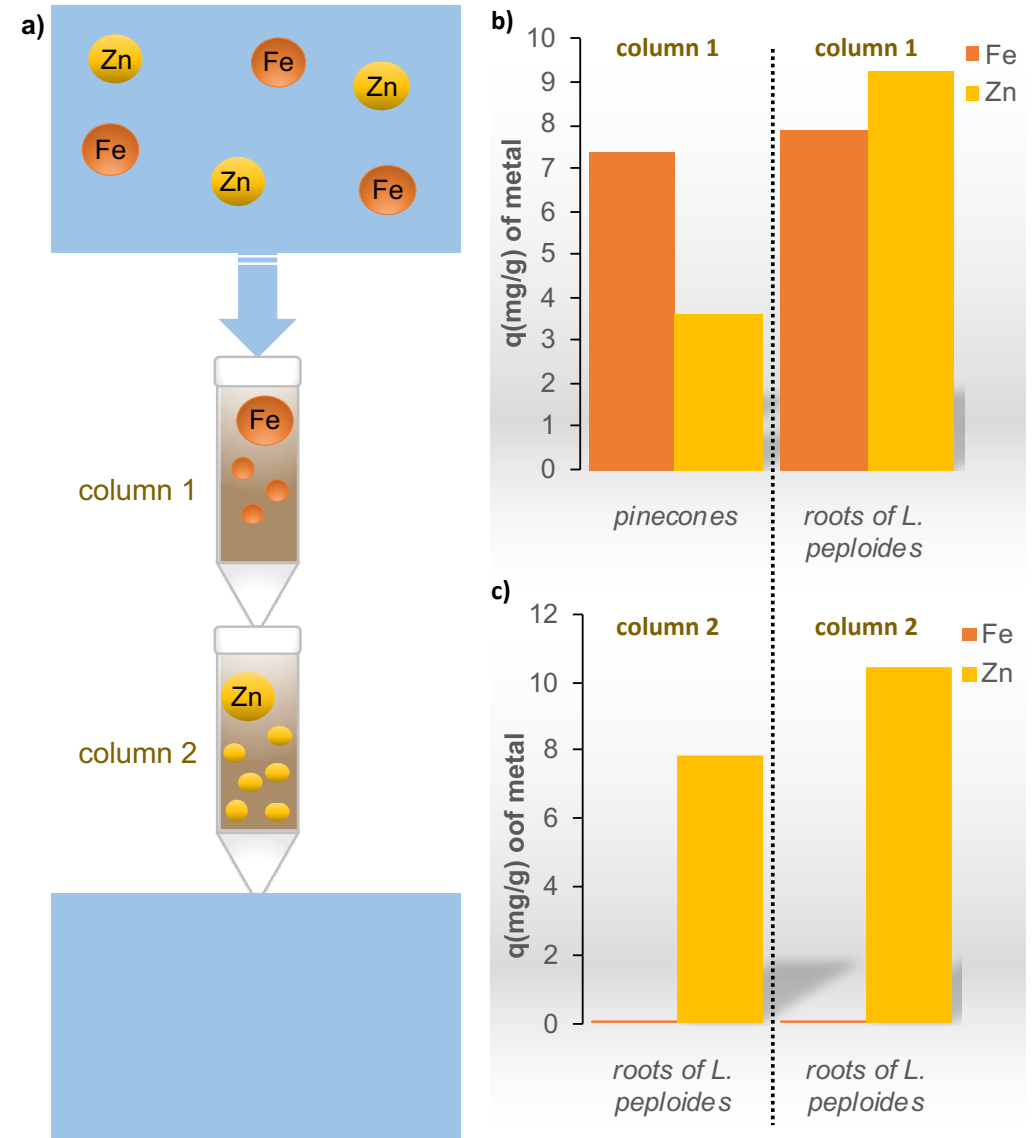
De la rhizofiltration à la biosorption



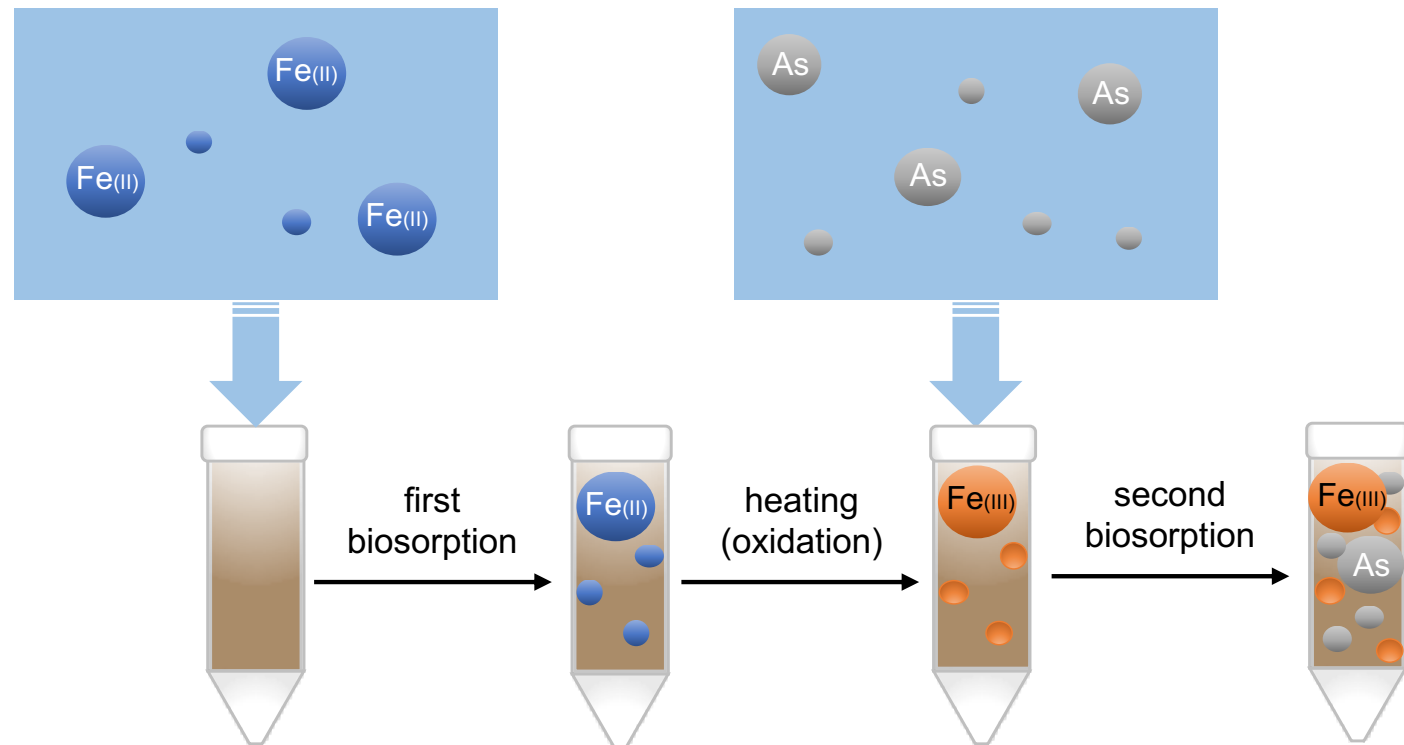
Une fonctionnalisation naturelle et bio-inspirée

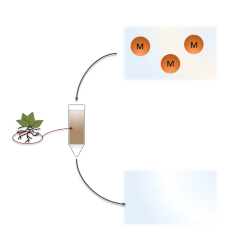


L'exemple démonstratif des Cévennes

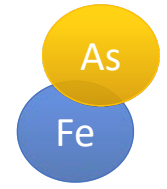


Des Cévennes à la vallée de l'Orbiel





Transposition des résultats de recherche au stade pilote *in natura*



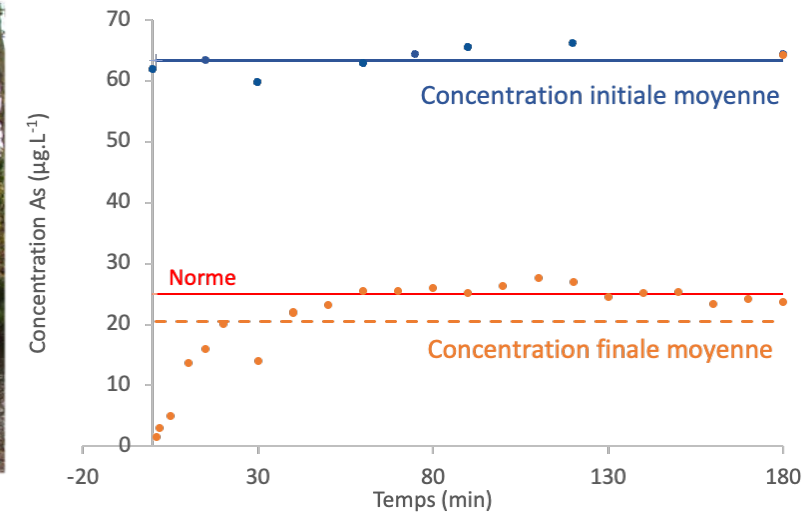
1-Grande mine des Malines (Occitanie Est)

2-Mine de Salsigne (Occitanie Ouest)

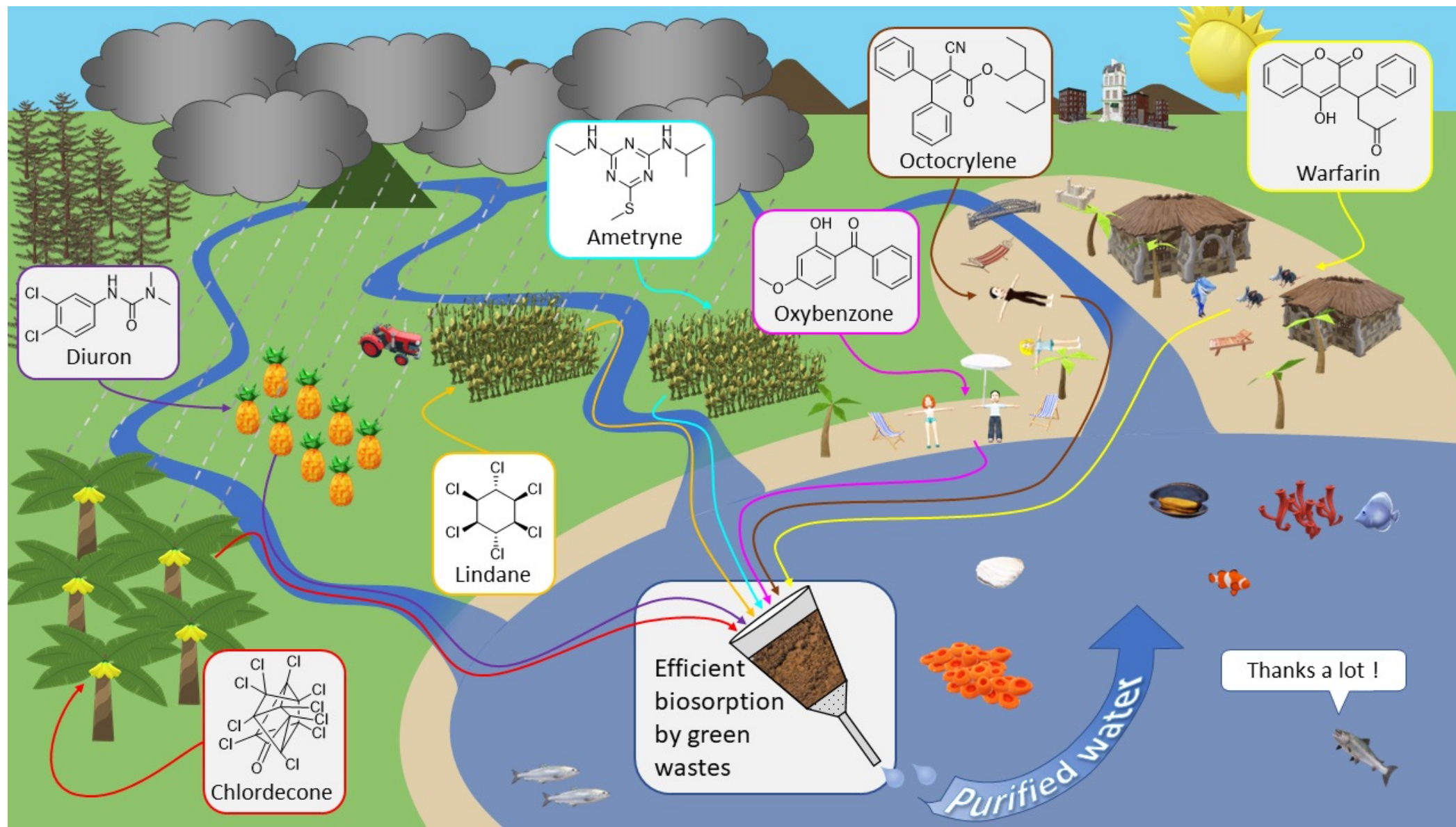
Eau riche en fer



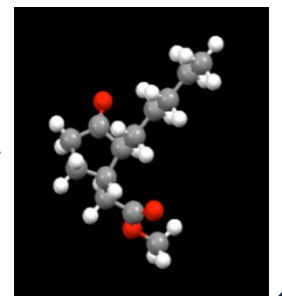
Eau déferrisée



Une solution étendue aux polluants organiques émergents



Une nouvelle filière basée sur une innovation technologique et écologique



Une analyse de cycle de vie au service de la décarbonation

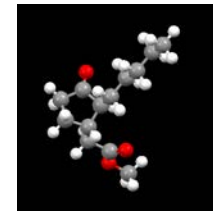
Catalyse classique



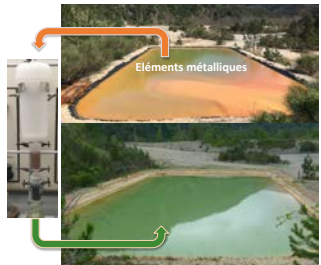
- Impacts paysagers
- Perte de biodiversité
- Déstockage de carbone
- Production massive de déchets miniers
- Erosion des sols
- Pollution des systèmes aquatiques



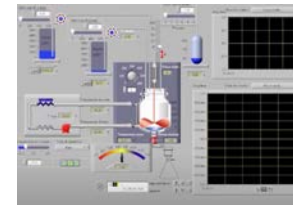
- Des traitements métallurgiques, puis chimiques lourds
- Production de déchets
- Empreinte environnementale élevée



Ecocatalyse



- Dépollution des effluents
- Gestion durable et utile des Espèces Exotiques Envahissantes
- Préservation de la ressource en eau et de la vie aquatique



- Des procédés sobres
- Des synthèses vertes et automatisées
- Des catalyseurs recyclables

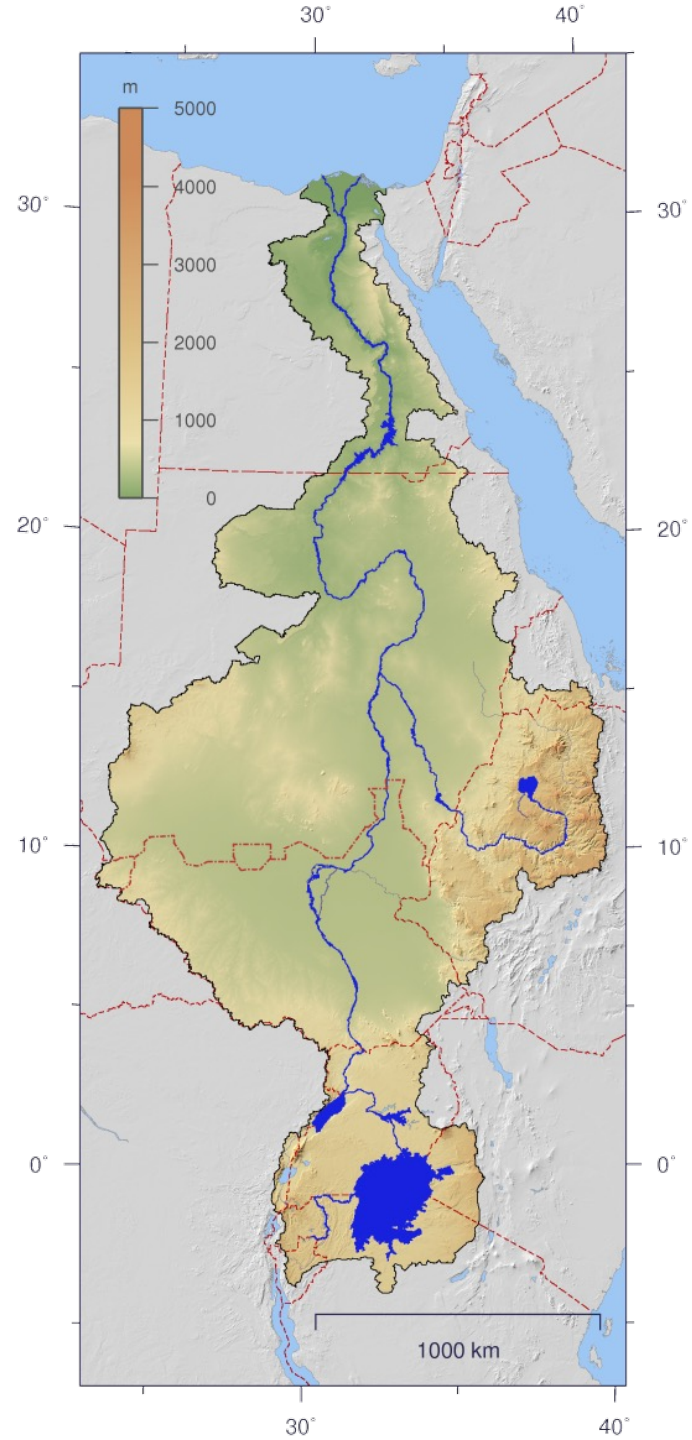




« La science ne connaît pas de patrie, parce que le savoir est le patrimoine de l'humanité »

Louis Pasteur



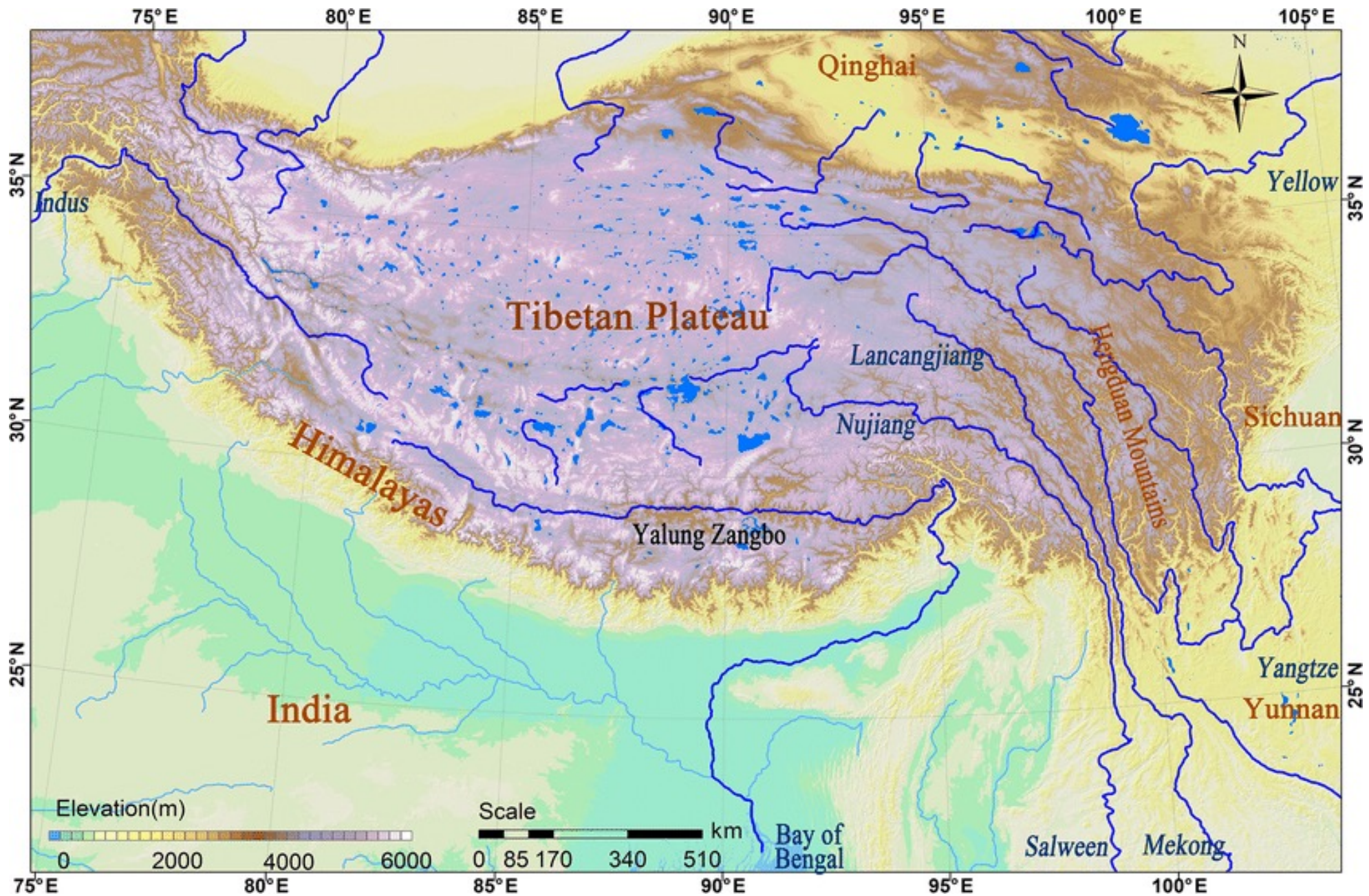


Le Nil



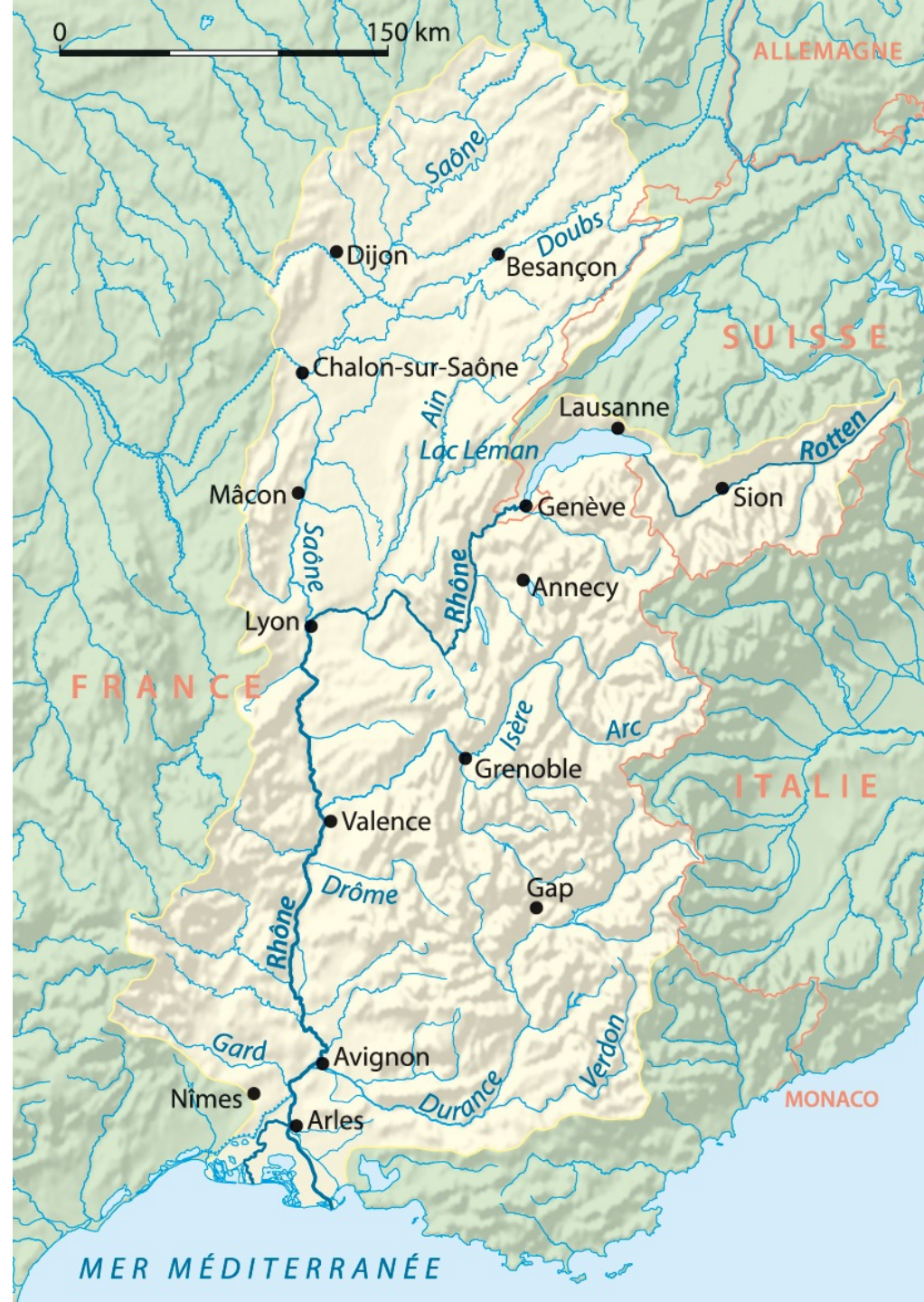


Turquie

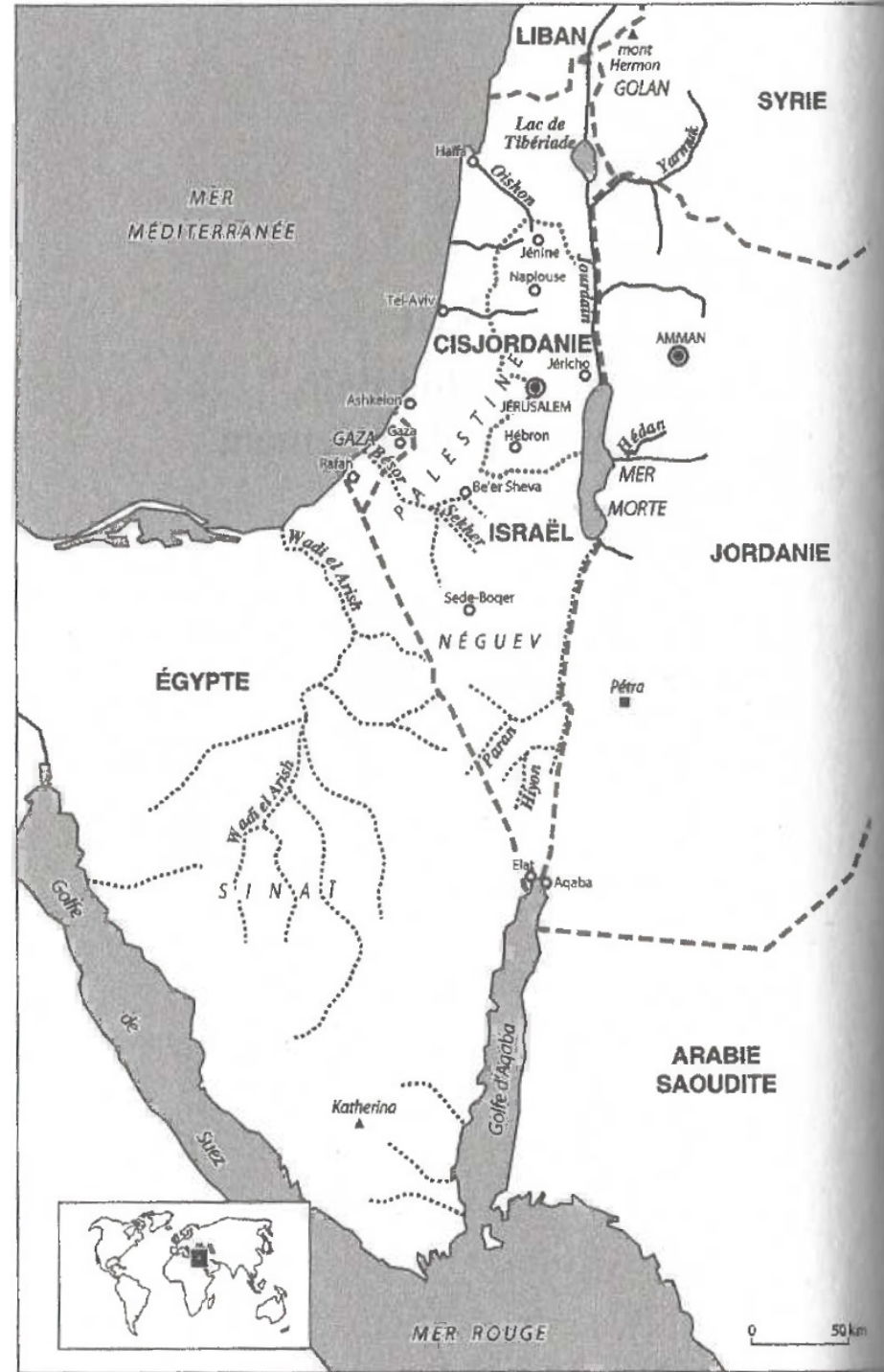


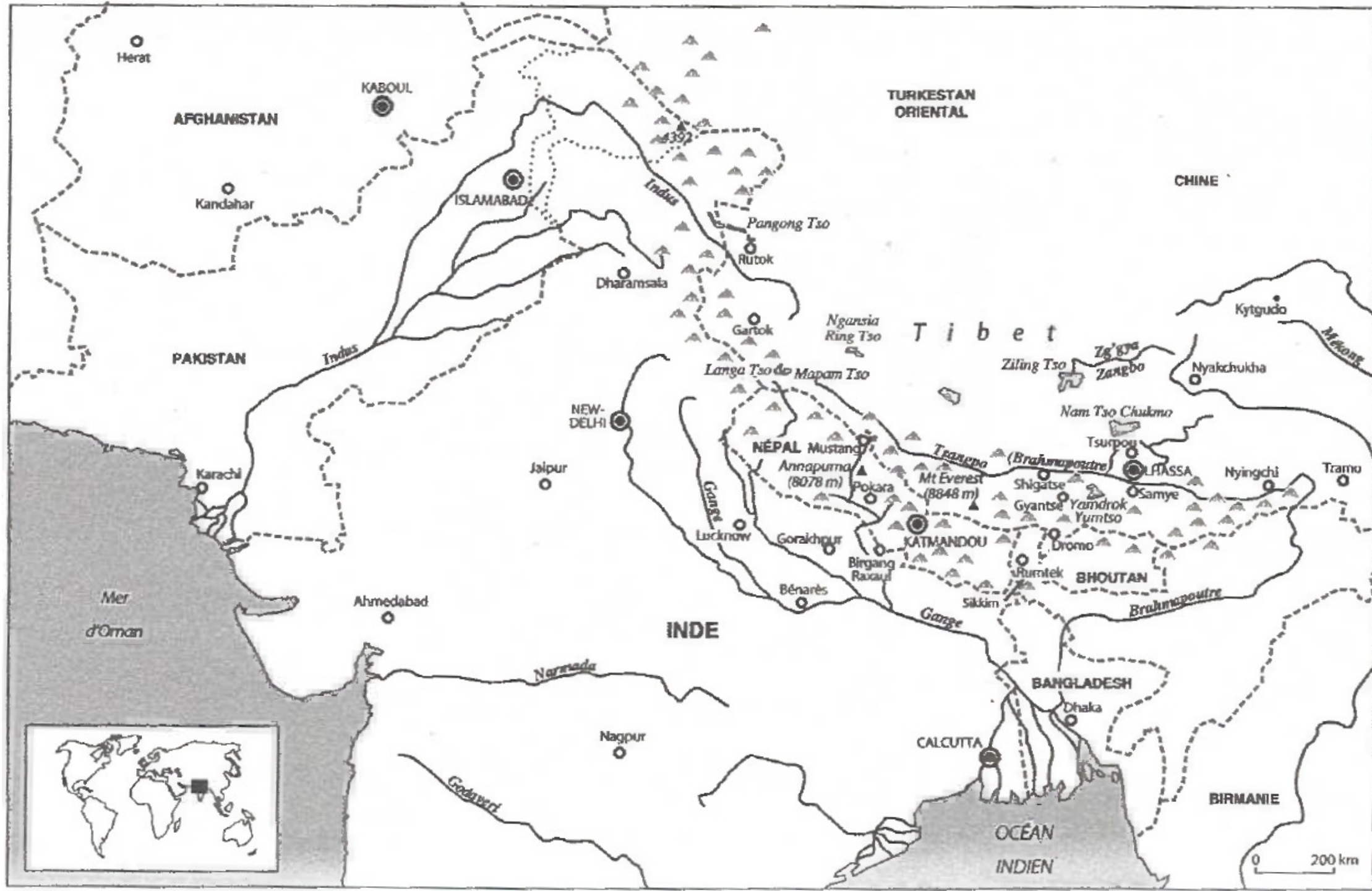


Rhône

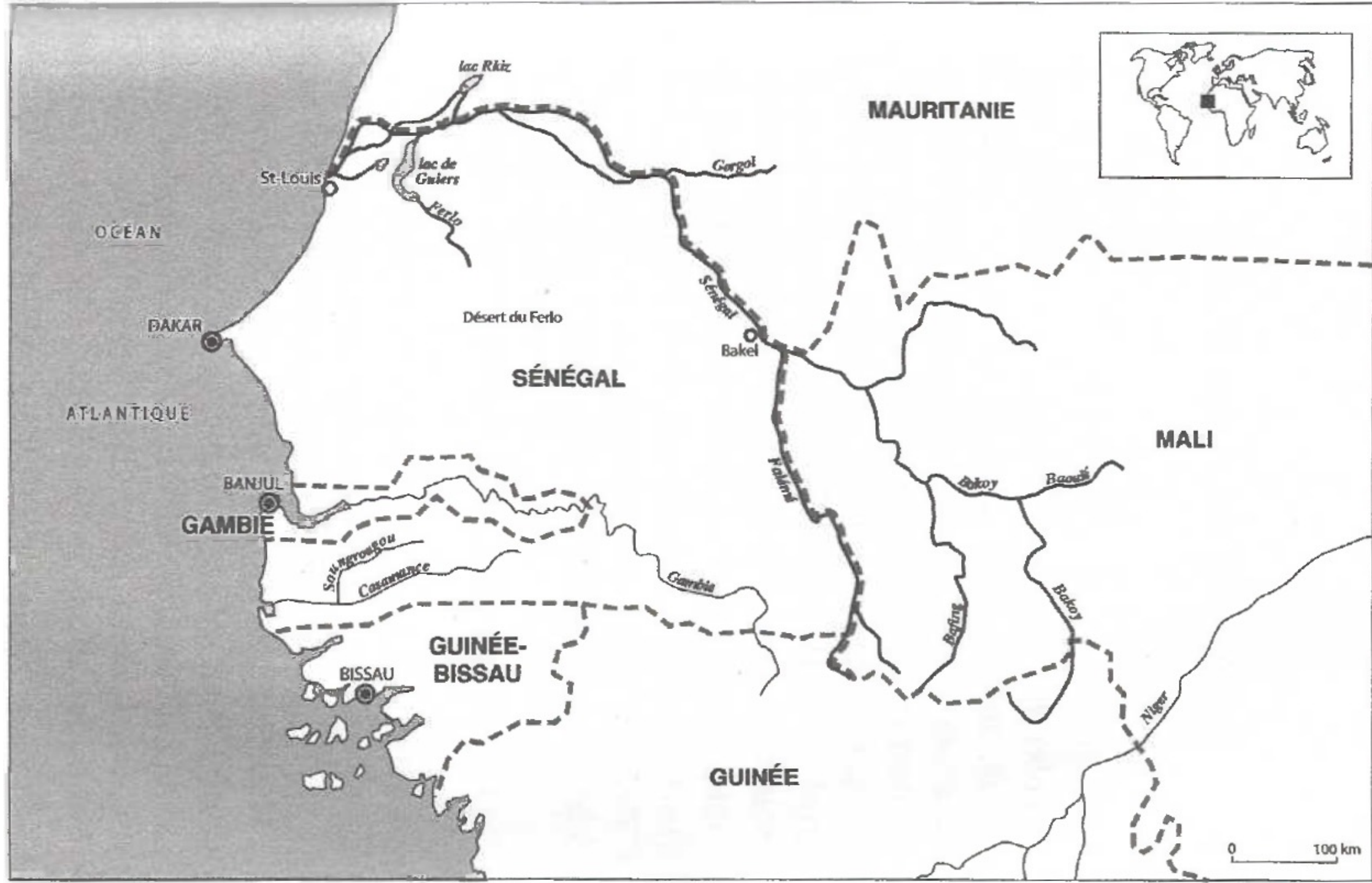


: https://fr.wikipedia.org/wiki/Rh%C3%B4ne#/media/Fichier:Rhone_bassin_versant.png











Océan

Atlantique

R I F

Querha

Rabat

Beht

Fès

Inaouène

Meknès

MAROC

Casablanca

Mellah

Boureges

Grou

PLAINE DU TADLA

ATLAS

Oued Moulouya

Safi

Oum Er Rbia

Dar ould Zidouh

Fkih-Ben-Salah

M O Y E N

Béni-Mellal

Abid

Tensift

barrage de Bin-el-Ouidane

ATLAS

Lac des Aït Aadel

Marrakech

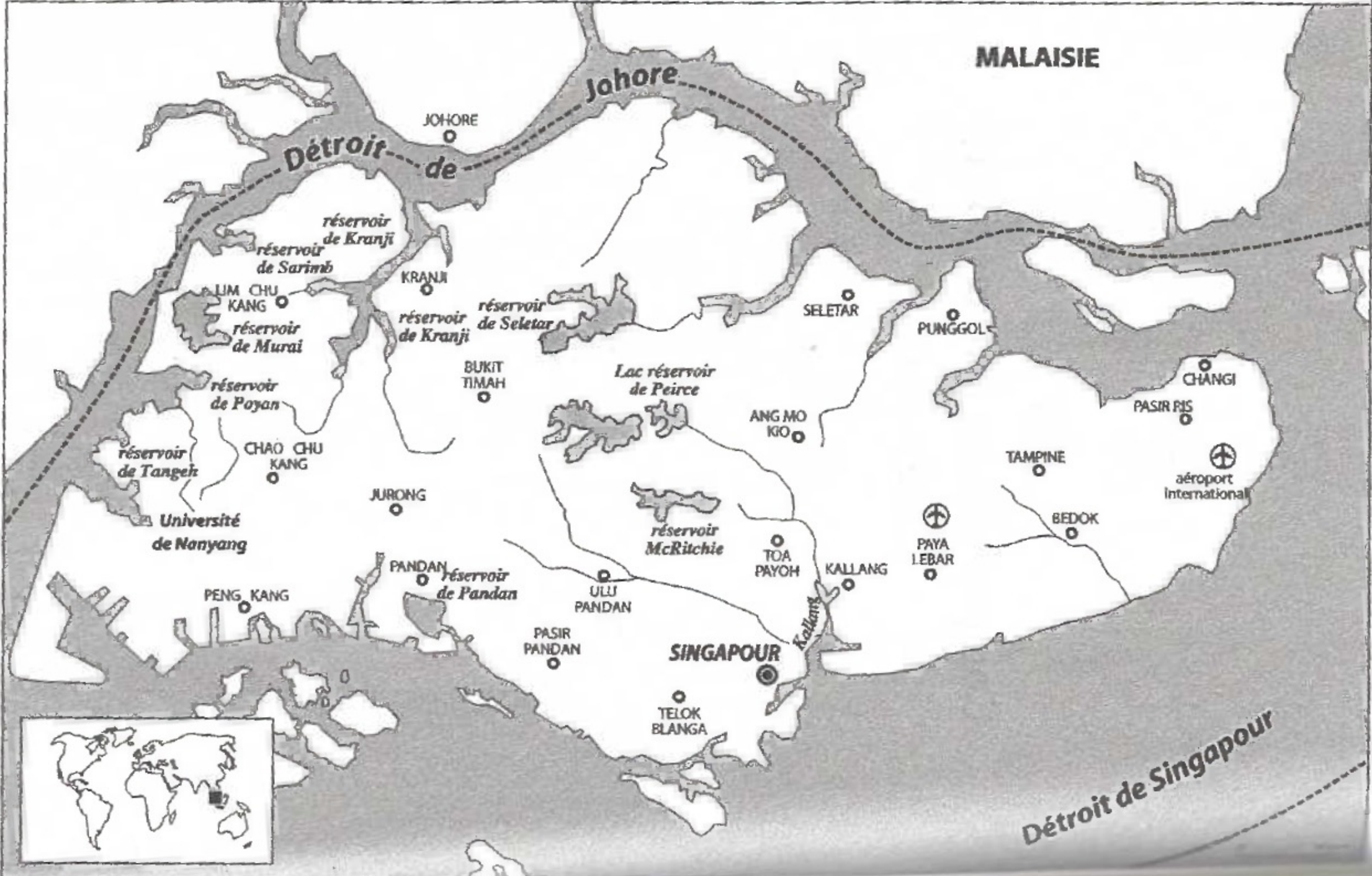
H A U T

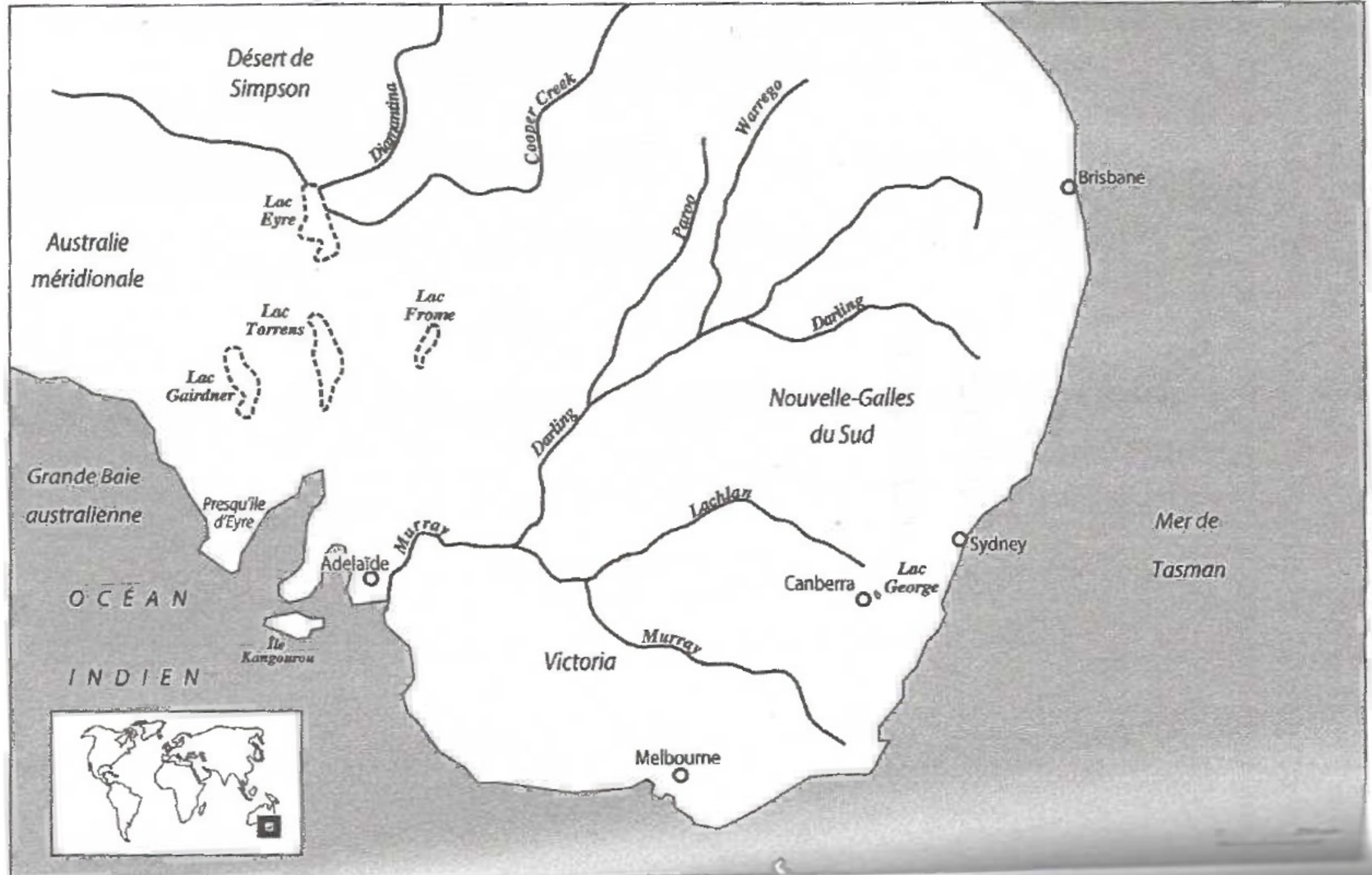
barrage El Mansour

Tiz

ALGÉRIE

0 50 km







Océan

Atlantique

R I F

Querha

RABAT

Beht

Fès

Inaouène

Meknès

MAROC

Casablanca

Mellah

Bouregreg

Grou

PLAINE DU TADLA

ATLAS

Oued Moulouya

Safi

Oum-Er-Rbia

Dar ould Zidouh

Fkih-Ben-Salah

Béni-Mellal

M O Y E N

Tensift

Abid

barrage de Bin-el-Ouidane

ATLAS

Lac des Aït Aadel

Marrakech

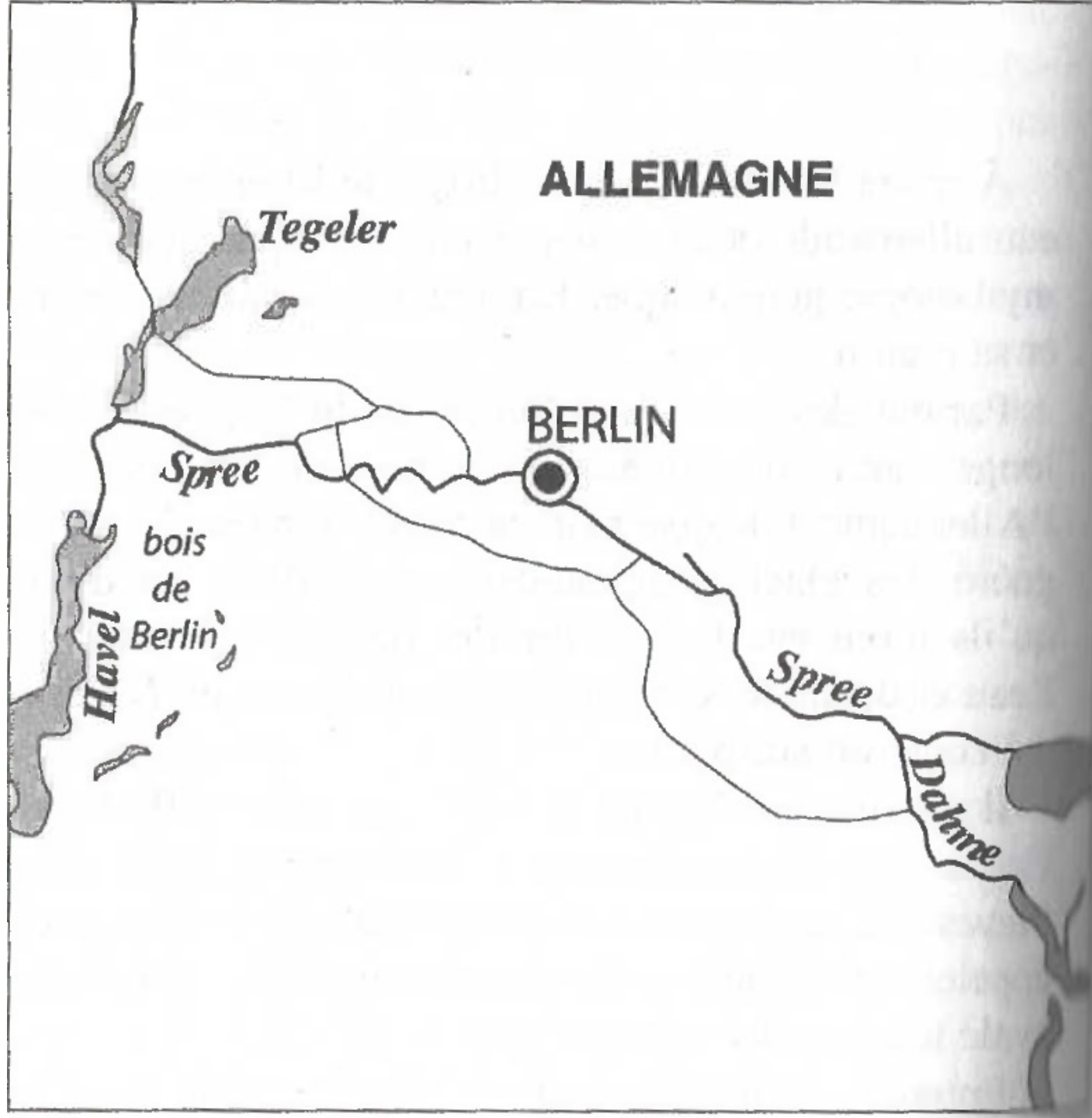
H A U T

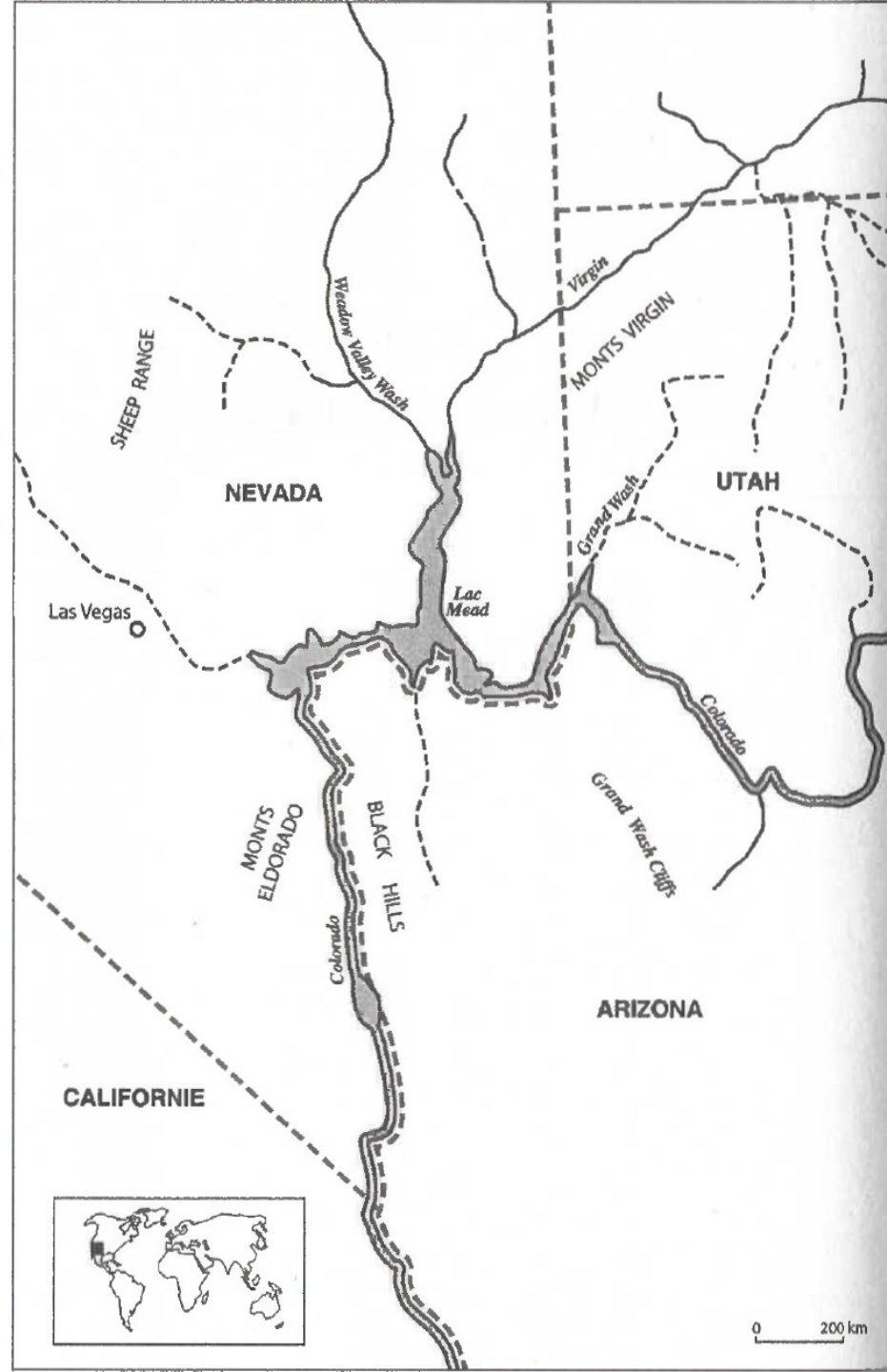
barrage El Mansour

Tiz

ALGÉRIE

0 50 km







« Regardez profondément dans la nature,
et alors vous comprendrez tout beaucoup mieux »

Albert Einstein

