Le défi des contaminants émergents

Marc BOUCHACHA
Ingénieur de recherche
IFREMER

Ifremer

SESSION 3

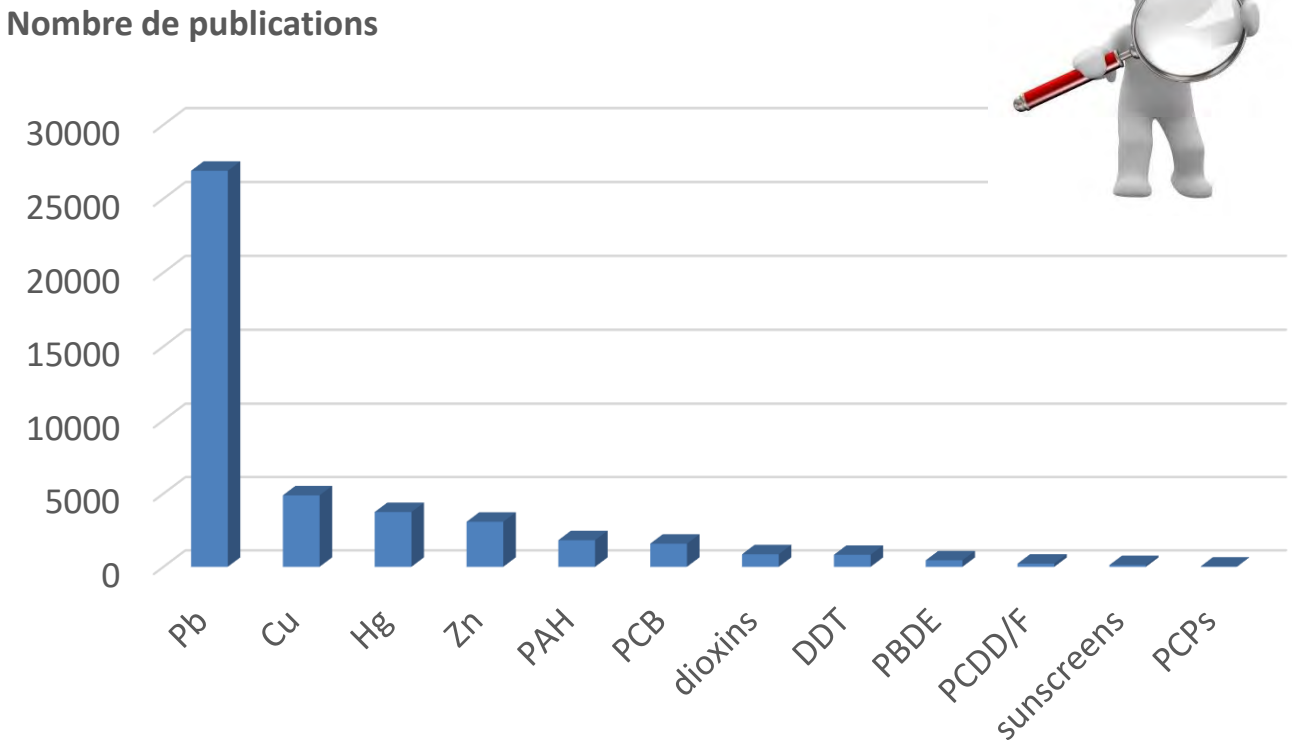
L'ampleur de la tâche

Le nombre de molécules chimiques connues (naturelles ou de synthèse) varie entre **18 et 37 millions** suivant les sources.

Parmi ces substances :

- ✓ ≈ 100 000 sont sur le marche européen,
- ✓ + de 20 000 ont été documentées au 31/05/2018 dans le cadre de la règlementation REACH,
- ✓ 3 000 sont classées dangereuses,
- ✓ + de 2 000 sont susceptibles de se retrouver en milieu marin,
- ✓ ≈ 1 000 ont été identifiées comme « contaminants émergents » par le réseau NORMAN,
- ✓ 45 sont réglementées dans le cadre de la Directive Cadre Eau.

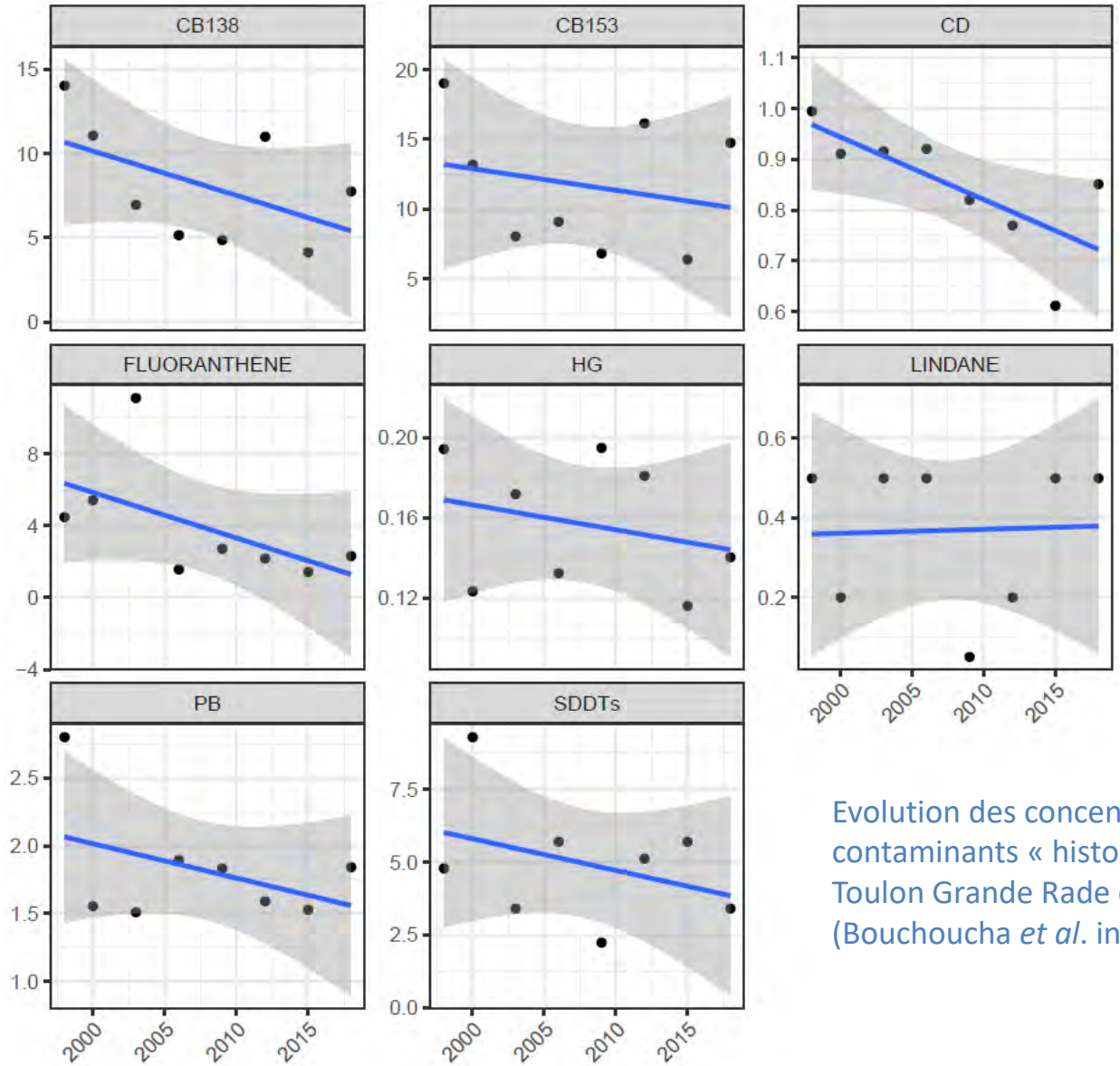
L'étude des valeurs sûres



Source : wos (recherche : marine + cont 19/06/2019)

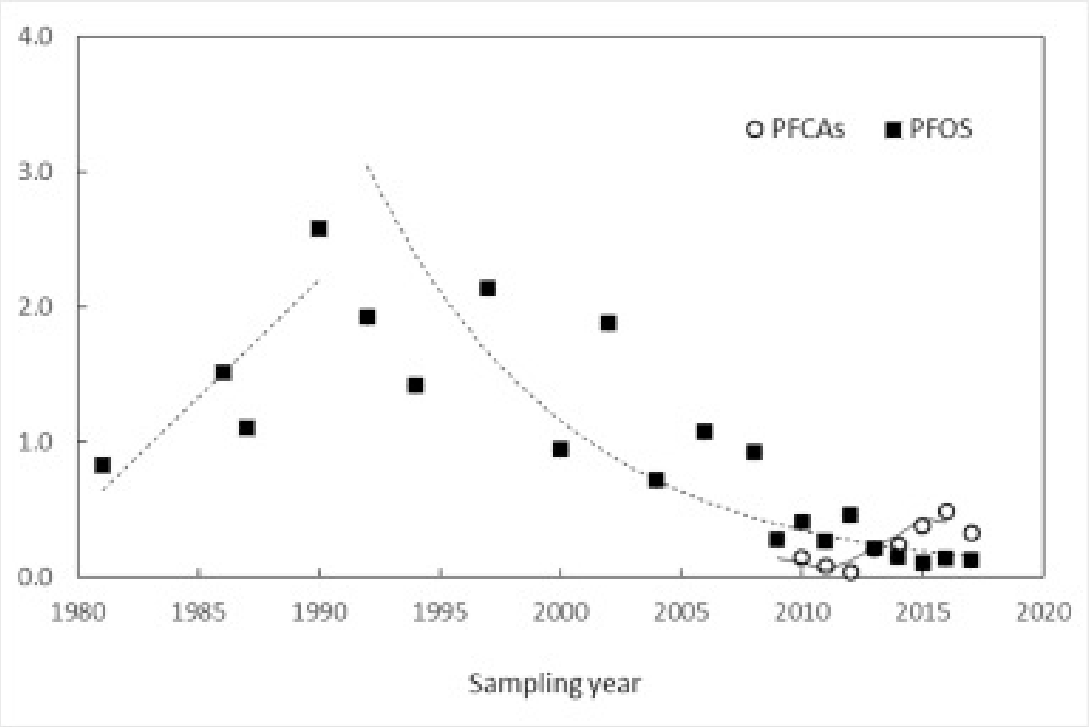
En milieu marin : études majoritairement consacrées aux contaminants dont la toxicité a été relevée dès les années 70 (métaux, PCB, POP, HAP, etc.) et dont beaucoup sont aujourd'hui **interdits**.

Cinétique des concentrations en contaminants historiques : tout n'est pas perdu !



Evolution des concentrations en contaminants « historiques » sur la station Toulon Grande Rade entre 1998 et 2018 (Bouchoucha *et al*. in prep.)

Cinétique des concentrations en contaminants historiques : tout n'est pas perdu mais….



Time trends of PFOS (black squares) and ∑PFCA (open circles) concentrations (ng g^{-1} ww) in shellfish samples collected from 1981 to 2017 at the Seine estuary site (Munschy et al., 2019)

Mêmes observations en Méditerranée (Golfe de Fos)

Contaminants émergents : nouveaux contaminants ou problématiques émergentes ?

Au sens de la définition donnée par le réseau européen NORMAN une substance émergente est une substance qui a été **détectée dans l'environnement**, mais qui n'est et **pas incluse dans des programmes de surveillance de routine et** dont le comportement, le **devenir et les effets sont mal connus**.

Exemples :

- Médicaments (et produits de dégradation) ;
- des produits d'usages quotidien (détergents, désinfectants, écrans solaires, etc.) ;
- Produits d'origine industrielle (retardateurs de flamme, nanoparticules, terres rares, platinoïdes, etc.) ;
- Produits de dégradation des pesticides ;
- Nouvelles toxines algales, etc.

Exemple des composés pharmaceutiques

	Concentration ng/l
aspirine	200 à 8000 *
caféine	7,7 à 32,6
carbamazépin	0,0 à 12,2
diazepam	0,1 à 0,3
diclofenac	0,1 à 1,2
fluoxetine	0,1 à 0,1
gemfibrozil	0,3 à 5,0
paracétamol	nd
paracétamol	2 à 600 *
salbutamol	0,1 à 0,1
terbutaline	0,0 à 0,3
théophylline	1,2 à 4,7

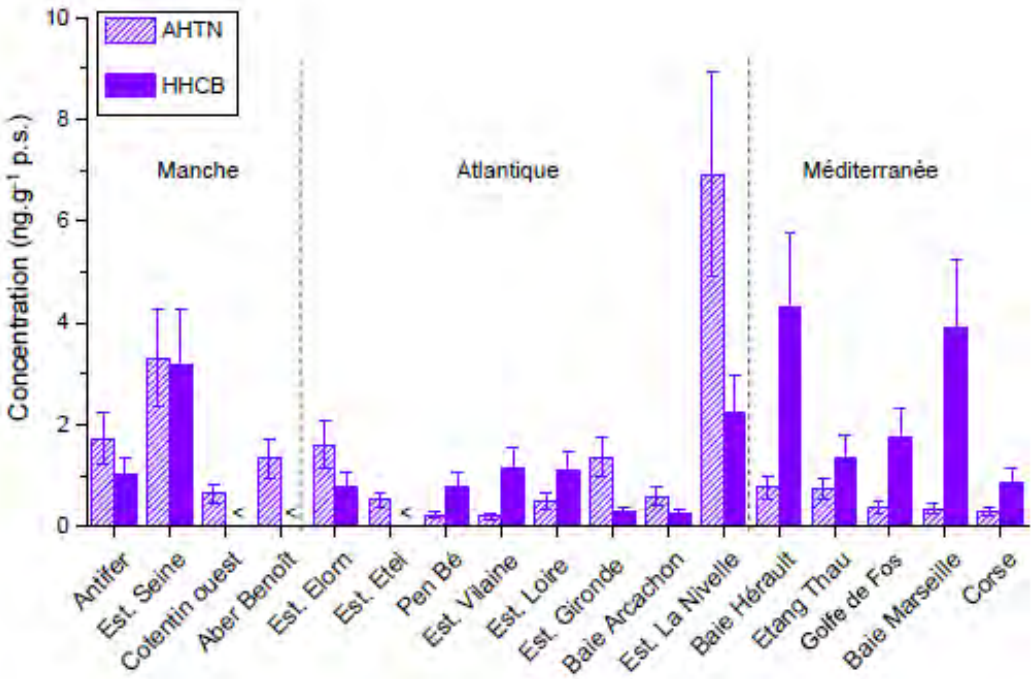
* mesures réalisées au droit de l'émissaire de Cortiou (Station épuration de la ville de Marseille)

Concentration en substances pharmaceutiques mesurées par des POCIS et retrouvées dans différentes masses d'eau méditerranéennes (Gonzalez *et al*. 2009)

Exemple des muscs polycycliques (parfums)

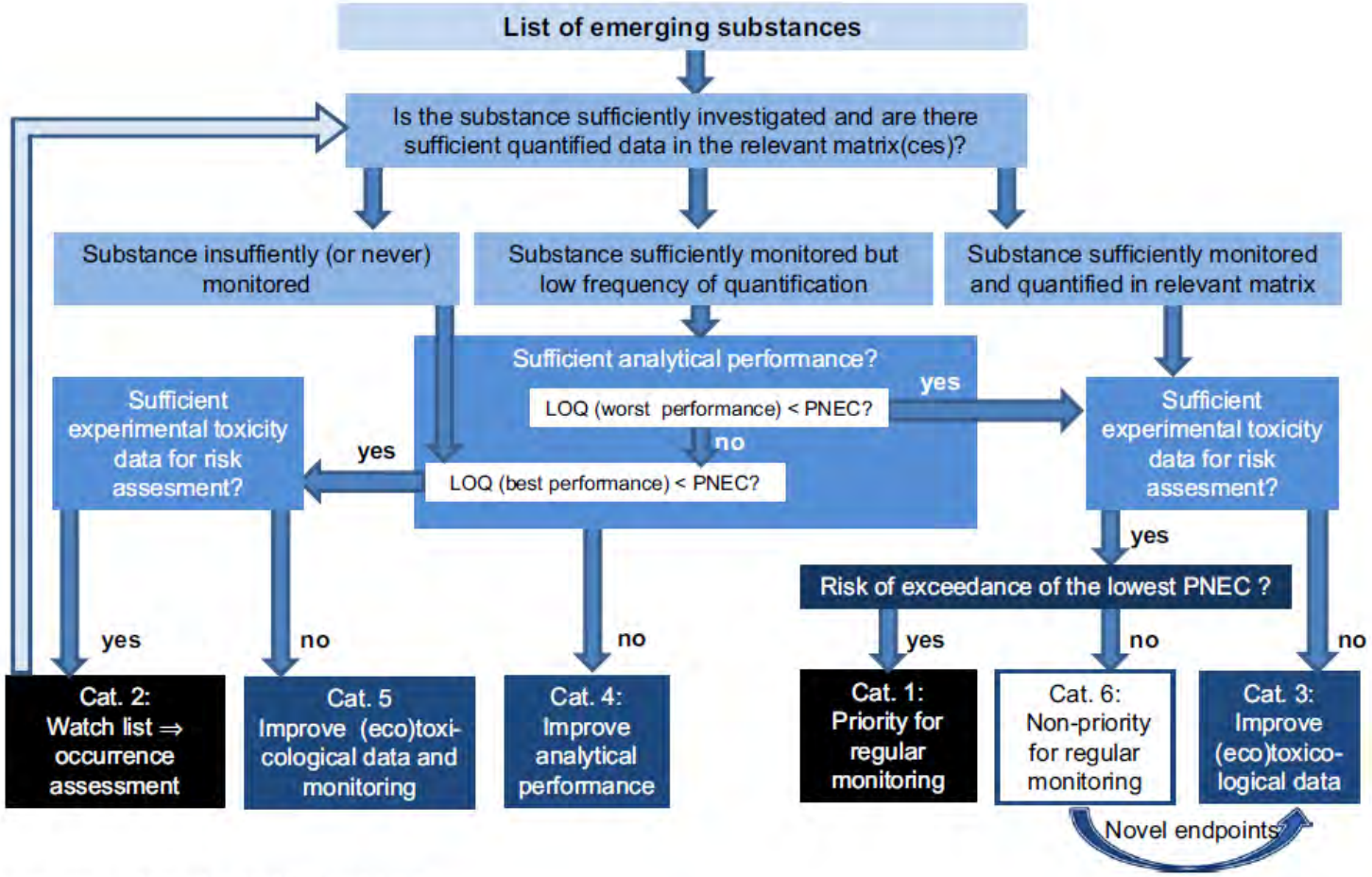
	1992	1995	1998	2000	2004
Muscs polycycliques					
HHCB	2400	1482	1473	1427	1307
AHTN	885	585	385	358	247

Tableau 2 : Quantités (tonnes) de muscs synthétiques utilisées en Europe entre 1992 et 2004 (OSPAR 2004 et 2008)



Concentrations en muscs polycycliques (HHCB : galaxolide et AHTN : tonalide) en ng g^{-1} poids sec dans les échantillons de mollusques intertidaux du littoral métropolitain prélevés au mois de novembre en 2016. < : inférieur à la limite de quantification (Munschy *et al.* 2018)

Nouveaux défis : identification des substances pertinentes à surveiller



Prioritization scheme of the NORMAN network (Dulio *et al.* 2018)

Nouveaux défis : développement de stations sentinelles dans les réseaux de surveillance

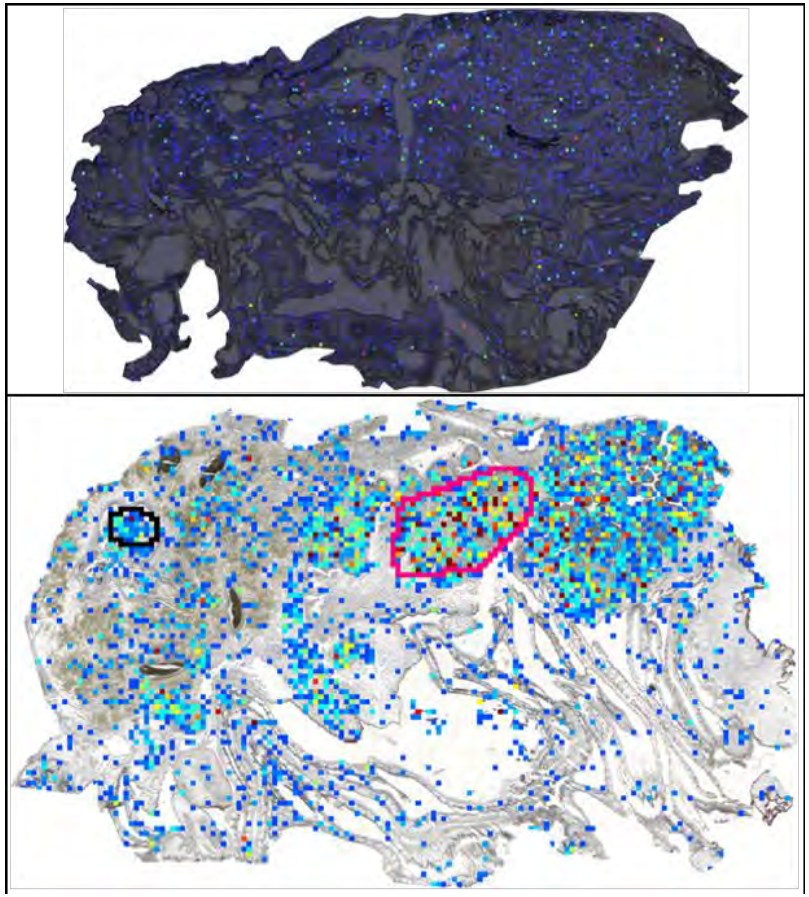
Exemple du réseau RINBIO : 3 types de stations : **historiques**, **réglementaires** et **sentinelles**.

Stations sentinelles : faire évoluer la surveillance :

- ✓ Molécules émergentes
- ✓ Pertinence du suivi de certaines molécules

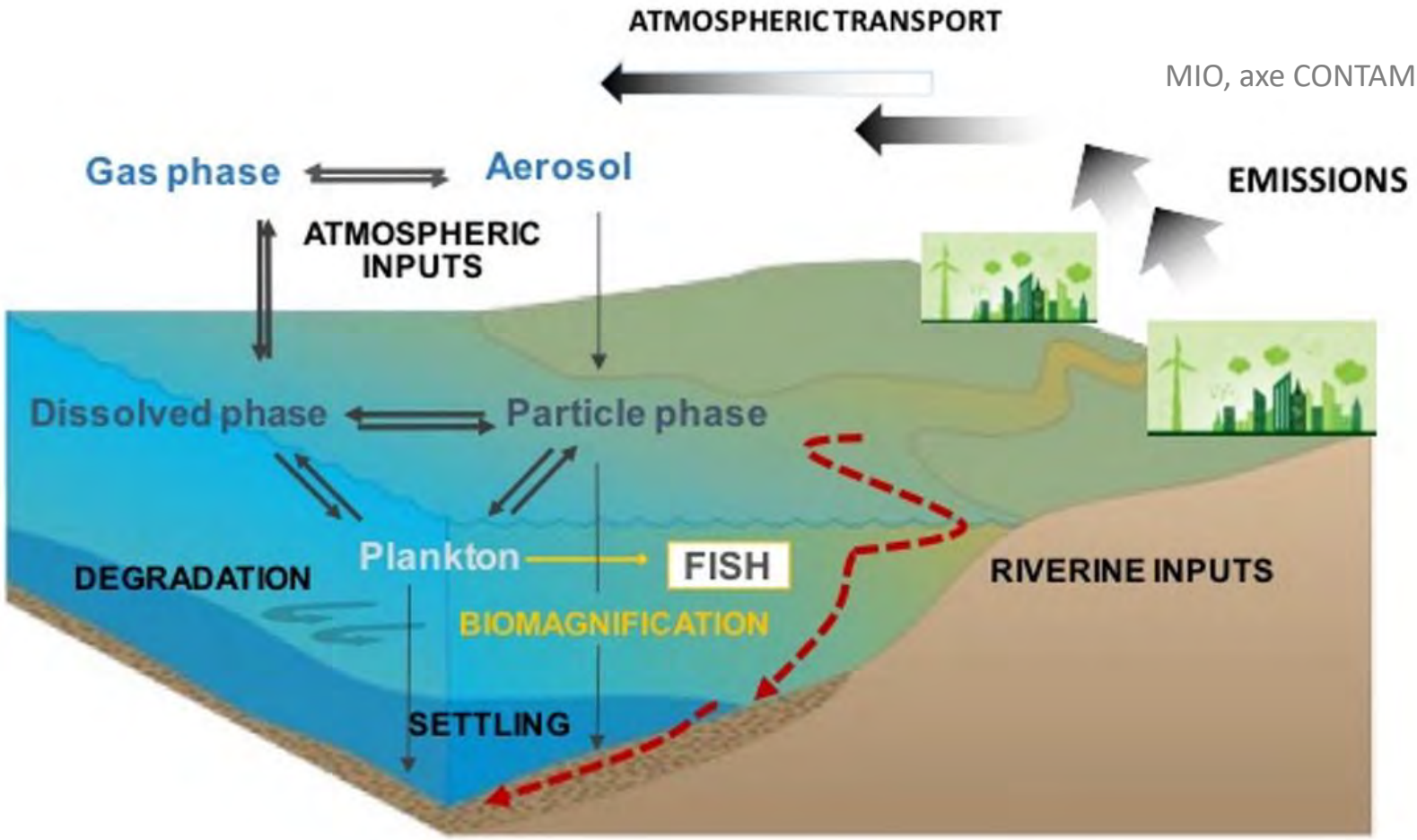
Nouveaux défis : développement de nouveaux outils et de nouvelles méthodes analytiques

Zone de localisation de la cyclophosphamide (molécule anticancéreuse) au niveau des branchies et de l'hépatopancréas. Clustering par imagerie MALDI (Lafitte *et al.* 2017)



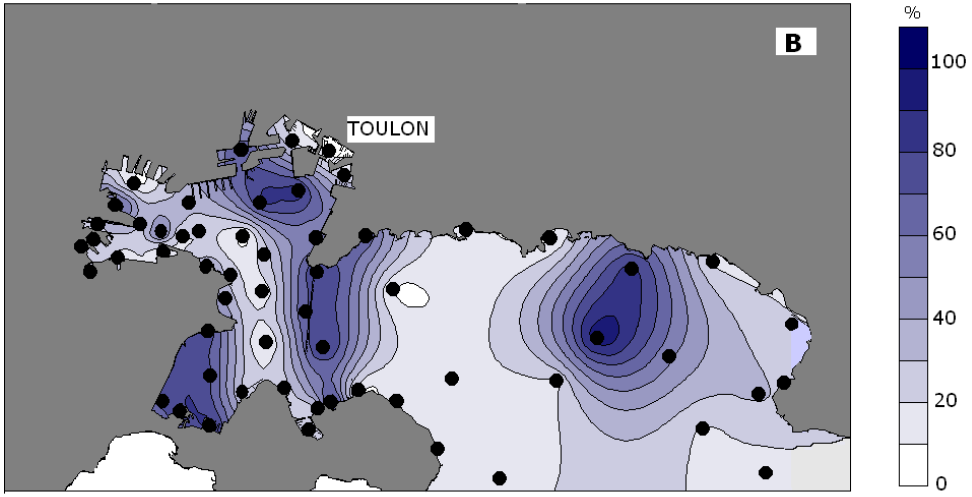
Nouveaux défis : transferts des contaminants émergents vers et dans les réseaux trophiques marins

MIO, axe CONTAM



Exemple du projet SCOTTTI sur la rade de Toulon. L'étude des Sources des COntaminants et de leurs Transferts vers les réseaux Trophiques par des Traceurs Innovants

Nouveaux défis : vers une démarche intégrant d'avantage chimie et biologie



Des biosessais…

Toxicité des sédiments (% d'anomalies au stade D de *Crassostrea gigas*) de la rade de Toulon (Galgani *et al.* 2008)

…vers les biomarqueurs :

Stabilité de la membrane lysosomale chez la moule (Martinez-Gomez *et al.* 2017)

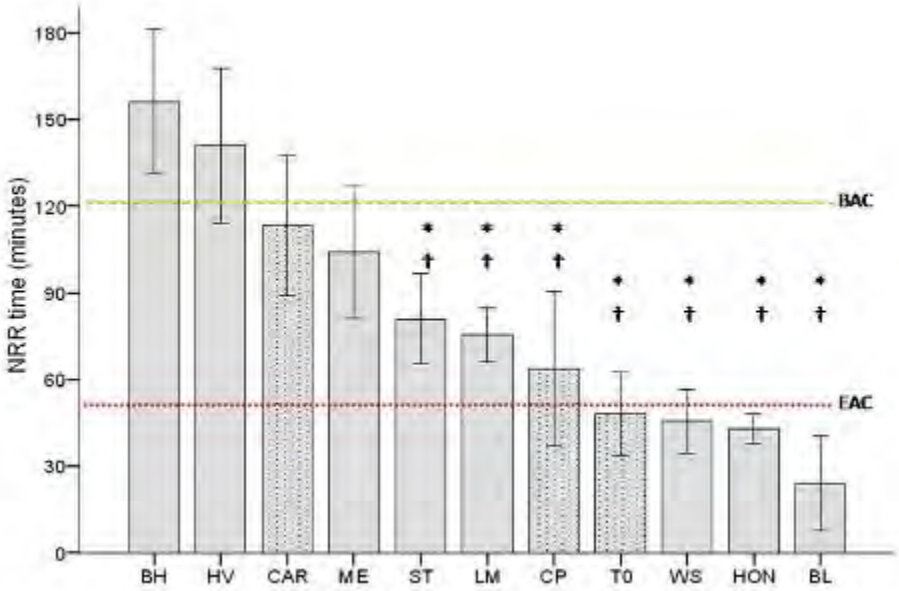


Fig. 2. Lysosomal membrane stability (measured as neutral red retention time (NRR); mean ± Confidence interval for the mean 95%) in mussels from European coastal sites (BAC = background assessment criteria; EAC = environmental assessment criteria). BH (Bjarnarhöfn, Iceland), HV (Hvassahraun, Iceland), WS (Wadden Sea, The Netherlands), HON (Honfleur, France), LM (Le Moulard, France), ST (Southampton Waters, United Kingdom), BL (Blackness, United Kingdom), ME (Medas Islands, Spain), CAR (Cartagena, Spain), CP (Cabo de Palos, Spain), T0 (control musels); † Significant differences in comparison to HV (Welch ANOVA; Tamhane *post hoc* test; p-value<0.001).

Merci de votre attention

Corse : un plan pour s'adapter au changement climatique

Antoine ORSINI
Hydrobiologiste
Université de Corse

SESSION 3

Les conséquences actuelles du changement climatique en Corse

VLADSTUDIO

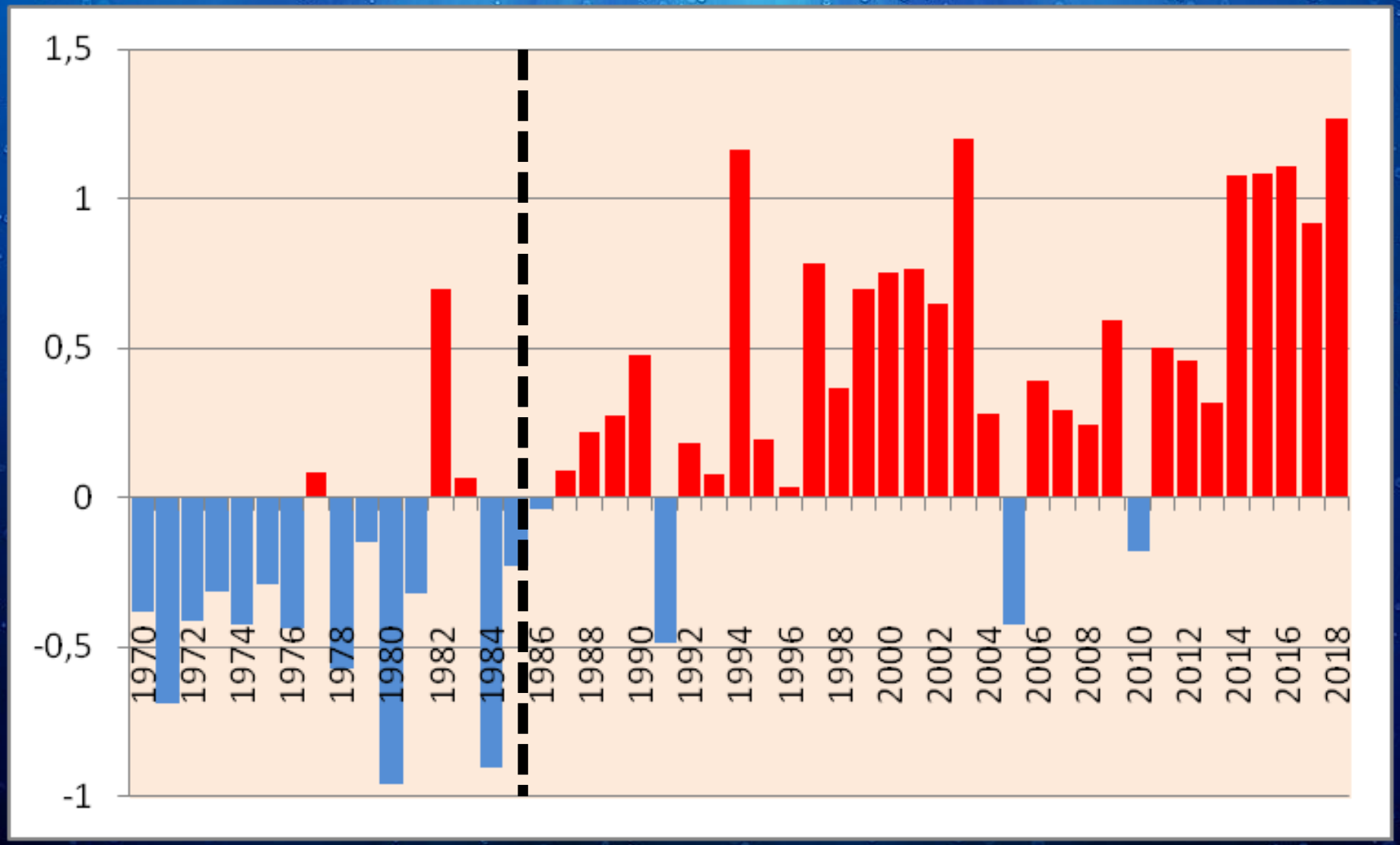
Augmentation de la température de l’air

VLADSTUDIO

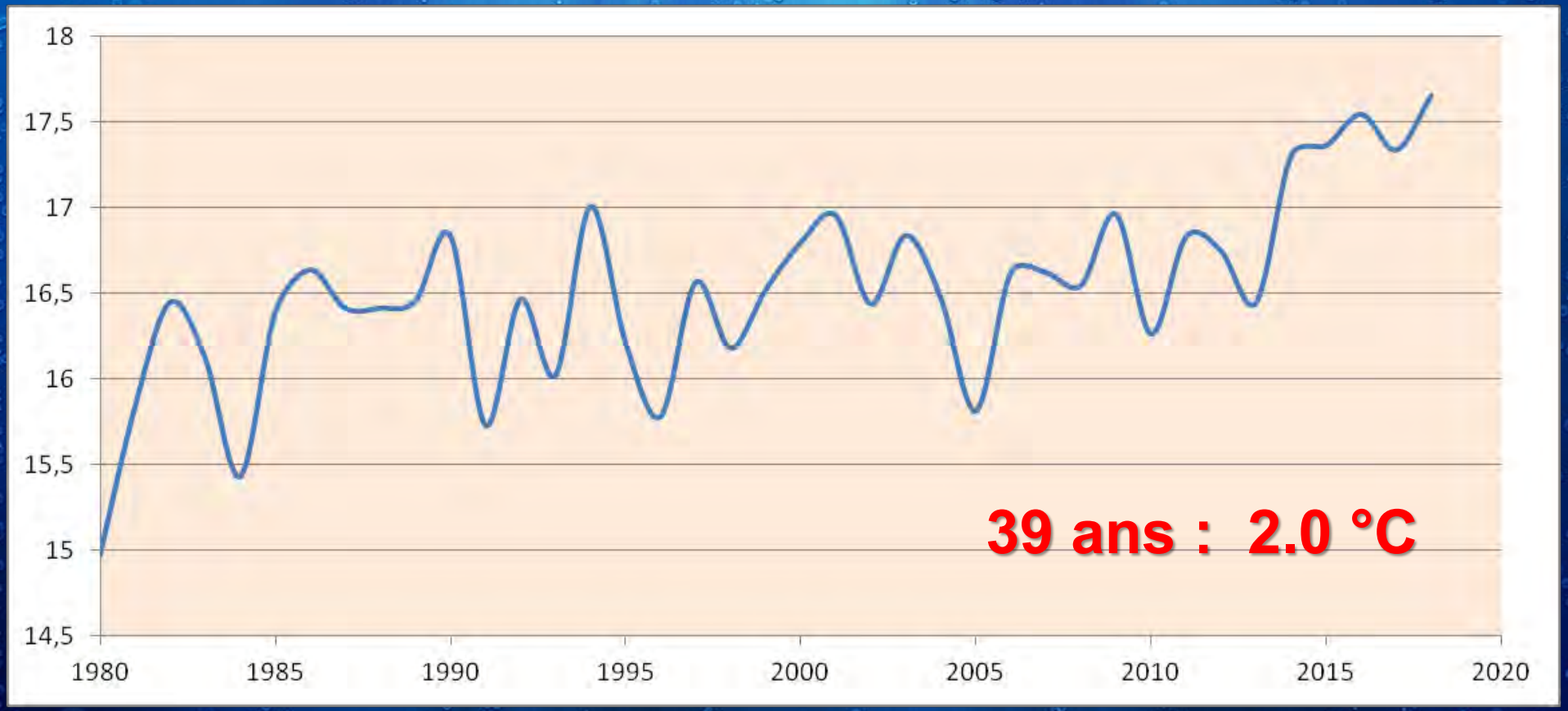
Evolution de la température moyenne annuelle (en ° C) à Bastia

VLADSTUDIO

Température moyenne annuelle (en °C) à Bastia
Ecarts à la moyenne de référence (1971 - 2000)

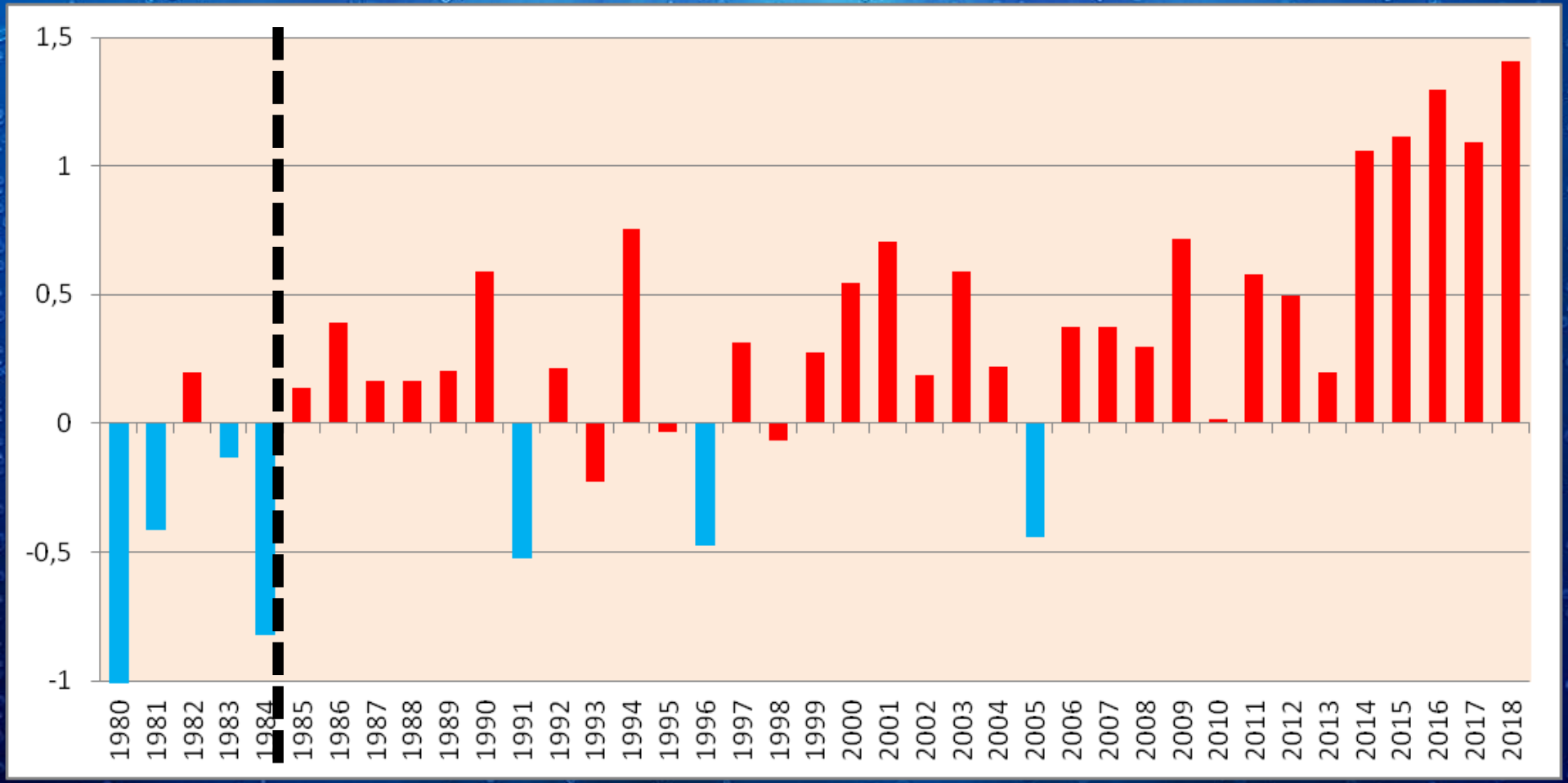


Evolution de la température moyenne annuelle (en °C) à Solenzara



VLADSTUDIO

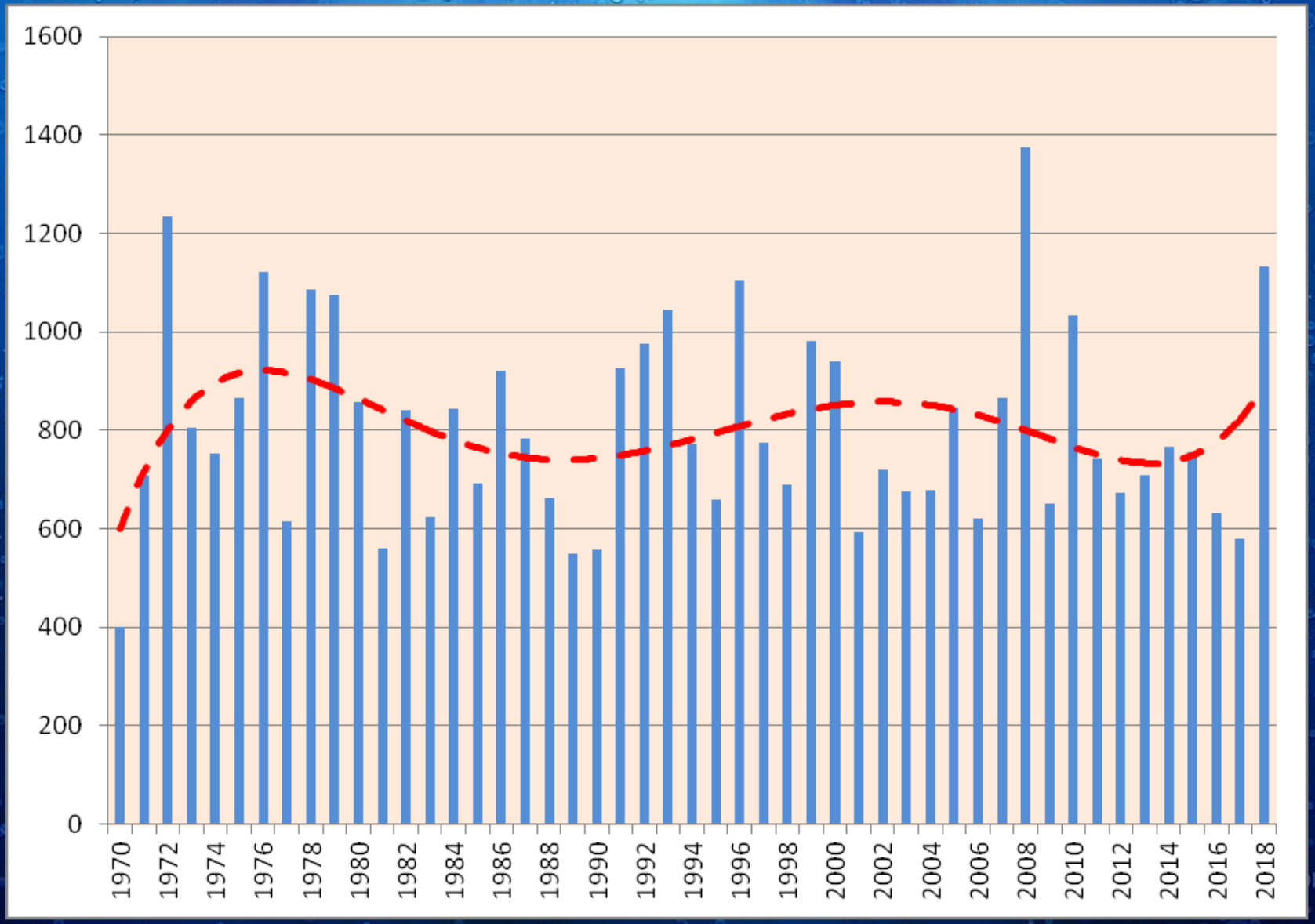
Température moyenne annuelle (en °C) à Solenzara
Ecarts à la moyenne de référence (1971 - 2000)



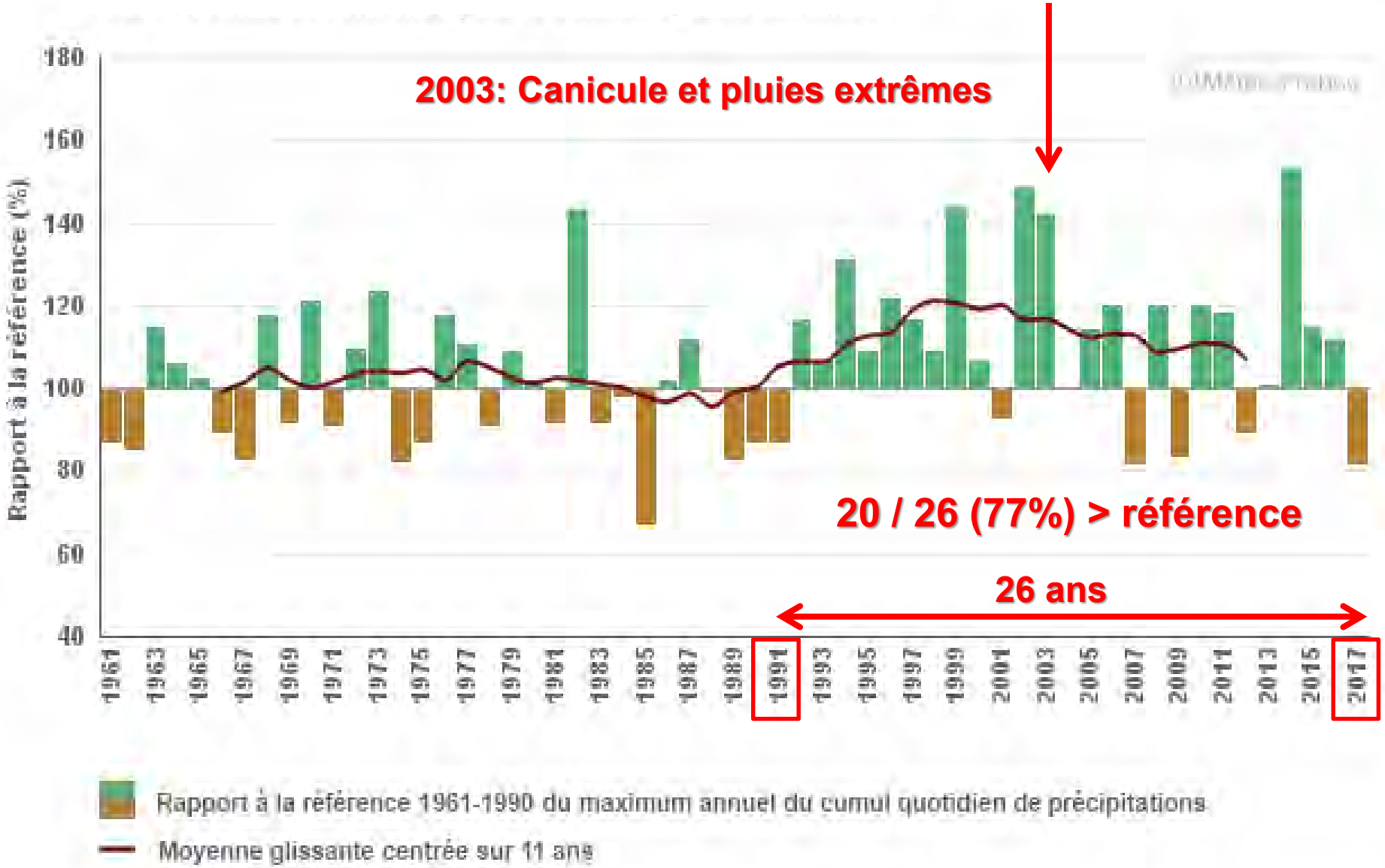
VLADSTUDIO

Evolution du nombre de journées estivales (T > 25 °C) par an à Bastia

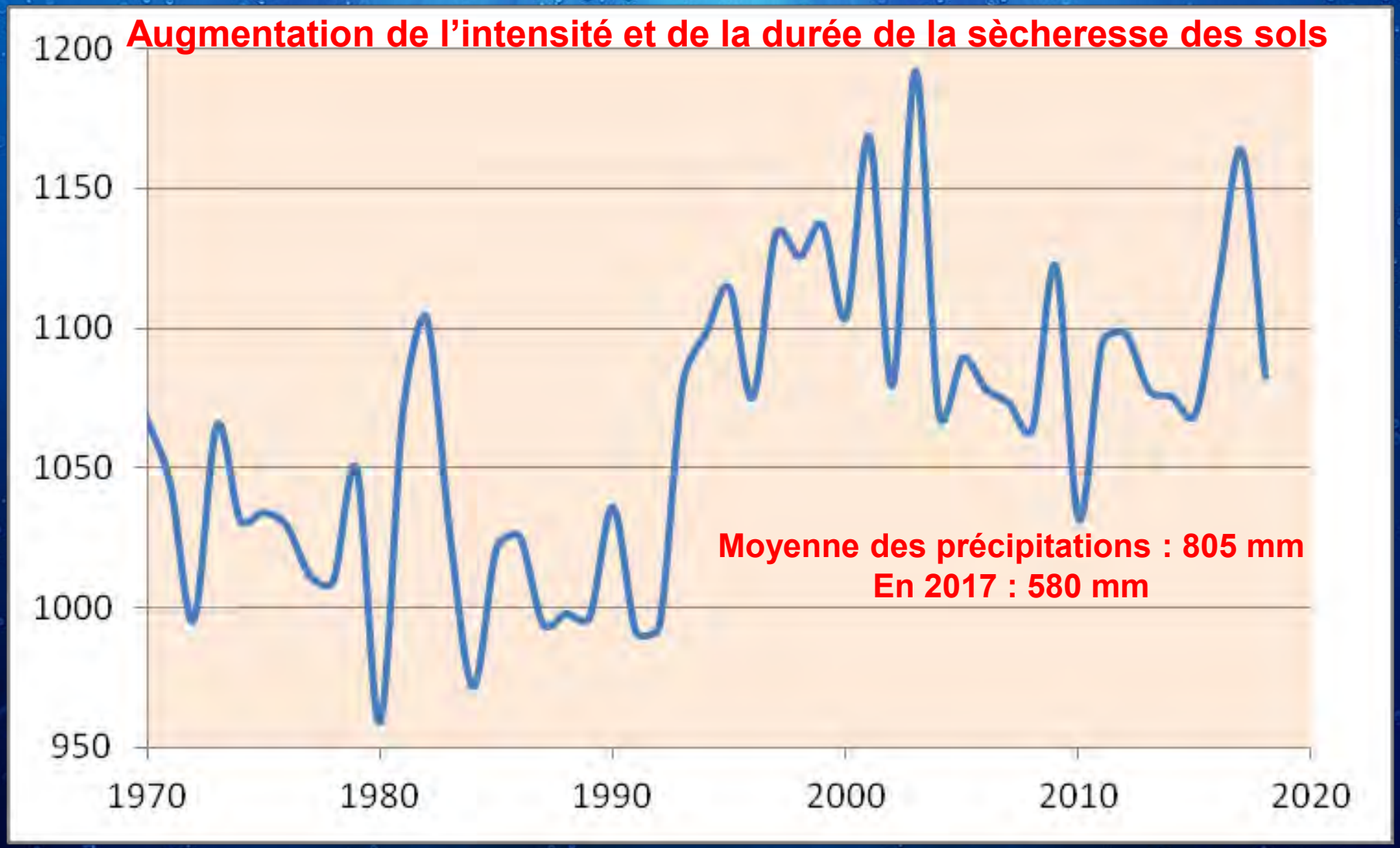
Evolution des précipitations annuelles (en mm) à Bastia



Intensité des pluies extrêmes en région méditerranéenne



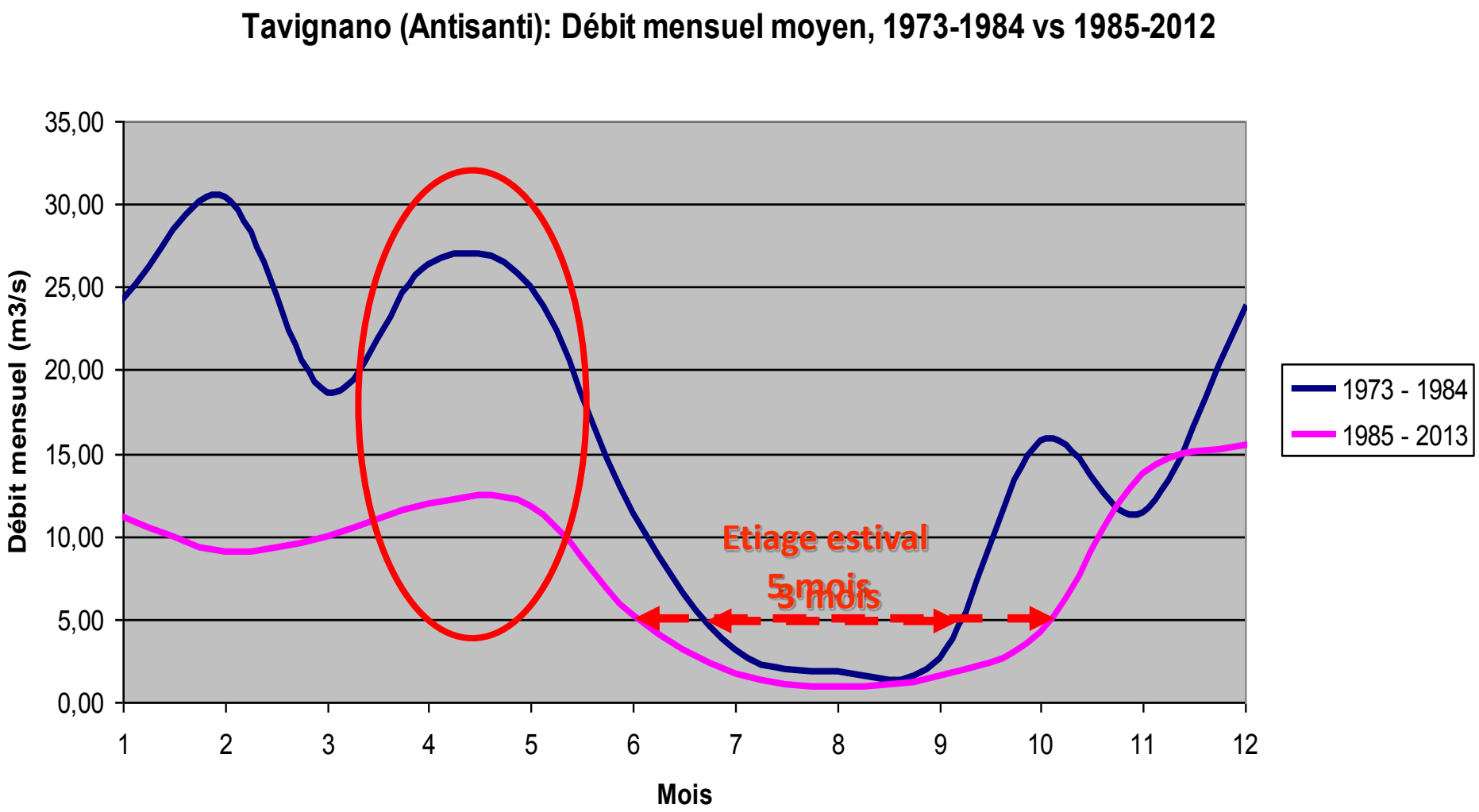
Evolution de l'évapotranspiration (en mm) à Bastia



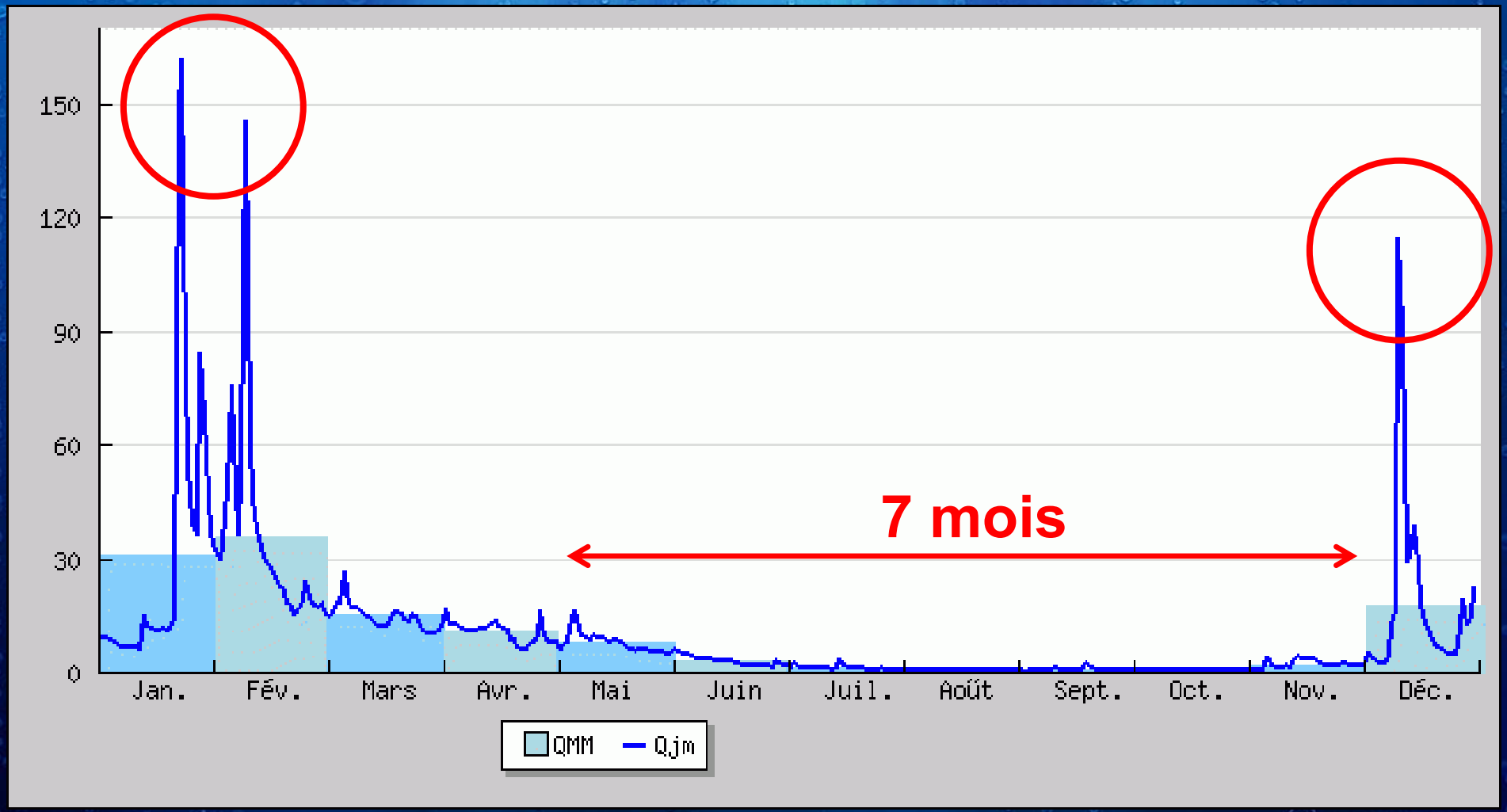
Conséquences sur le débit des cours d’eau

VLADSTUDIO

Le régime hydrologique du Tavignanu



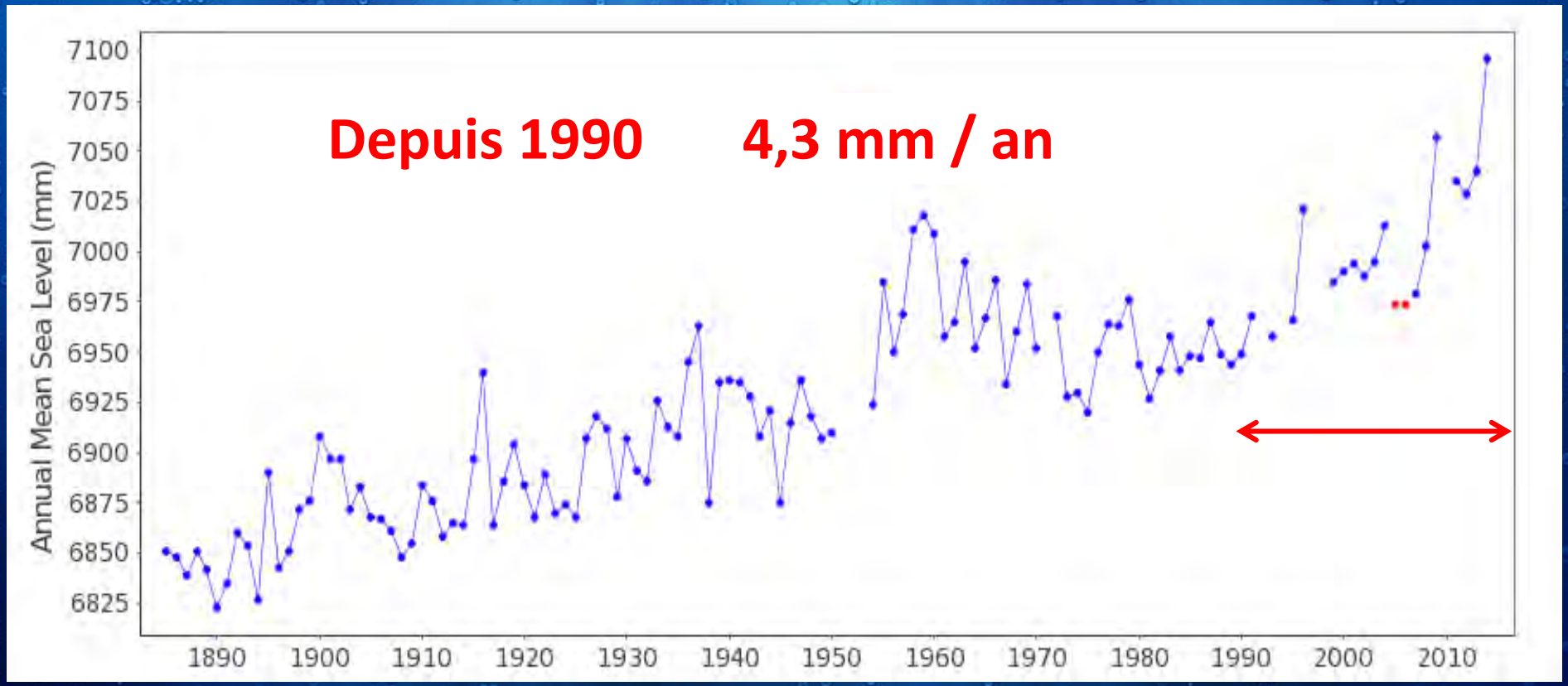
Le débit du Tavignanu en 2017



Augmentation du niveau de la mer

VLADSTUDIO

Marégraphe de Marseille



VLADSTUDIO

PLAN DE BASSIN D'ADAPTATION
AU CHANGEMENT CLIMATIQUE
DANS LE DOMAINE DE L'EAU

Pianu di conca per l'adattazione
à u cambiamentu climaticu
in u settore di l'acqua

BASSIN DE CORSE / CONCA DI CORSICA

Adopté le 24 septembre 2018

Aduttatu u 24 di sittembre di u 2018

comité de bassin corse conca di corsica

Le PBACC
(Bassin de Corse)

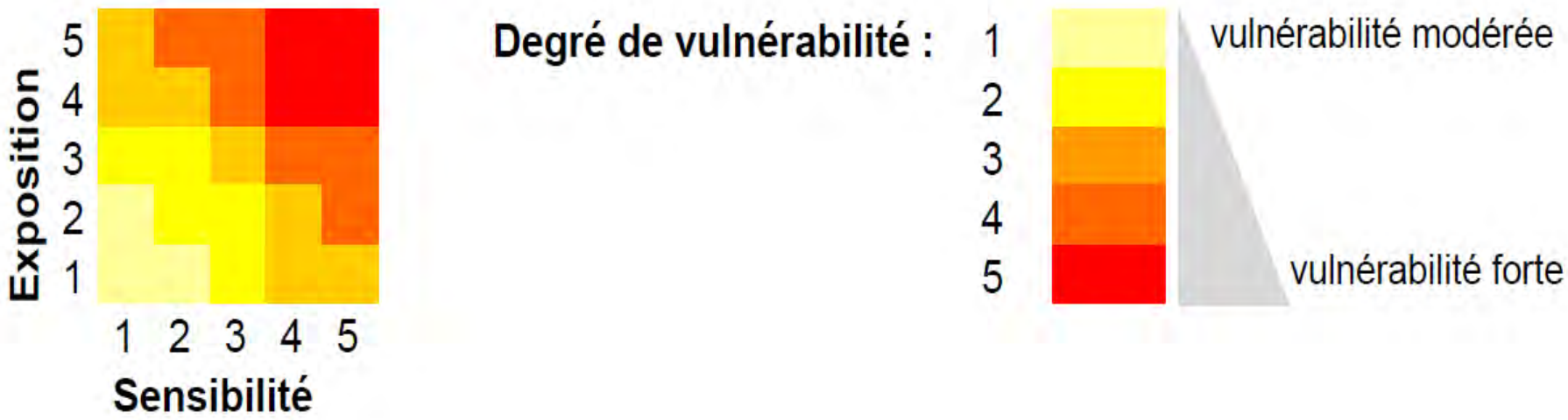
VLADSTUDIO

1. Principes d'action du plan
   - Réduire les causes de vulnérabilité au changement climatique
   - Remettre l'eau au cœur des décisions publiques
   - Animer le partage équitable de l'eau et la solidarité entre les usagers
   - Aller vers des usages plus sobres en eau
   - Eviter la mal-adaptation.

VLADSTUDIO

2. Vulnérabilité

La vulnérabilité dépend de l'intensité du changement climatique (exposition) et de la sensibilité du territoire à ces changements



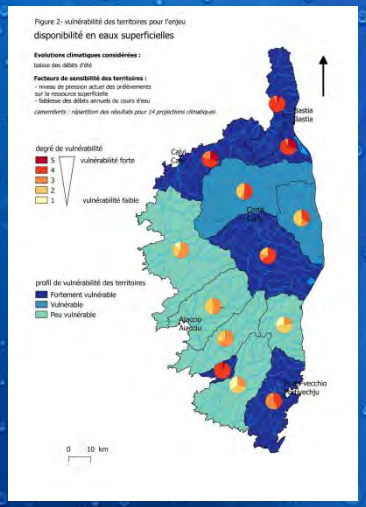
VLADSTUDIO

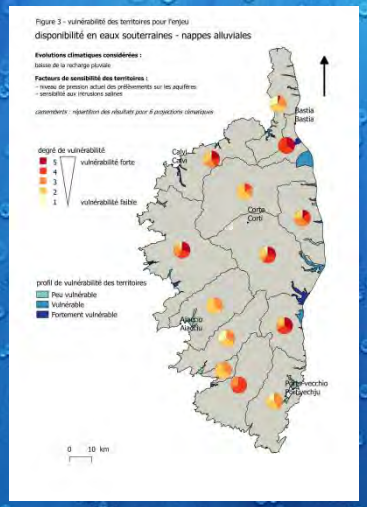
3. Enjeux environnementaux majeurs:

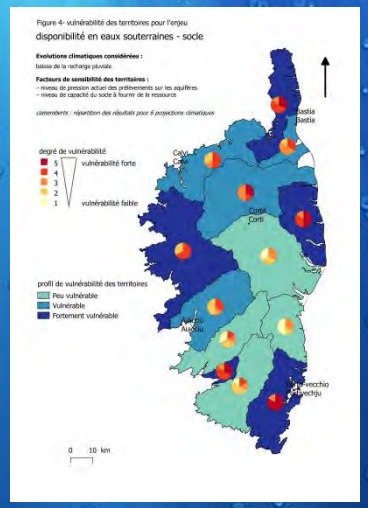
- Disponibilité en eau [superficielles et souterraines (nappes alluviales et socle)]
- Bilan hydrique des sols agricoles
- Biodiversité (linéaire, surfacique et littorale)
- Niveau trophique des eaux
- Risque inondation:
  * débordement des cours d'eau
  * ruissellement urbain
  * submersion marine.

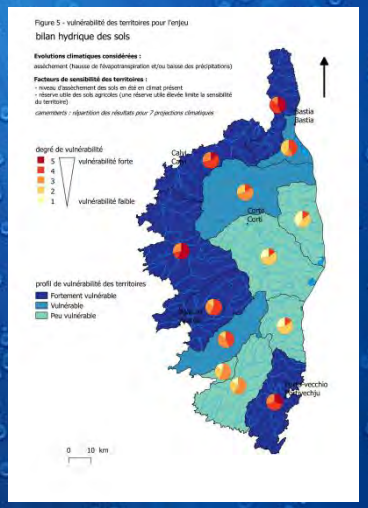
VLADSTUDIO

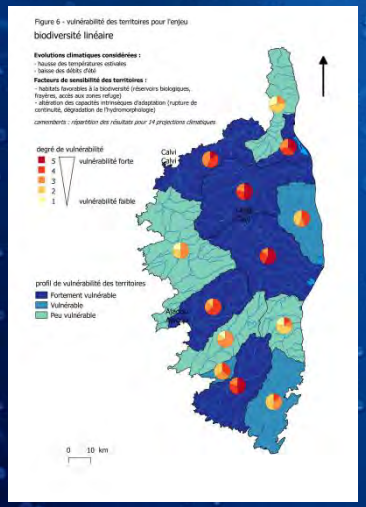
4. Vulnérabilité des territoires pour les enjeux

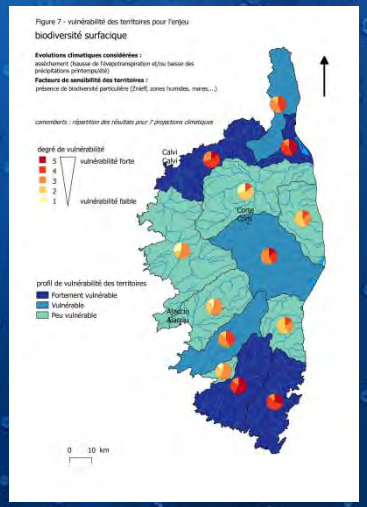


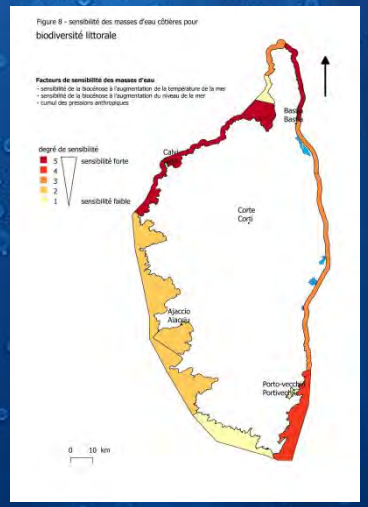


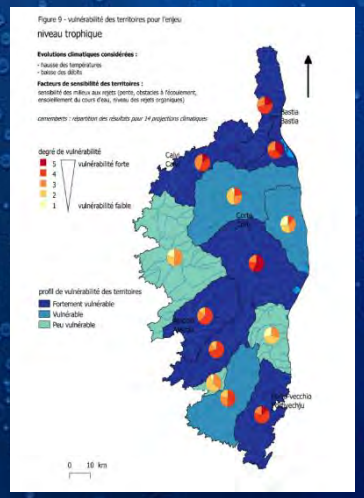






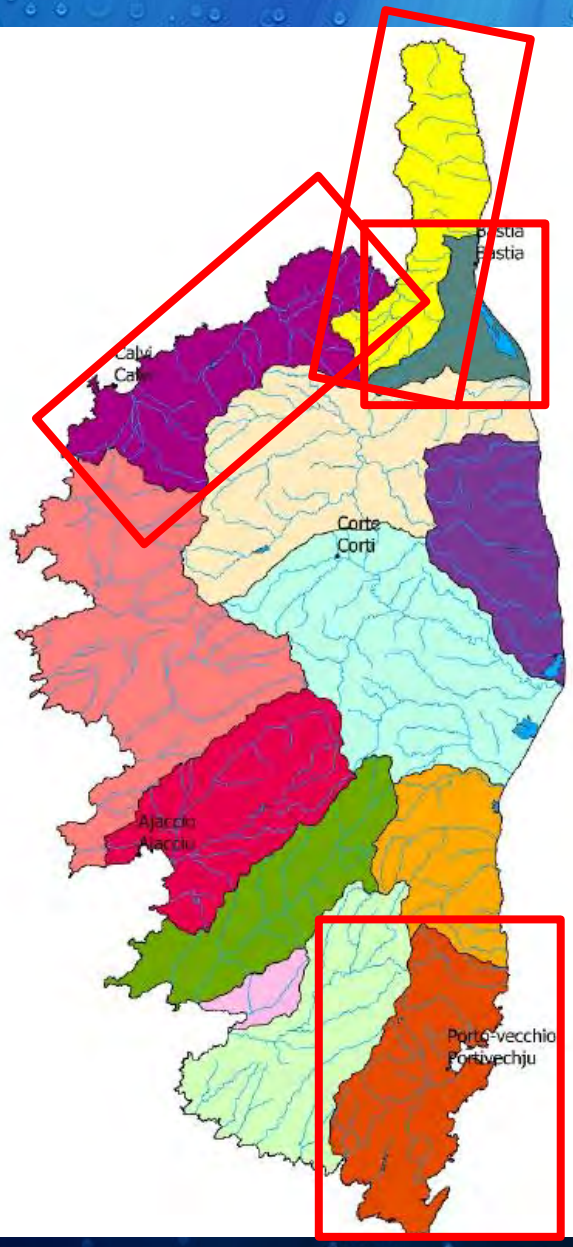






VLADSTUDIO

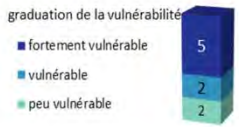
4. Vulnérabilité des territoires

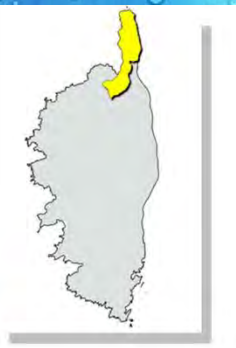


	Cap Corse Nebbio	Capicorsu Nebbiu
	Balagne Agriate	Balagna Agriate
	Façade Ouest	Punente
	Bastia Bevinco	Bastia Bivincu
	Golo	Golu
	Fium'Alto Bravone	Fium'Altu Bravona
	Tavignano Fium'Orbo	Tavignanu Fium'Orbu
	Côtiers façade Est	Livante
	Sud Est	Meziornu
	Rizzanese Ortolo	Rizzanese Ortolu
	Baracci	Baracci
	Prunelli Gravona	Prunelli Gravona
	Taravo	Taravu

4. Vulnérabilité des territoires: Exple Cap Corse Nebbio

CAPICORSU NEBBIU





Champs d'actions à privilégier

- Etablir une stratégie territoriale avec partage de la ressource et réglementation des usages
- Améliorer les rendements des réseaux (alimentation en eau potable et eau brute)
- Développer les techniques économes en eau
- Substituer les prélèvements en période d'étiage (mutualisation des ressources, stockages pluriannuels…)
- Préserver la ressource exploitée (fond géochimique avec antimoine et arsenic…)
- Diversifier les ressources (prospection de nouvelles ressources souterraines, interconnexion des réseaux…)

➲ *Se reporter aux actions A.1, A.2, A.6, A.7, A.8, A.10, A.12, A13, A.14, A.15, A.16, A19, G.1, G.2*

- Limiter l'artificialisation des sols
- Mettre en œuvre des systèmes de production adaptés à la sécheresse
- Récupérer les eaux de pluie

➲ *Se reporter aux actions A.12, A.17, B.1, B.2, B.4, D.4*

- Organiser les mouillages en priorité sur le secteur de San Fiurenzu et la façade orientale du parc naturel marin (Macinaghju, Erbalunga)
- Mettre en œuvre des zones de protection réglementaire dans le périmètre du parc naturel marin
- Mettre en œuvre un plan d'actions contre les espèces exotiques envahissantes

➲ *Se reporter aux actions C.6, C.7, C.8*

- Mettre à niveau et pérenniser les systèmes d'assainissement
- Renforcer l'épuration

➲ *Se reporter aux actions D.1, D.2, D.3*

VLADSTUDIO

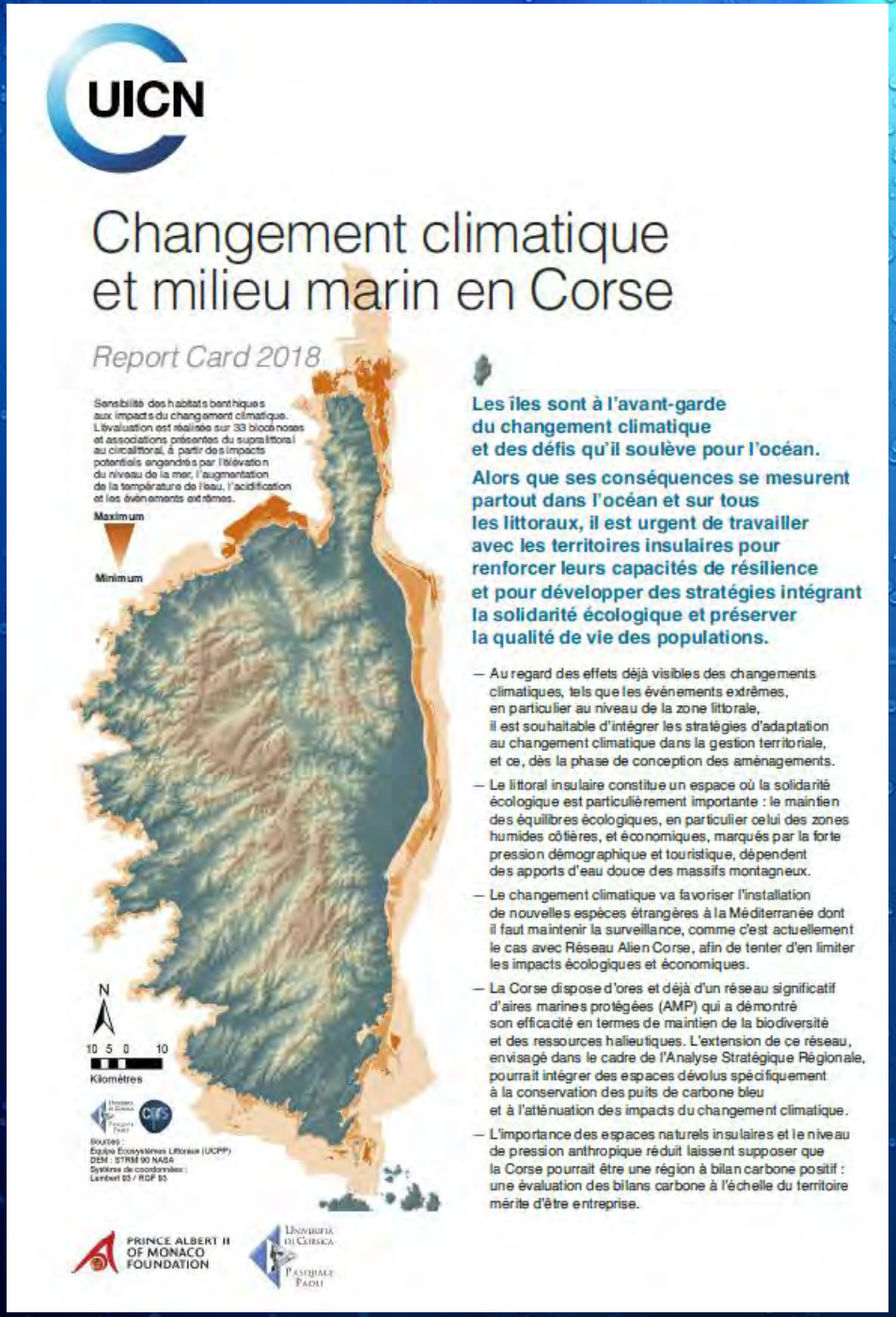
- Etablir une stratégie territoriale avec partage de la ressource et réglementation des usages
- Améliorer les rendements des réseaux (alimentation en eau potable et eau brute)
- Développer les techniques économes en eau
- Substituer les prélèvements en période d'étiage (mutualisation des ressources, stockages pluriannuels…)
- Préserver la ressource exploitée (fond géochimique avec antimoine et arsenic…)
- Diversifier les ressources (prospection de nouvelles ressources souterraines, interconnexion des réseaux…)

- Limiter l'artificialisation des sols
- Mettre en œuvre des systèmes de production adaptés à la sécheresse
- Récupérer les eaux de pluie

- Organiser les mouillages en priorité sur le secteur de San Fiurenzu et la façade orientale du parc naturel marin (Macinaghju, Erbalunga)
- Mettre en œuvre des zones de protection réglementaire dans le périmètre du parc naturel marin
- Mettre en œuvre un plan d'actions contre les espèces exotiques envahissantes

- Mettre à niveau et pérenniser les systèmes d'assainissement
- Renforcer l'épuration

VLADSTUDIO



UICN

Changement climatique et milieu marin en Corse

Report Card 2018

Sensibilité des habitats benthiques aux impacts du changement climatique. L'évaluation est réalisée sur 33 biocénoses et associations présentes du supralittoral au circalittoral, à partir des impacts potentiels engendrés par l'élévation du niveau de la mer, l'augmentation de la température de l'eau, l'acidification et les évènements extrêmes.

Maximum

Minimum

N

10 5 0 10

Kilomètres

Sources :
Equipe Ecosystèmes Littoraux (UCPP)
DEM : STRM 90 NASA
Système de coordonnées :
Lambert 93 / RGF 93

Les îles sont à l'avant-garde du changement climatique et des défis qu'il soulève pour l'océan.

Alors que ses conséquences se mesurent partout dans l'océan et sur tous les littoraux, il est urgent de travailler avec les territoires insulaires pour renforcer leurs capacités de résilience et pour développer des stratégies intégrant la solidarité écologique et préserver la qualité de vie des populations.

- Au regard des effets déjà visibles des changements climatiques, tels que les événements extrêmes, en particulier au niveau de la zone littorale, il est souhaitable d'intégrer les stratégies d'adaptation au changement climatique dans la gestion territoriale, et ce, dès la phase de conception des aménagements.
- Le littoral insulaire constitue un espace où la solidarité écologique est particulièrement importante : le maintien des équilibres écologiques, en particulier celui des zones humides côtières, et économiques, marqués par la forte pression démographique et touristique, dépendent des apports d'eau douce des massifs montagneux.
- Le changement climatique va favoriser l'installation de nouvelles espèces étrangères à la Méditerranée dont il faut maintenir la surveillance, comme c'est actuellement le cas avec Réseau Alien Corse, afin de tenter d'en limiter les impacts écologiques et économiques.
- La Corse dispose d'ores et déjà d'un réseau significatif d'aires marines protégées (AMP) qui a démontré son efficacité en termes de maintien de la biodiversité et des ressources halieutiques. L'extension de ce réseau, envisagé dans le cadre de l'Analyse Stratégique Régionale, pourrait intégrer des espaces dévolus spécifiquement à la conservation des puits de carbone bleu et à l'atténuation des impacts du changement climatique.
- L'importance des espaces naturels insulaires et le niveau de pression anthropique réduit laissent supposer que la Corse pourrait être une région à bilan carbone positif : une évaluation des bilans carbone à l'échelle du territoire mérite d'être entreprise.

PRINCE ALBERT II OF MONACO FOUNDATION

UNIVERSITÀ DI CORSICA PASQUALE PAOLI

UICN

Union internationale pour la conservation de la nature

Changement climatique et milieu marin en Corse (Report Card 2018)

VLADSTUDIO

Ce « Report Card » a pour objectif d’offrir aux décideurs un outil prospectif pour informer sur l'adaptation et la résilience

Il propose des priorités en terme de gestion adaptative

Il présente un bilan des connaissances disponibles en milieu marin et côtier

Il identifie les évolutions les plus probables, assorties d’un degré de confiance

Il propose des pistes en vue de soutenir le développement, l'amélioration et la mise en œuvre de stratégies d'adaptation et de résilience

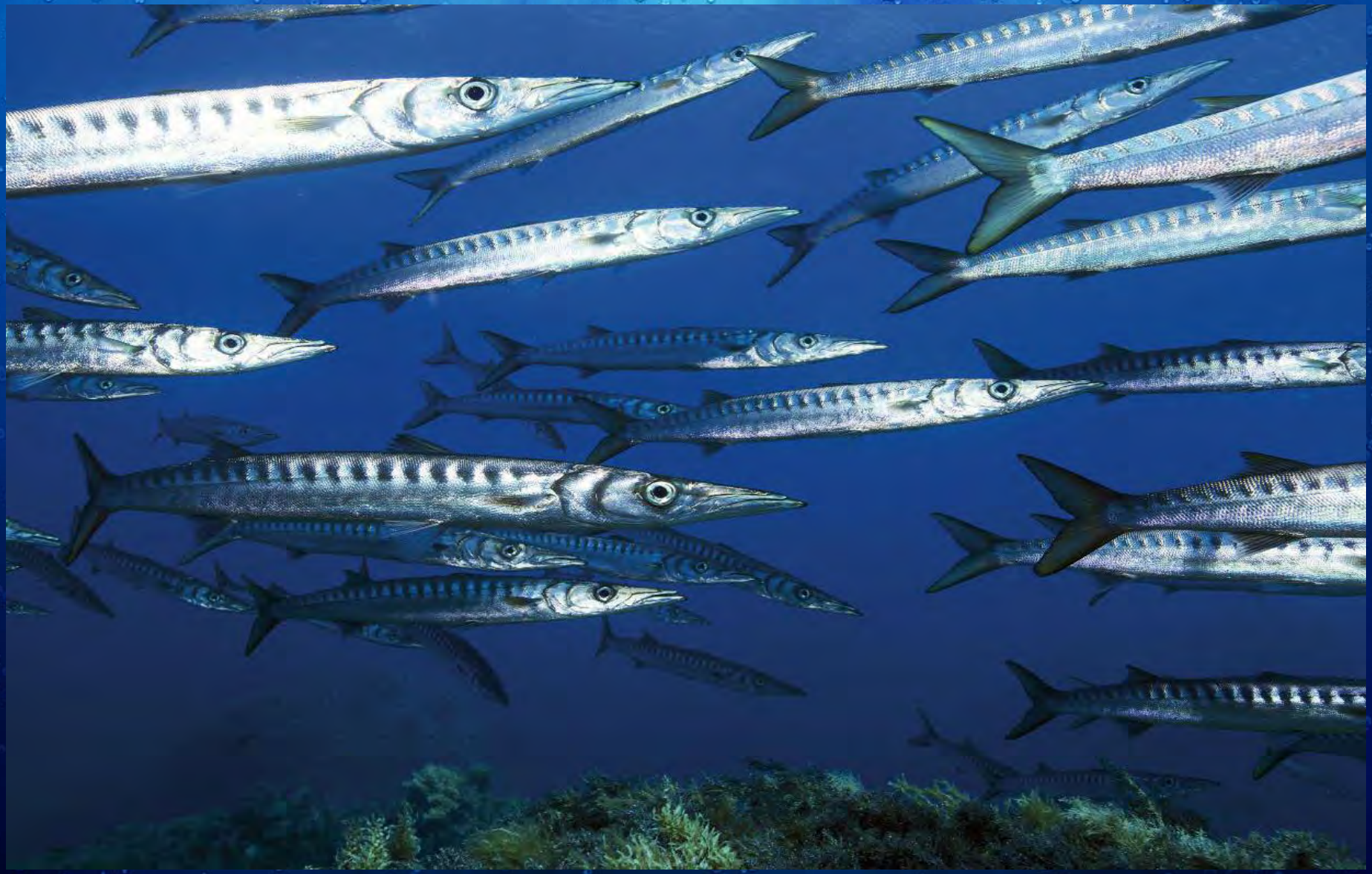
Il présente une réflexion sur le rôle stratégique des AMP.

VLADSTUDIO

1. Changement climatique et milieu vivant

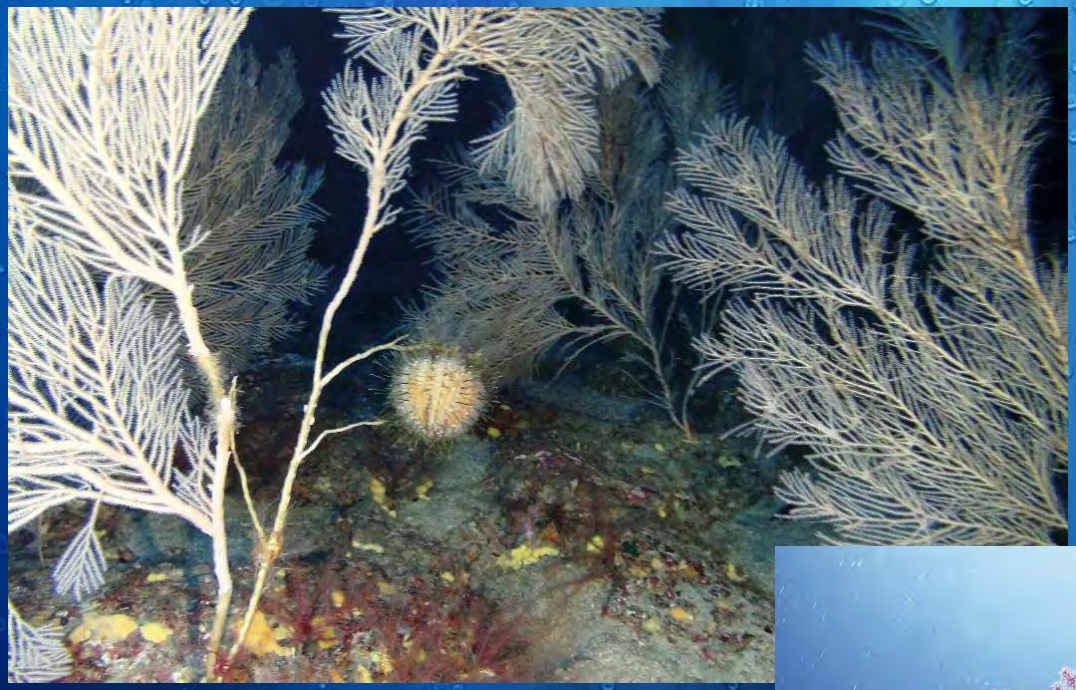
VLADSTUDIO

Prolifération d’espèces thermophiles (ex. barracuda, girelle paon)



Régression des herbiers profonds (limites inférieures)

Régression des atolls de coralligène



2. Changement climatique et activités humaines:

1) Pêche

VLADSTUDIO

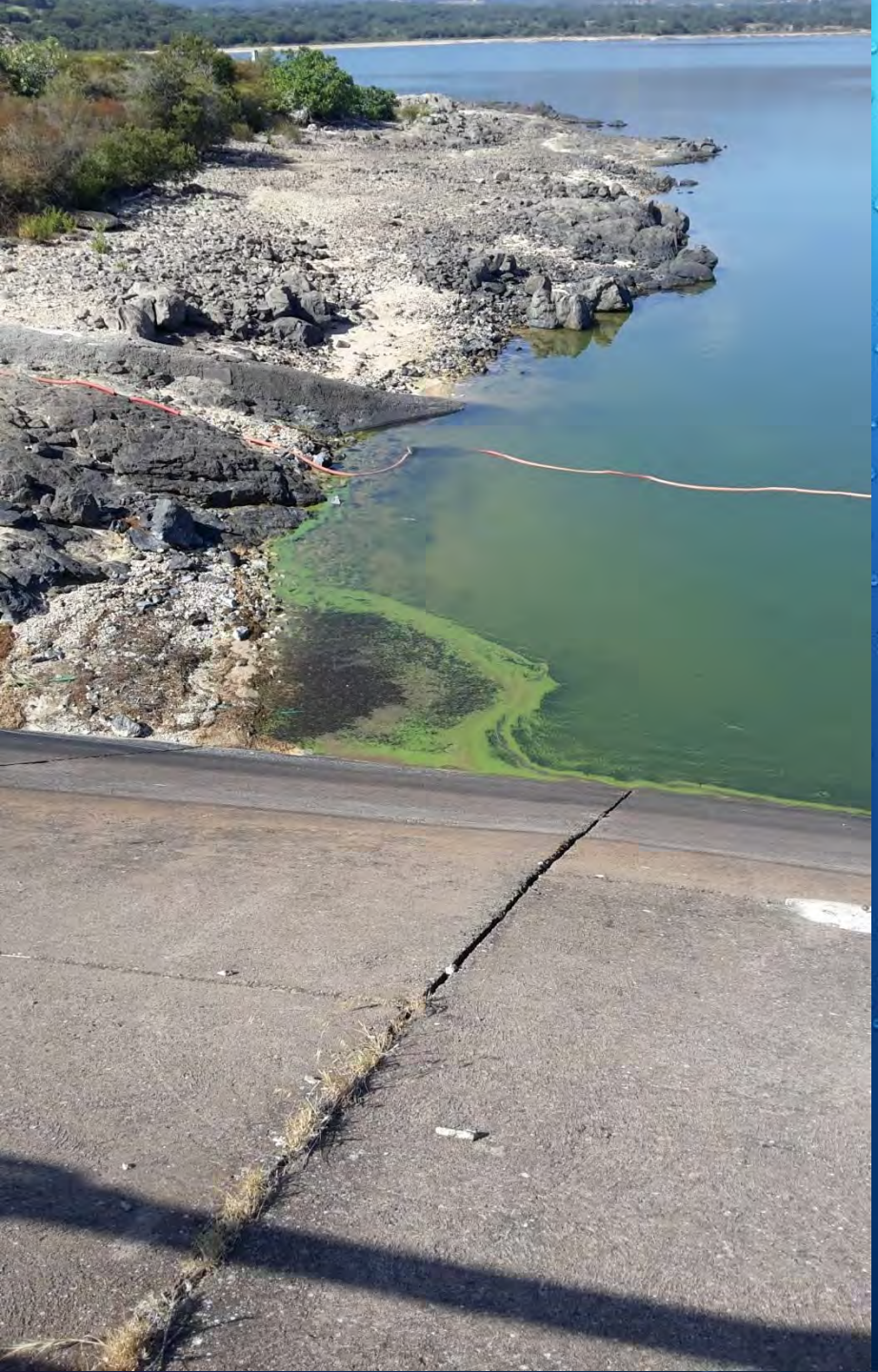
Mnemiopsis (cténaire)

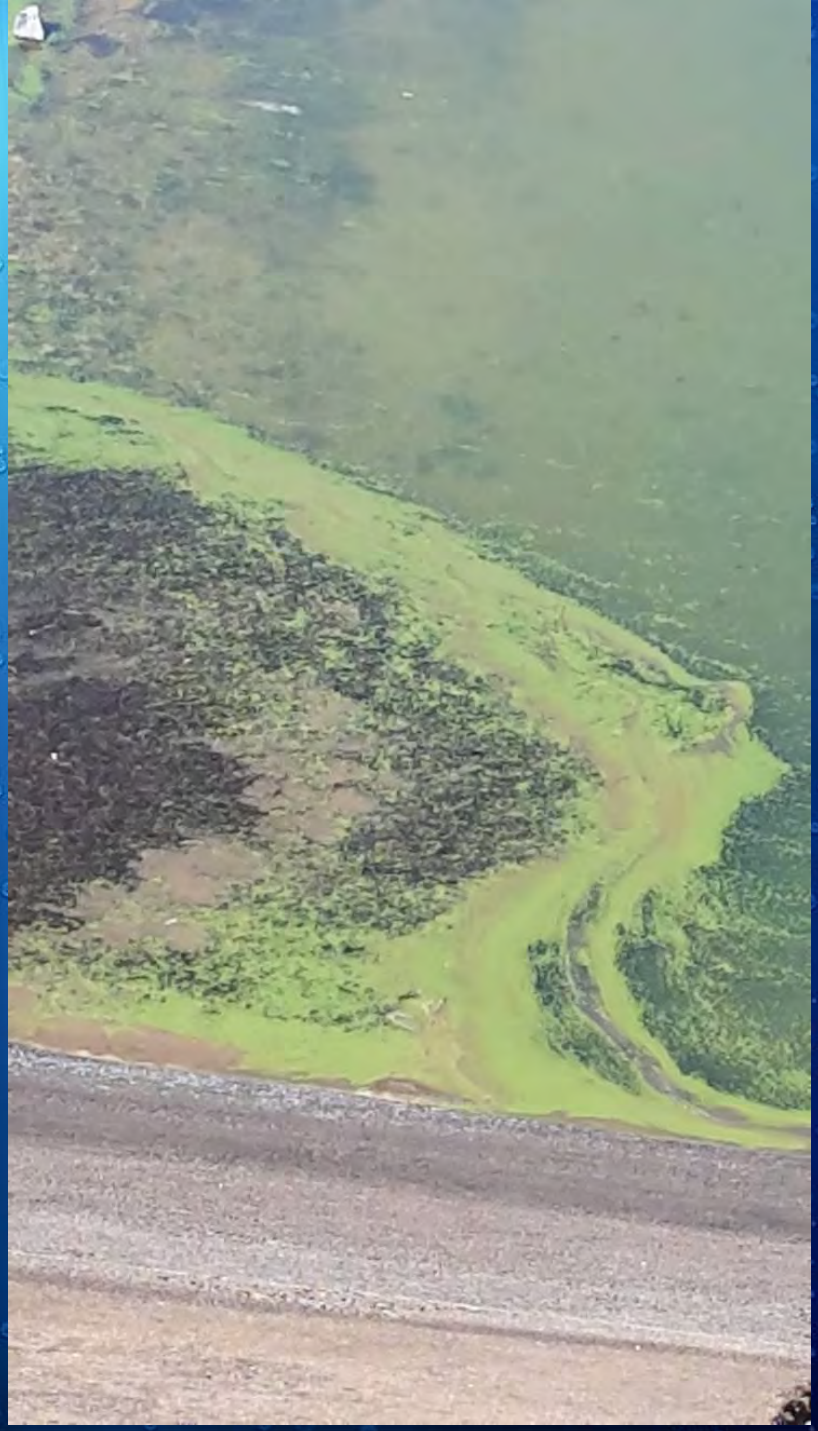
Le poisson-lion
(rascasse tropicale)

2. Changement climatique et activités humaines:

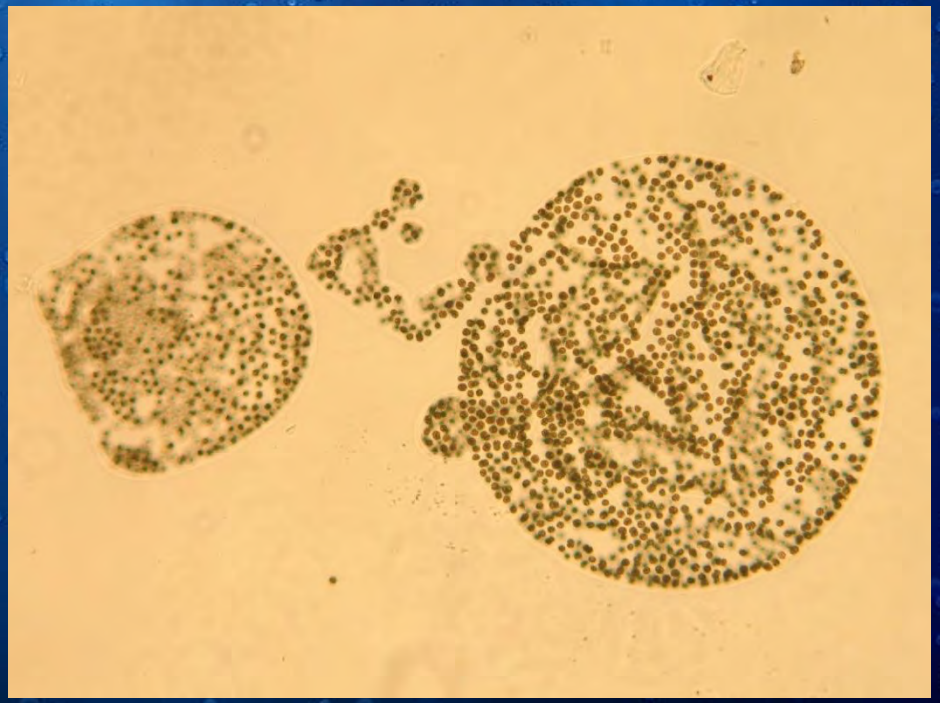
2) Ressource en au

VLADSTUDIO





Les cyanobactéries et cyanotoxines



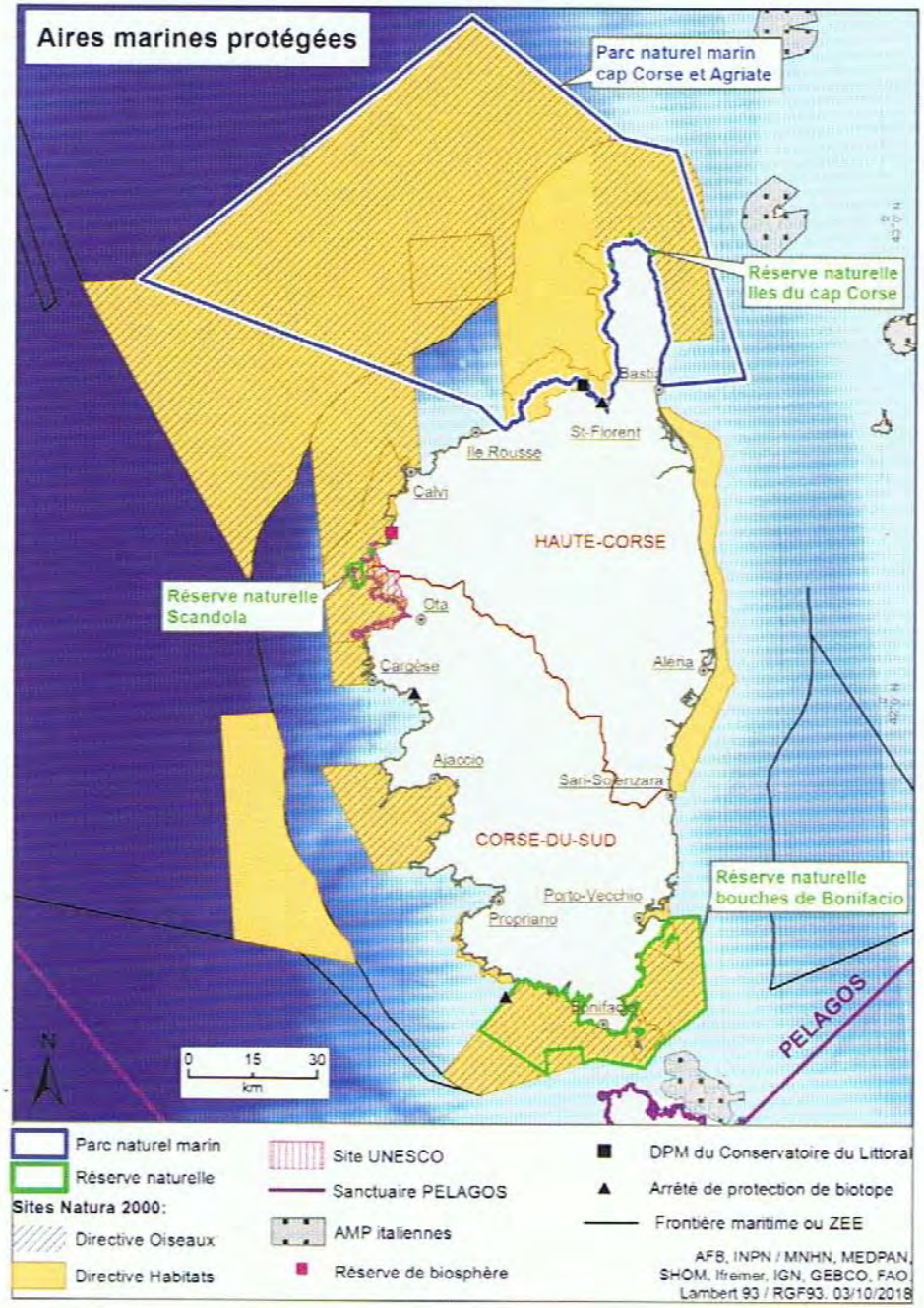
2. Changement climatique et activités humaines:

3) Santé humaine

VLADSTUDIO

Le moustique tigre (*Aedes albopictus*)

Vecteur: chikungunya, dengue, zika



Source : Agence Française pour la Biodiversité.

3. Aires marines Protégées (sentinelles et laboratoires)

VLADSTUDIO

Merci de votre attention

Des questions ?

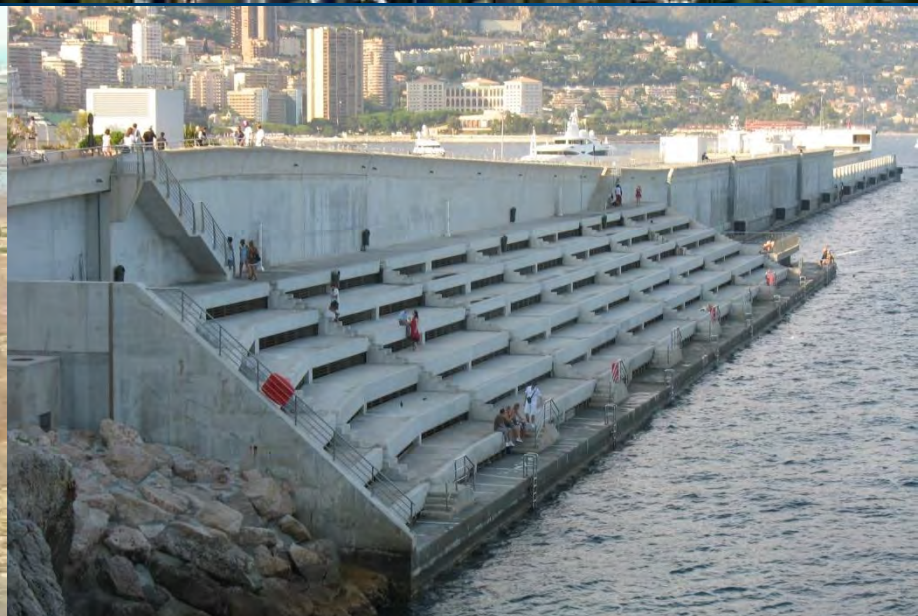
VLADSTUDIO

L'innovation au service de la reconquête des fonctions écologiques perdues

Philippe LENFANT
Directeur de recherche
Université de Perpignan

SESSION 3

Contexte du déclin de la Biodiversité : L' artificialisation du littoral



Des pressions maîtrisées

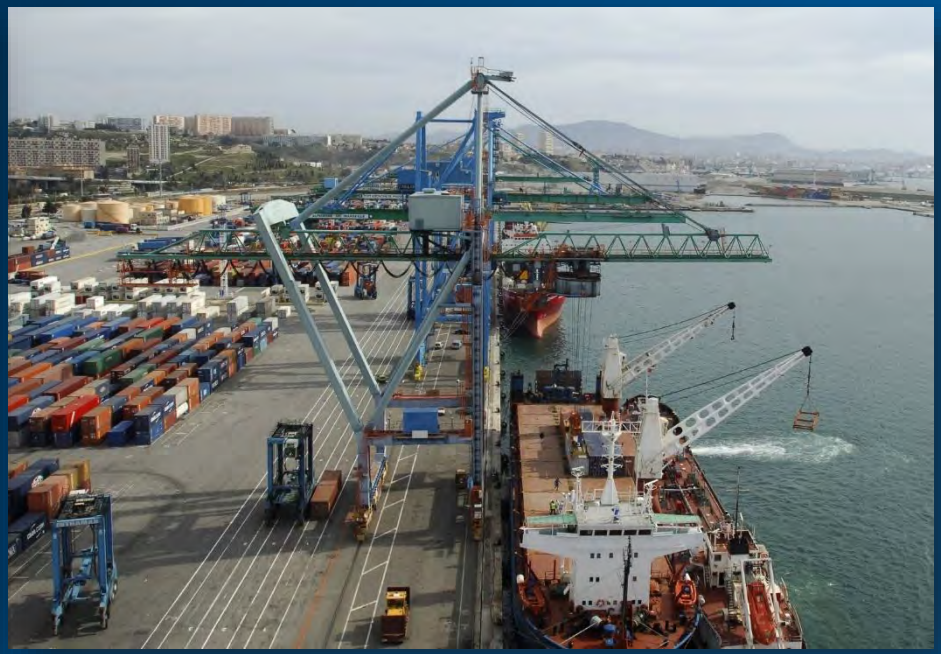
Marinas

Port commercial

Eau calme, peu profonde, température élevée

Présence de juvéniles

MAIS quais droits verticaux = Habitats simplifiés



Connaître pour mieux restaurer…

Objectif : Réhabilitation de la fonction de nurserie
➔ complexification de l'habitat

The nursery concept

Beck et al 2001

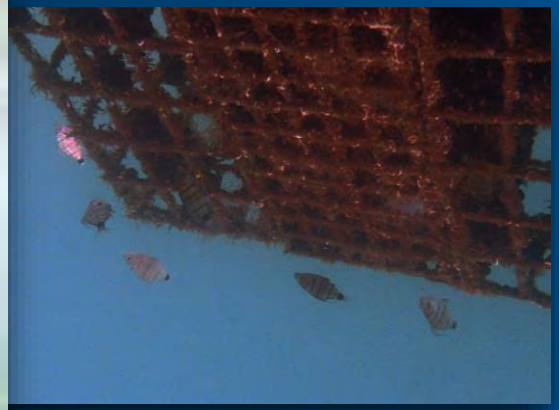
Habitat essentiel pour une contribution aux populations ➔ renouvellement et maintien

Densité

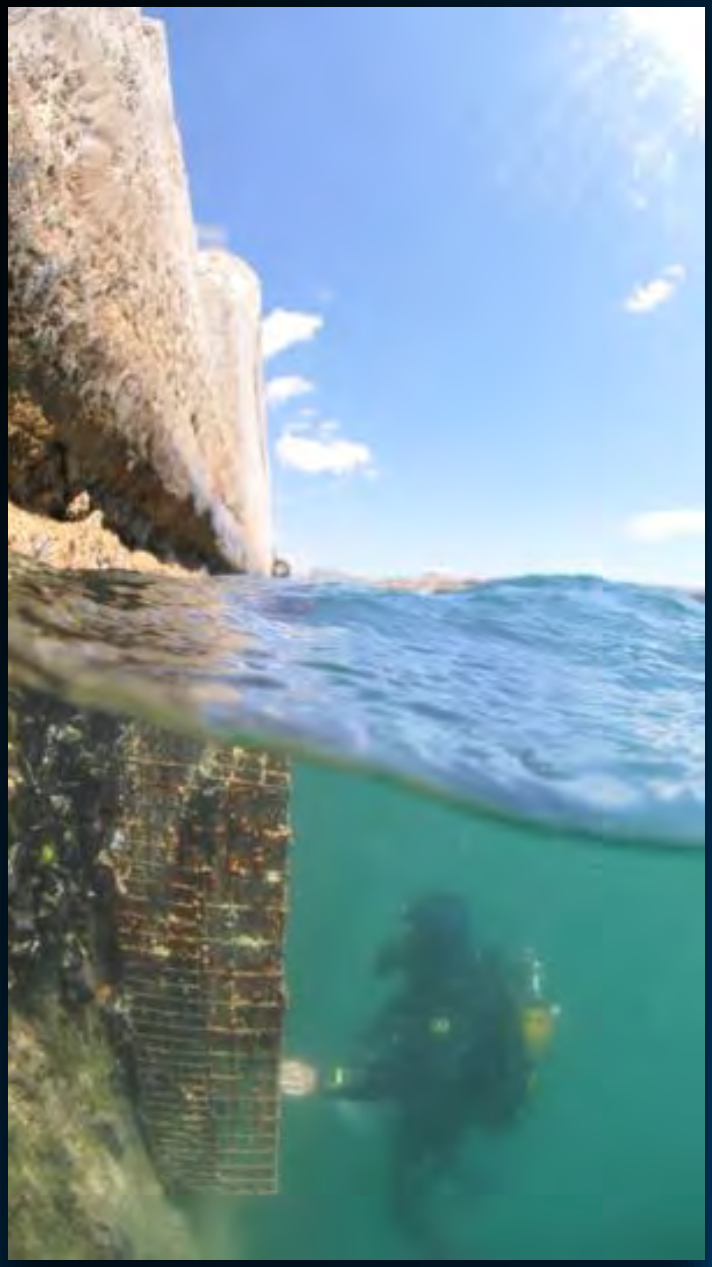
Survie

Croissance

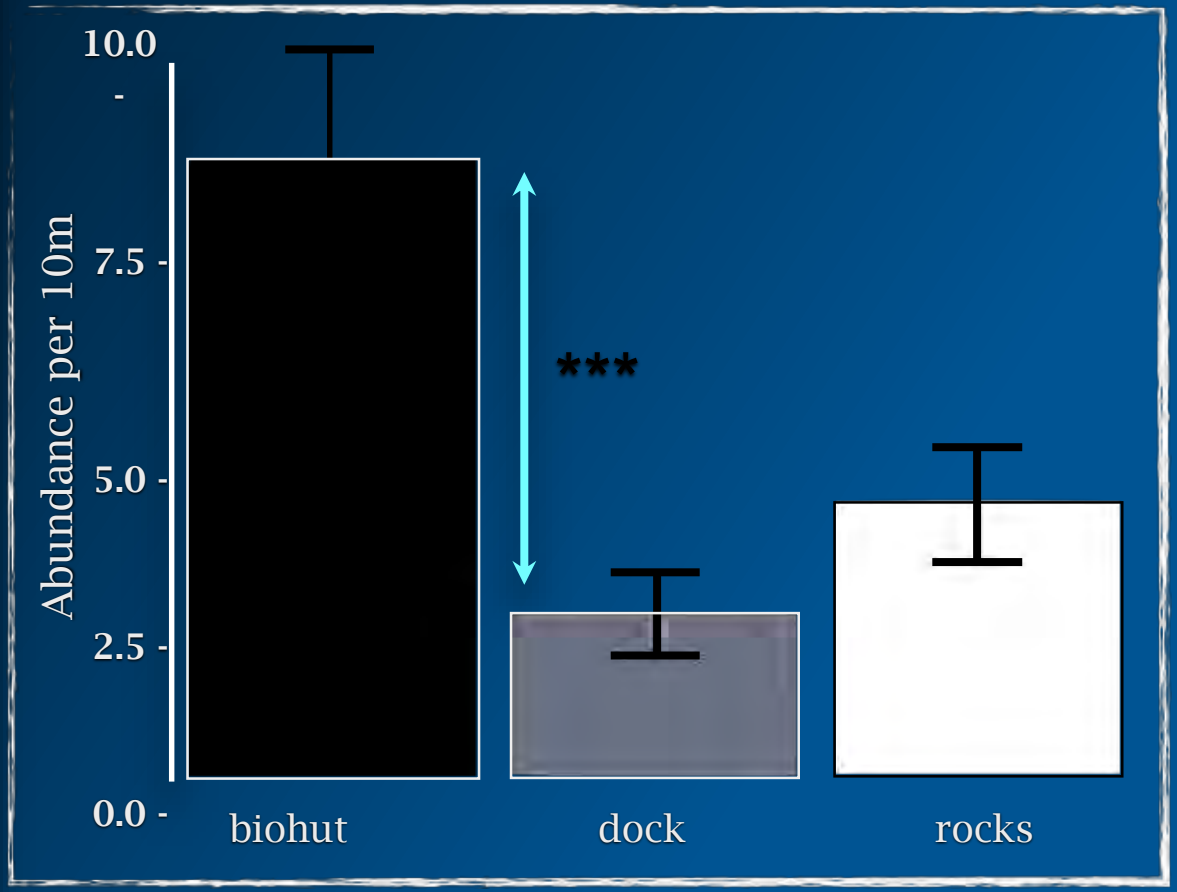
Migration vers les habitats adultes



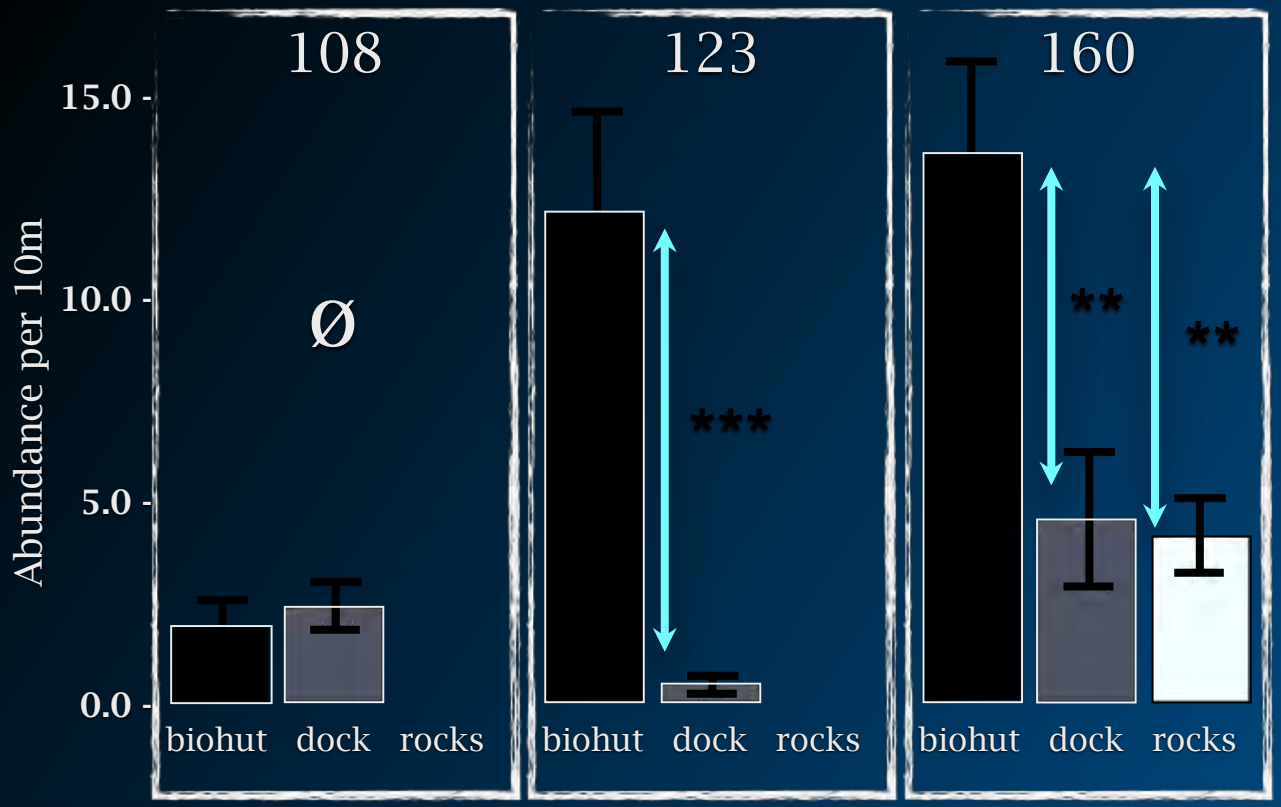
Restauration par l'habitat artificiel



- Assemblages d'espèce = site naturel
- Même succession temporelle d'espèce
- Abondance plus grande sur les Biohuts que les quais « control »



Variabilité spatiale



Variation spatiale de la réponse des Biohuts

Déploiement échelle 1:1

NAPPEX
Nurseries artificielles pour des ports exemplaires

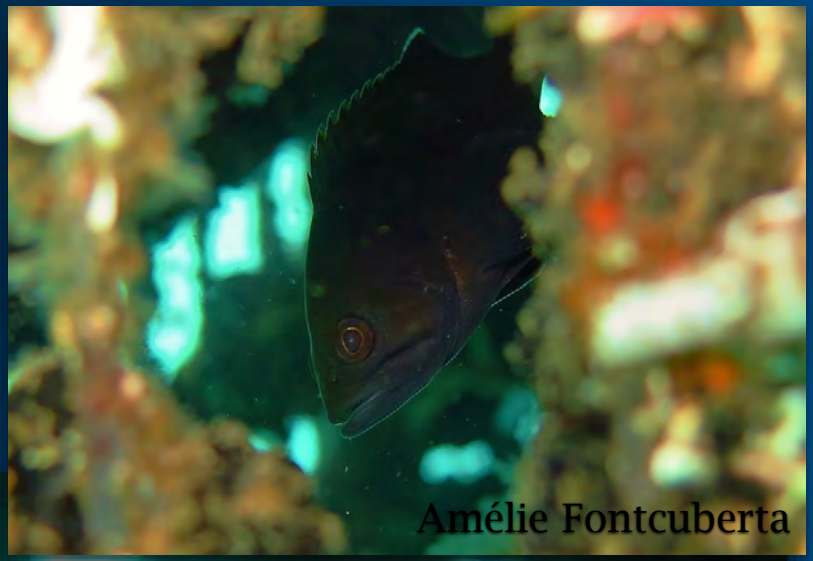
Définition d'une méthode de suivi standardisée

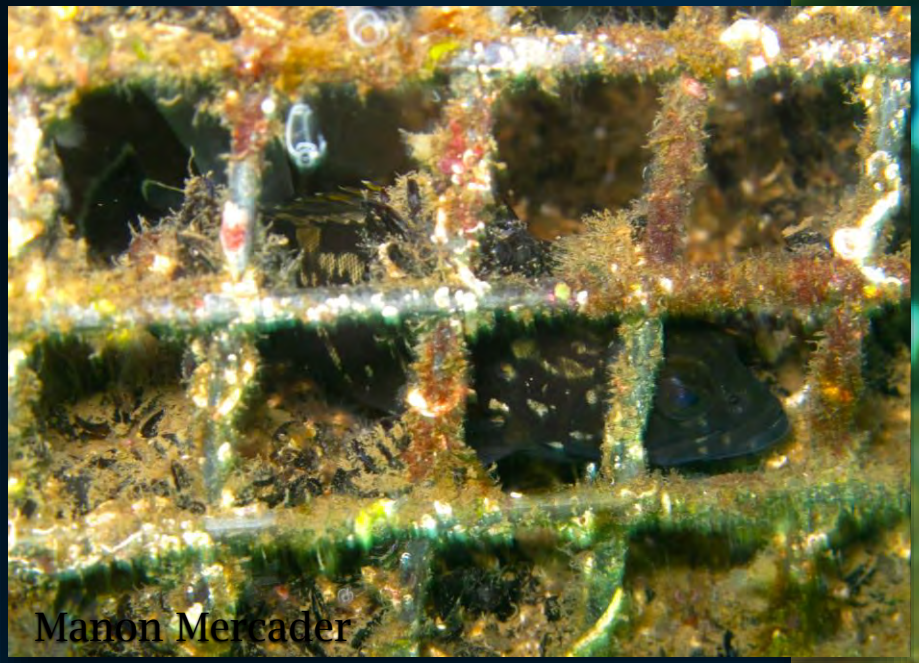
Définition de seuil

n outil pour les espèces fragiles

Mérou brun

Epinephelus marginatus

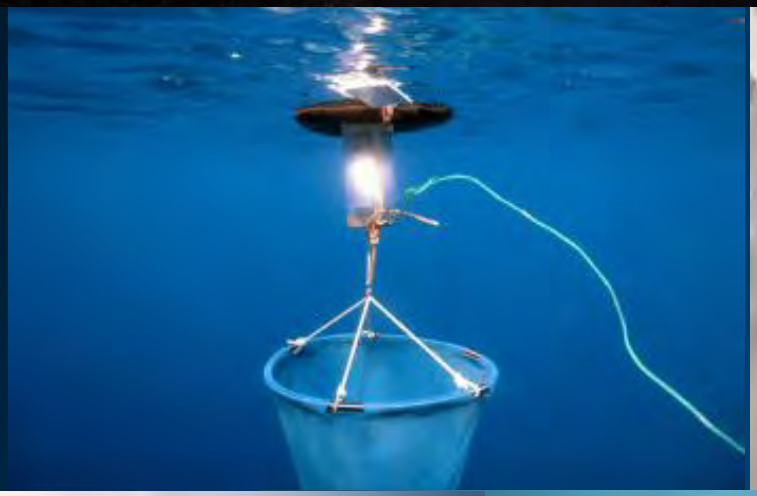

Amélie Fontcuberta


Manon Mercader

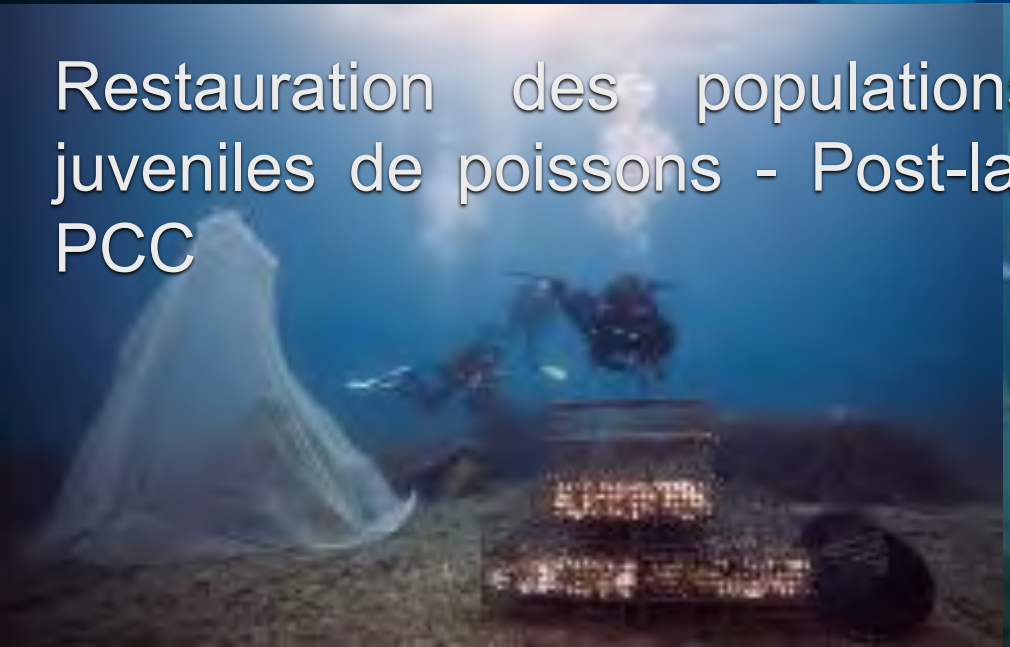
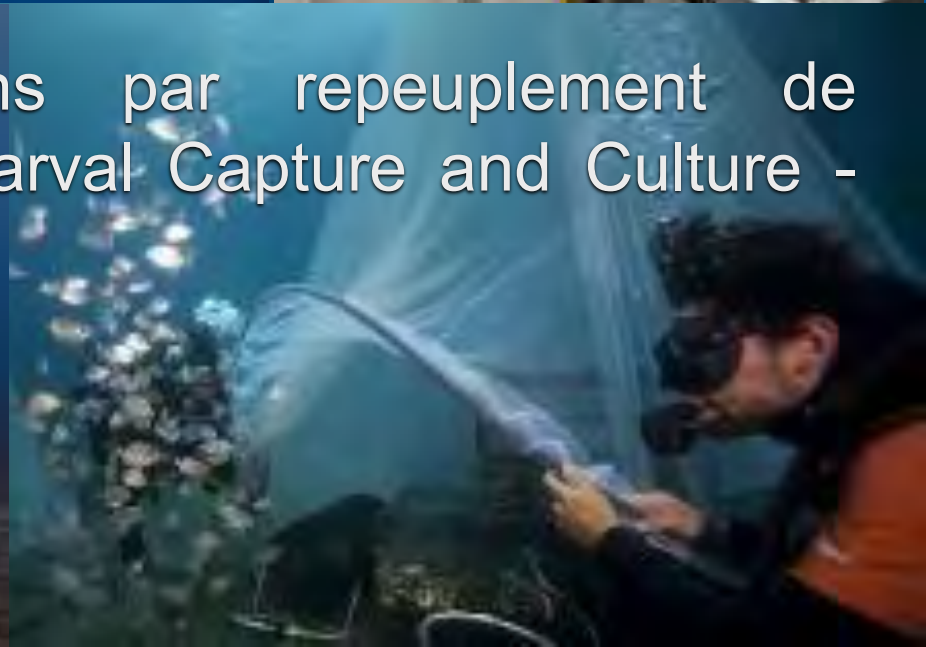
Amélie Fontcuberta

BioRestore

ecocean
Raised to be wild



Restauration des populations par repeuplement de juveniles de poissons - Post-larval Capture and Culture - PCC

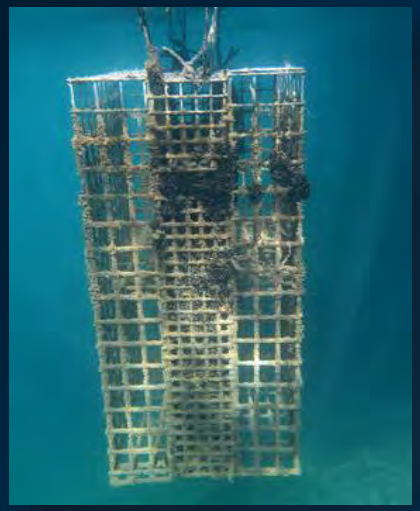
Diplodus annularis
Mugilidae
Spicara sp.
Pagellus acarne
Diplodus puntazzo
Trachinotus ovatus
Blennidae et mysis
Spicara smaris
Pagrus pagrus

Les clés du succès…

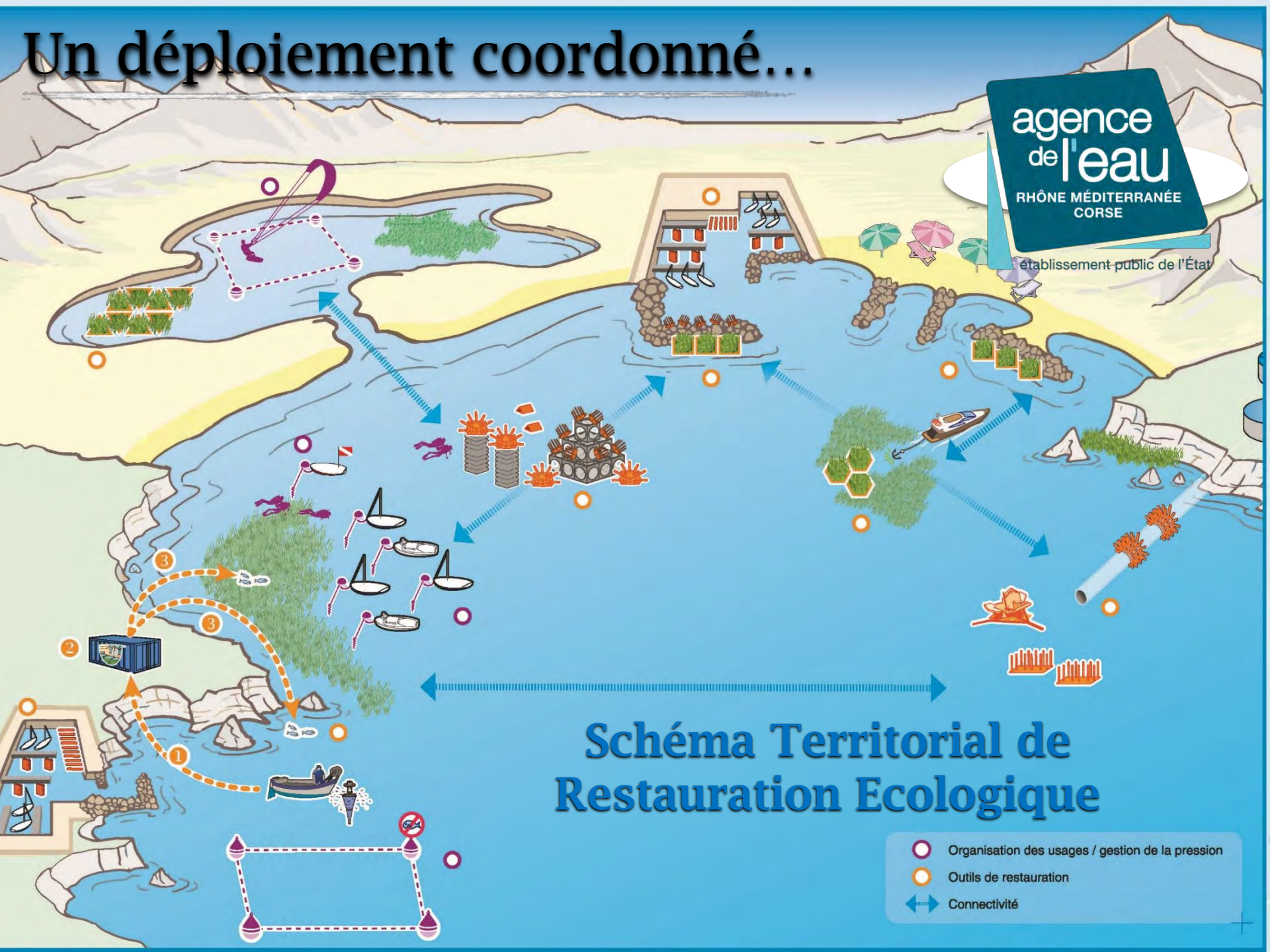
Investissement R&D du secteur privé : projets d'innovation (fonds propres, PIA…)

Développement de recherche appliquée en restauration écologique (Université, Ifremer)
➔ validation des solutions + publications scientifiques + formation Master

Transfert aux acteurs du milieu marin ➔ Colloque annuel DRIVER (depuis 2015)



Un déploiement coordonné…



agence de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE
établissement public de l'État

Réseau de surveillance « Poisson »
Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM)
Directive Cadre Stratégie Milieu Marin DCSMM

Merci pour votre attention

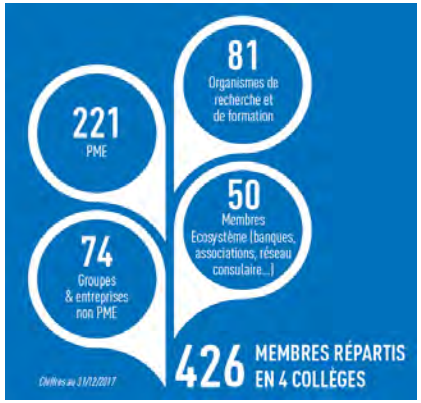
La qualité des eaux côtières : une garantie pour le développement économique du littoral

Guy HERROUIN
Pôle Mer Méditerranée

LES PÔLES DE COMPÉTITIVITÉ
MOTEURS DE CROISSANCE ET D'EMPLOI

SESSION 3

Pôle Mer Méditerranée



6 DOMAINES D'ACTIVITÉS STRATÉGIQUES

- DÉFENSE, SÉCURITÉ ET SÛRETÉ MARITIME
- NAVAL ET NAUTISME
- RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES ET MINIÈRES MARINES
- RESSOURCES BIOLOGIQUES MARINES
- ENVIRONNEMENT ET VALORISATION DU LITTORAL
- PORTS, LOGISTIQUE ET TRANSPORT MARITIME

3 AXES TRANSVERSES

TRANSITION NUMÉRIQUE - TRANSITION ÉCOLOGIQUE - ROBOTIQUE

412 PROJETS LABELLISÉS POUR UN BUDGET R&D DE **1039 M€**

DONT **303** PROJETS FINANCÉS POUR UN MONTANT DE FINANCEMENTS OBTENUS DE 339.95 M€

La bonne qualité des eaux et des écosystèmes côtiers : Vecteur de l'économie littorale

- **Une contribution à la croissance économique littorale:**
  - Les résidents, les touristes, demandent de plus en plus un environnement de qualité pour la fréquentation des sites côtiers, les plongées, la baignade, le nautisme, … L'exploitation des ressources biologiques : pêche, aquaculture, requiert une bonne qualité des eaux marines.

  ➔ Le développement de ces activités est lié à la qualité des eaux et des milieux mais impactent l'environnement…
- **Les eco-entreprises de l'environnement** fournissent des services et des produits pour l'amélioration de la qualité de l'environnement et des écosystèmes : les Grands Groupes intégrateurs, les PME, sur les capteurs, le Génie Ecologique Côtier, la fourniture de données, les sciences participatives par applications smart phone,…
- De nombreuses politiques sont mises en œuvre pour gérer les activités dans un objectif de bonne qualité environnementale : DCSMM, DSF, Contrats de baie, Régions, collectivités, Programmes AERMC, …

2 exemples : le tourisme côtier, le génie écologique

Exemple du tourisme côtier : Eléments clés

- **Un secteur économique très important, en croissance (+ 3% / an en moyenne dans le monde)**
- **En Europe :**
  - 3,2 millions d'emplois
  - 183 milliards d'euros en valeur ajoutée brute
  - Plus d'1/3 de l'économie maritime

- **En France : la moitié de l'économie maritime**

- Pour **la façade méditerranéenne française** les activités liées à la restauration et à l'hébergement à proximité de la mer, génèrent, environ 9 milliards € de chiffre d'affaire. A elle seule, la baignade atteint le milliard d'euros, en termes de volume d'activité. Les usagers des plages, par exemple, se disent prêts à payer 6 €/jour/personne pour se baigner dans une eau de bonne qualité (AERMC 2017)

MAIS…

Le tourisme côtier engendre une urbanisation littorale grandissante (stations balnéaires, ports)
Il contribue à plus de 50% des déchets marins en Méditerranée
Les touristes utilisent 3 à 4 fois plus d'eau que les résidents …

Les enjeux du tourisme côtier durable

<u>2 enjeux majeurs :</u>

- Préservation du milieu marin avec la gestion des impacts générés par les pressions touristiques
- Maintien de l’attractivité des territoires côtiers

Baignade

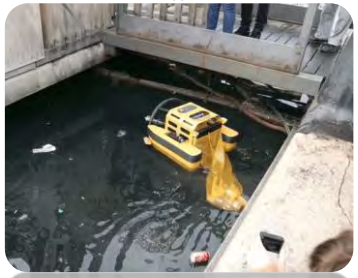
Préservation du milieu marin :

- Enjeux sanitaires liés à la qualité des eaux de baignade : vers une mesure en continu

Bouée instrumentée BAC-TRACK

- Gestion des déchets, à terre et en mer

Le Jellyfishbot



Attractivité des territoires côtiers :

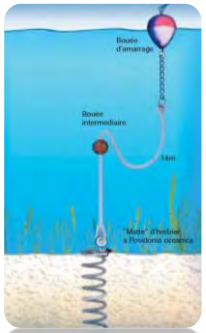
- Stabilisation des plages
- Applications géolocalisation des déchets, des méduses, etc

Nautisme

<u>Préservation du milieu marin :</u>

- Réduire l'impact des ancrages, voire ayant un impact positif sur la biodiversité :
  - Mouillages écologiques
  - Applications pour faciliter le mouillage

- Ports propres et restaurés



Découverte et mise en valeur du patrimoine naturel et culturel marins

<u>Préservation du milieu marin :</u>

- Sensibilisation du public à la biodiversité : par ex immersion virtuelle sur des sites de plongée

- Déporter l'activité plongée sur d'autres sites (par ex utilisation de récifs artificiels)

La filière du Génie Ecologique Côtier

Le littoral Méditerranéen, un territoire dynamique et sensible

Zone attractive et dynamique

- Diverses activités humaines
- Forte densité de population résidentielle
- Tourisme
- Forte progression démographique

Conséquences

- Artificialisation des côtes
- Pollution
- Perte de biodiversité
- **Amplifiées par le** changement climatique

Exemple de la maitrise des pressions: forte amélioration de la qualité des eaux usées

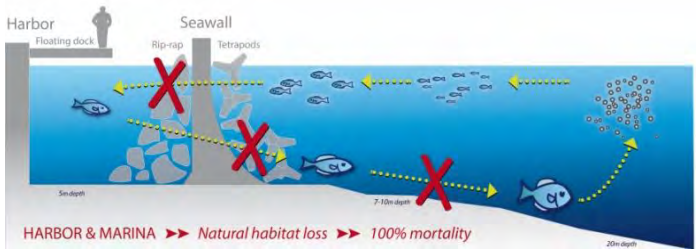
1984

2010

Station d'épuration
Amphitria, Toulon

La qualité des eaux de rejet n'est plus, en général, le paramètre limitant de la santé des écosystèmes

La filière du Génie Ecologique Côtier centrée plus spécifiquement sur **des actions de restauration écologique**



Habitat

Protection

Alimentation

Connectivité

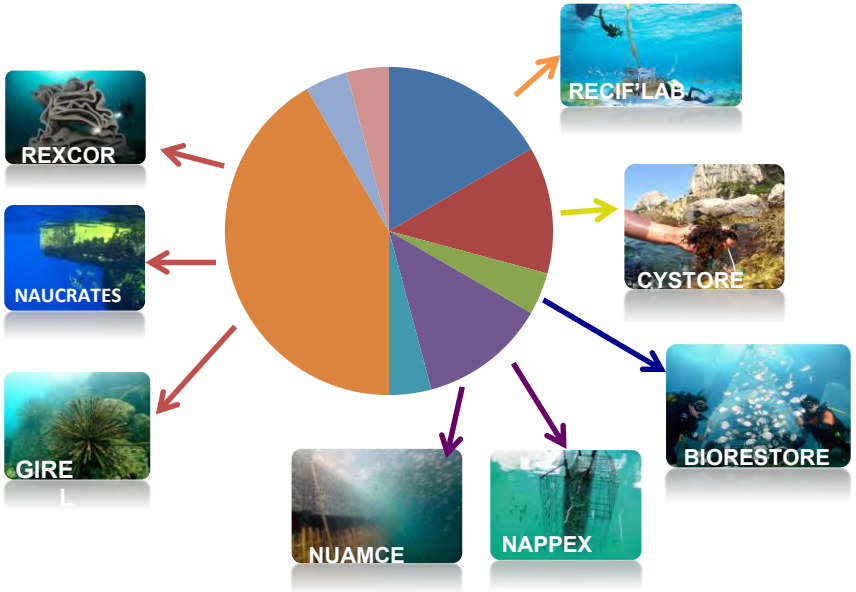
Contribue au développement durable de l'économie maritime et littorale par l'innovation

La filière du GEC

Des actions structurantes et des Appels à Projets en collaboration avec l'AERMC

Des projets innovants qui tendent de plus en plus vers l'opérationnel

Génie Ecologique Côtier :
Plus de 20 projets innovants recensés



- Mouillage écologique
- Transplantation d'espèces
- PCC et repeuplement marin
- Nurseries artificiels
- Valorisation de matériaux
- Habitats artificiels
- Outils de traitement
- Recherche

Signe de dynamisme et de vitalité de la filière du GEC

Planification des actions de non dégradation et de restauration écologique -> le STERE…

Figure 2. actions de génie écologique et de gestion dans le cadre d'un schéma territorial de restauration écologique

Vers des Schémas TErritoriaux de Restauration Ecologique

Economie littorale et environnement

- Le développement du tourisme et l'engouement des populations pour s'installer sur le littoral ont encouragé le développement d'activités résidentielles qui représentent une forte croissance économique des territoires littoraux
- Les activités traditionnelles comme la pêche, la conchyliculture et le transport maritime participent à l'identité de ces territoires
- Le développement de ces activités requièrent une bonne qualité des eaux et des écosystèmes tout en impactant l'environnement.
- De nouvelles activités émergent : les énergies marines renouvelables
- La gestion durable de ces activités est donc un enjeu majeur, enjeu qui implique une synergie entre les activités et la qualité de l'environnement.
- Le Génie Ecologique Côtier contribue à cet enjeu.