



SEMANTIC TS



# Estimation de la capacité de charge des hot-spots de biodiversité sur la façade méditerranéenne

## Phase 1 : Zones rocheuses et à coralligène Synthèse & Perspectives

**Claire NOEL**

Docteur ingénieur  
Directeur scientifique



Claire NOEL  
Directeur Scientifique

**Pierre BOISSERY**



**Michel COQUET**



Michel COQUET  
Ingénieur Acoustique

**Marine LETEURTROIS**



Marine Leteurtrois  
Ingénieure R&D environnement

**Simon MARCHETTI - Eric BAUER - Jean-Marc TEMMOS**



Simon MARCHETTI  
Responsable Régulation et



Eric BAUER  
Responsable Mission et Medrtrial



Jean-Marc TEMMOS  
Directeur



SEMANTIC TS

# OBJECTIF : estimer la capacité de charge des hot-spots de biodiversité approche géographique

1 - Collecte de données descriptives de sites de plongée, création et remplissage d'une base de données

2 - Proposition d'une méthodologie pour l'estimation de la capacité de charge physique

3 - Approche conceptuelle de la capacité de charge globale  
Mise en contexte du DD (développement Durable) & Limitations

4 - Recherche de corrélation :  
état de vitalité des sites de plongée % fréquentation des plongeurs

# Phase 1 : BDD Sites - Clubs - Cales

L'ensemble des données recueillies est archivé dans trois BDD :

- BDD SITE : Site de plongée / Hot-spot de biodiversité
- BDD CLUB : Clubs de plongée
- BDD CALE : Cales de mise à l'eau

La BDD comporte actuellement environ 750 sites (épaves incluses). Des sites sont encore à intégrer.

Elle comporte les champs suivants :

Description de la table SITE.....	Description de la table Espèces
I.2.a) Démarche.....	I.5.a) Source.....
I.2.b) Champ ID.....	I.5.b) Champ ID.....
I.2.c) Champ relatif aux sources.....	I.5.c) Champ Nom espèce.....
I.2.d) Champ ID Guide.....	I.5.d) Champ Pélagique.....
I.2.e) Champs relatifs aux noms.....	I.5.e) Champ Benthique.....
I.2.f) Champs relatifs aux espèces.....	I.5.f) Champ Fixée.....
I.2.g) Champ VENT.....	I.5.g) Champ Non-fixée.....
I.2.h) Champ Courant.....	I.5.h) Chaîne alimentaire.....
I.2.i) Champs relatifs à la profondeur.....	
I.2.j) Champ Niveau.....	
I.2.k) Champ type de plongée.....	
I.2.l) Champs Naturel et Epave.....	
I.2.m) Champ relatif au type de structure géologique.....	
I.2.n) Champs des coordonnées.....	
I.2.o) Champ du mouillage.....	
I.2.p) Champs Guide SEMANTIC.....	
I.2.q) Champs types de fonds.....	

Figure 1 : Listes des champs de la table SITE et de la table Espèces

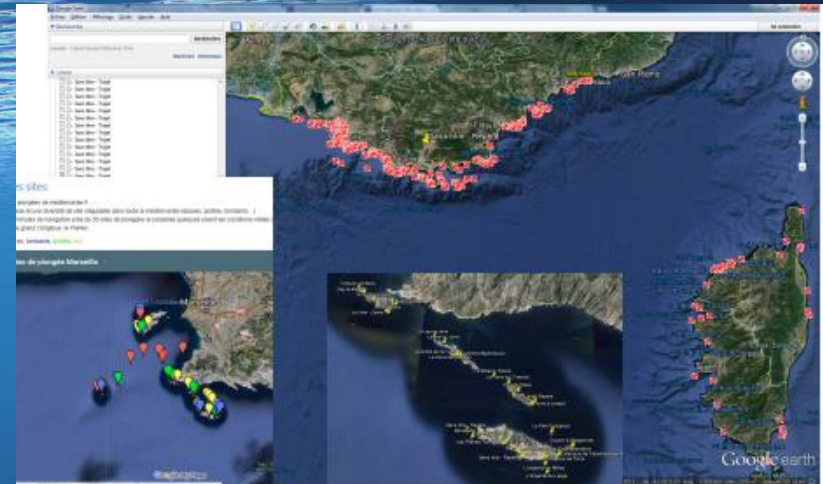


Figure 2: Exemple de contenus disponibles sur les sites internet

Pour chaque site, outre la position, de nombreuses informations sont déjà disponibles : description, photos espèces, conditions météo ...

**Le Sec de L'Armoire**



Get all information about [Le Sec de L'Armoire](#) on [Wannasurf.net](#).

© Wannasurf.com Ltd - Tous droits réservés

Écrivez : [Vers ce lieu - À partir de ce lieu](#)

**Les Rosiers**



Get all information about [Les Rosiers](#) on [Wannasurf.net](#).

© Wannasurf.com Ltd - Tous droits réservés

Écrivez : [Vers ce lieu - À partir de ce lieu](#)

Figure 3: Exemple de fiches disponibles : avec lien de description plus détaillée des sites

Nous compléterons & validerons les informations collectées par les informations disponibles dans les ouvrages type de type "guides de présentation des plongées sous-marines en Méditerranée". Nous avons en particulier contribué à l'élaboration de guides établis sérieusement par des professionnels de chaque secteur, qui connaissent bien les plongées qu'il décrivent. Nous nous appuyons sur les guides des éditions Gap que nous connaissons bien (Par exemple : "100 belles plongées à Marseille et dans sa région - Editions GAP (C Contribution de SEMANTIC TS p 342)) - nous avons réalisé des topo-guides en 3D d'une partie de ces sites.



# SEMANTIC TS : Éditeur de guides de plongée 3D depuis 2004



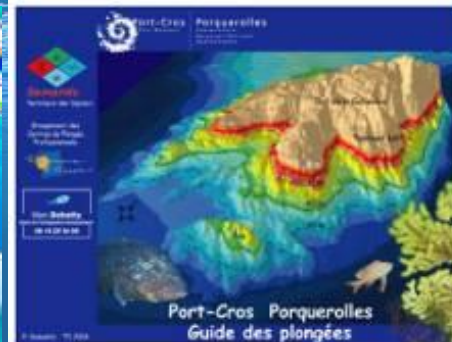
**Le Mugel**

Egalement appelé "Fague Fouze" (en provençal "la femme folle" d'après une légende locale), la pointe rocheuse proposée pour cette plongée se situe entre l'arsat du Mugel et l'arsat du Sec. Site très abîmé et peu profond. Idéal pour les débutants il offre en outre une grande diversité de paysages, de faune et de flore. Après le haut fond (plans 1), l'itinéraire proposé permet de découvrir la partie la plus intéressante du site : poupe "en sortie" (2), traversée particulièrement attrayante de la "voûte" au fond sabineux. Sur la cône nord de l'arsat rocheuse, entre les feuilles de posidonie, les yeux aguerris pourront repérer la grande creole, espèce protégée (3).

**Attention :** site très proche de la plage du Mugel, fréquenté par de nombreux baigneurs et pratiquants de sport sous-marin. Soyez très vigilants lors des manœuvres.

**Coordonnées GPS WGS 84**  
 Amouz (1 m)  
 N 43°09.840' - E 3°16.490'

**Conditions de plongée**  
 Site protégé du Marnat



**NOUVEAUTE**  
**Des fiches de plongée en 3 D !**

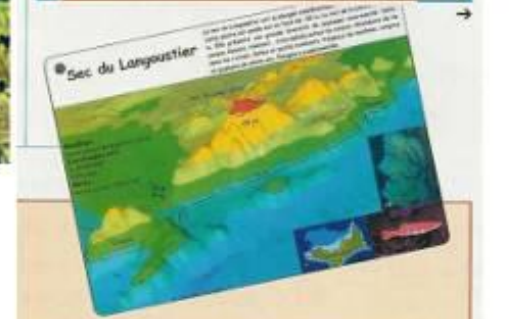
La technologie la plus sophistiquée peut être aussi apprivoisée, parfois au service des plongeurs.

Une nouvelle génération de guides immergeables est sur le point d'apporter un "plus" aux plongeurs d'essai. Au plan pratique comme au plan visuel, l'idée est des plus pertinentes puisque ces guides, sous forme de fiches, offrent, en plus des données techniques, une cartographie des sites de plongée en couleurs et en 3 D. Bien vu !

**Plongée en 3D grâce au guide submersible**

Une nouvelle génération de guides immergeables est sur le point d'apporter un "plus" aux plongeurs d'essai. Au plan pratique comme au plan visuel, l'idée est des plus pertinentes puisque ces guides, sous forme de fiches, offrent, en plus des données techniques, une cartographie des sites de plongée en couleurs et en 3 D. Bien vu !

**PLONGÉES 3D en baie de La Clotat.** Un guide immergeable des plongées cotadiennes est édité par Semantic TS, un bureau d'études spécialisées en océanographie et traitement du signal. Son originalité ? Les vues 3D des sites. Cinq pages recto verso plastifiées présentent chacune un ou deux spots avec vue en relief, proposition d'itinéraire, localisation Gps, photos... 20 €.



**GUIDE IMMERGEABLE** Le second volume d'une collection née il y a un an chez Semantic TS avec la baie de La Clotat est parti. Il concerne la topographie des sites de plongée autour de Port-Cros et Porquerolles en 5 pages recto verso. Avec un relief...

**Explo : suivez le guide... en 3 D**

Une nouvelle génération de guides immergeables est sur le point d'apporter un "plus" aux plongeurs d'essai. Au plan pratique comme au plan visuel, l'idée est des plus pertinentes puisque ces guides, sous forme de fiches, offrent, en plus des données techniques, une cartographie des sites de plongée en couleurs et en 3 D. Bien vu !

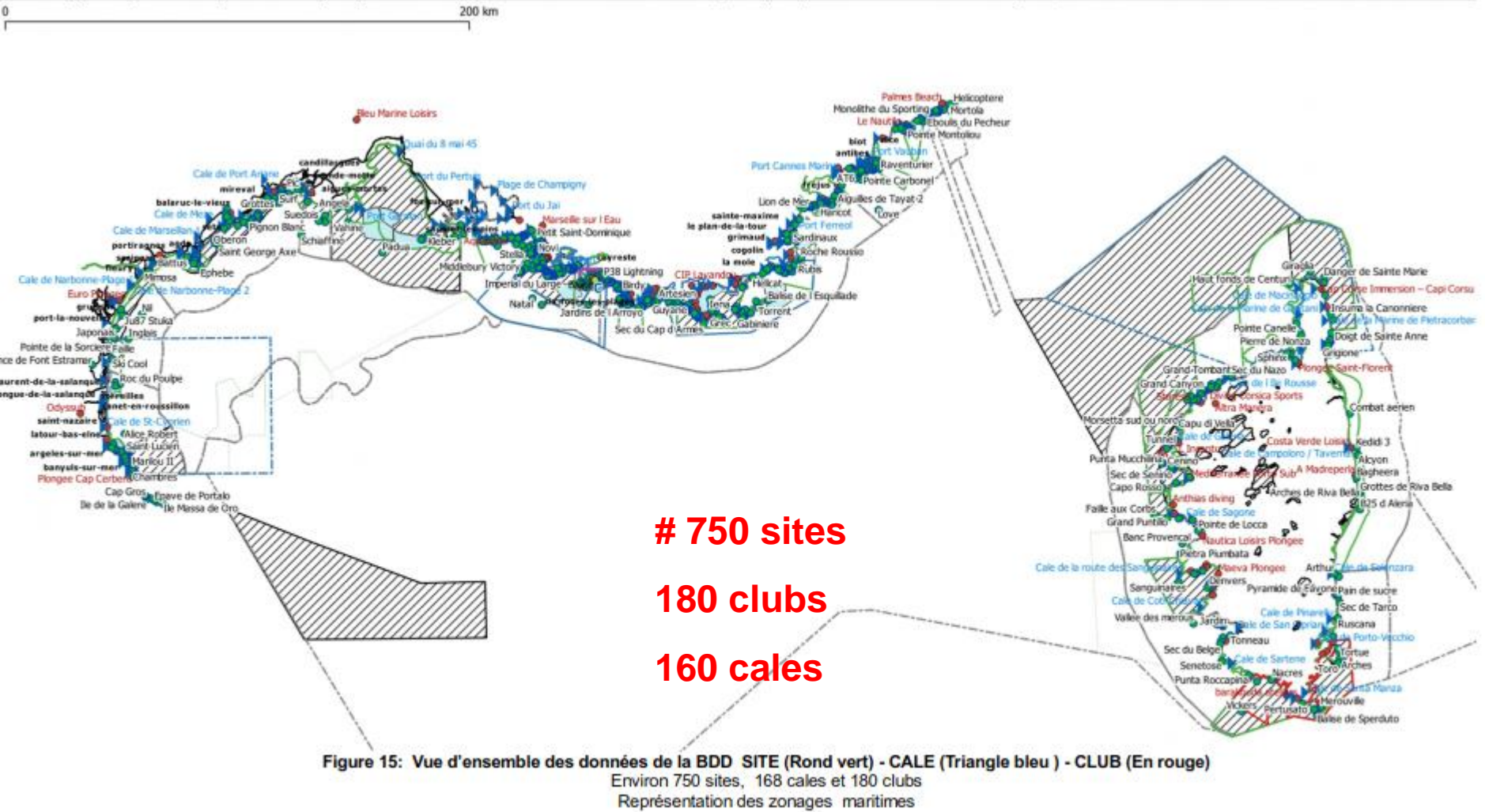
**Les Rozières**

Une nouvelle génération de guides immergeables est sur le point d'apporter un "plus" aux plongeurs d'essai. Au plan pratique comme au plan visuel, l'idée est des plus pertinentes puisque ces guides, sous forme de fiches, offrent, en plus des données techniques, une cartographie des sites de plongée en couleurs et en 3 D. Bien vu !

**L'importance du son... sous-marin**

Une nouvelle génération de guides immergeables est sur le point d'apporter un "plus" aux plongeurs d'essai. Au plan pratique comme au plan visuel, l'idée est des plus pertinentes puisque ces guides, sous forme de fiches, offrent, en plus des données techniques, une cartographie des sites de plongée en couleurs et en 3 D. Bien vu !

# Illustrations des données disponibles en BDD



# Phase 2 : Capacité de Charge Physique

Combien de plongeurs un site peut-il "physiquement" accueillir?

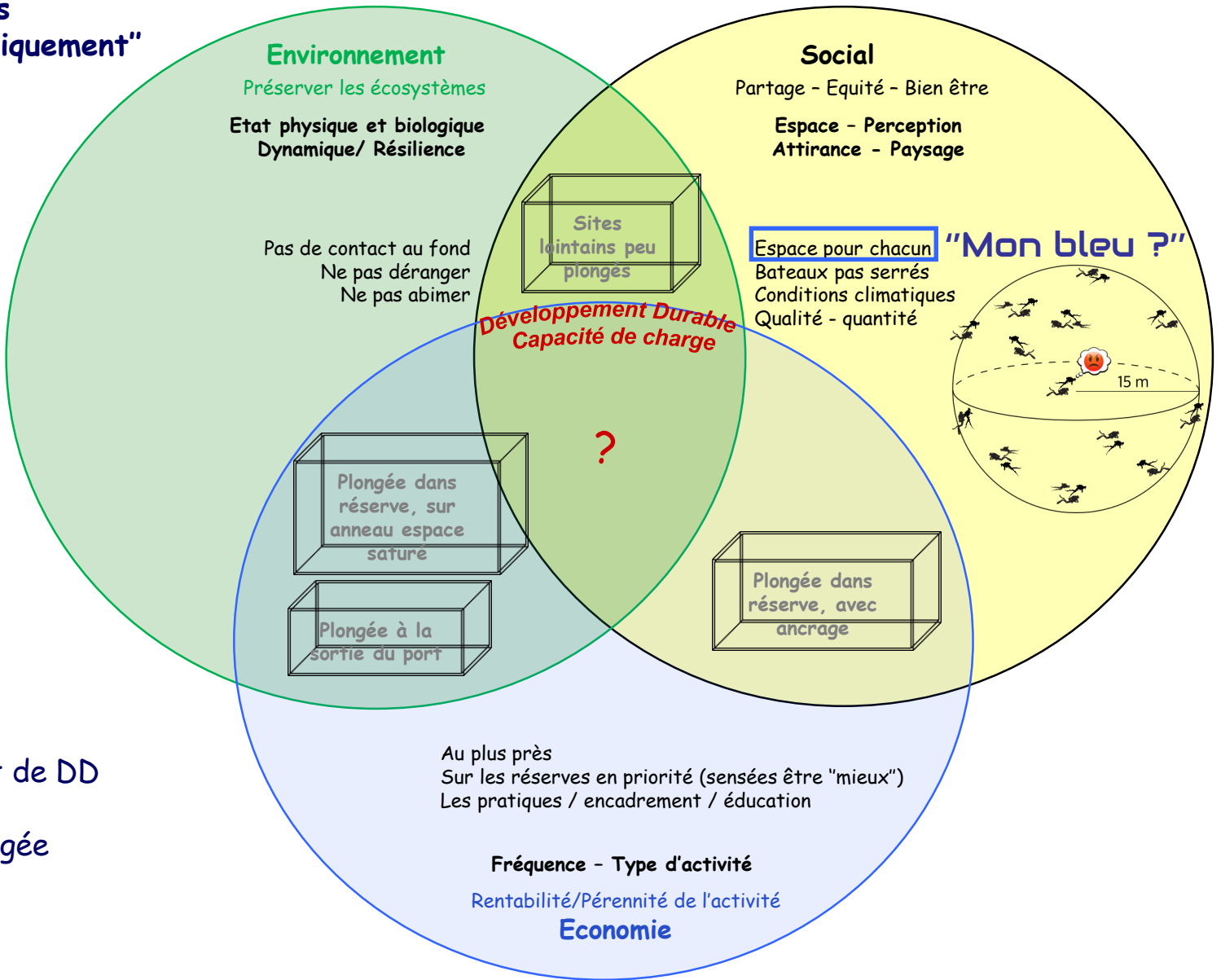
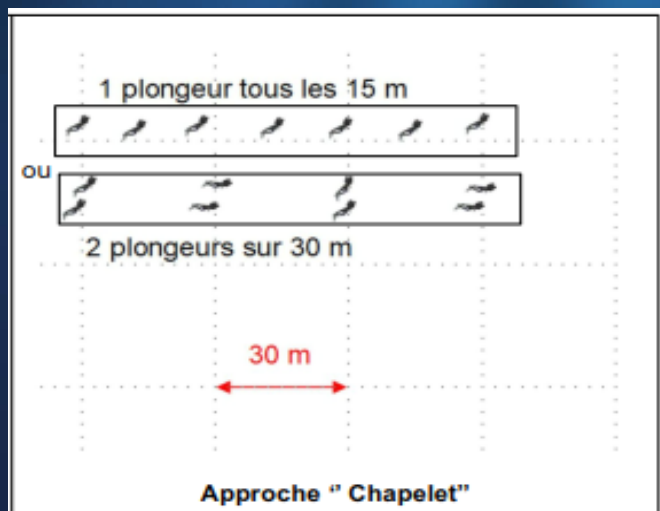


Diagramme de Venn  
 Synthèse du concept de DD  
 appliqué à  
 la pratique de la plongée

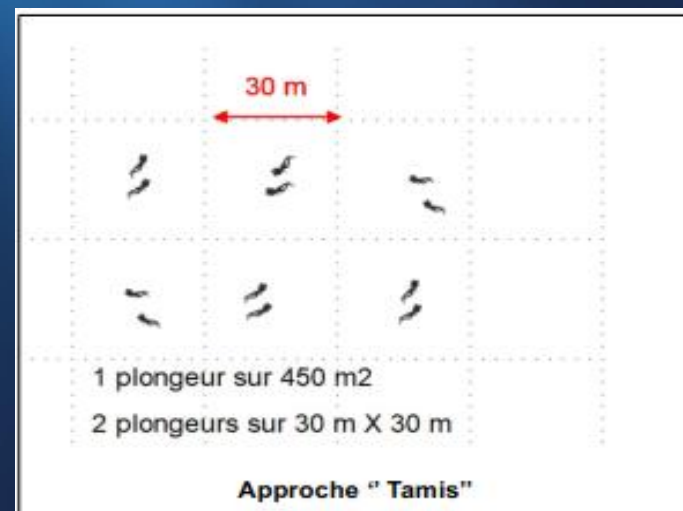
# Méthodologie proposée pour la capacité de charge physique surfacique d'un site

Proposition : un ordre de grandeur basé une **distance de référence** : 15 m

### Distribution linéaire des plongeurs

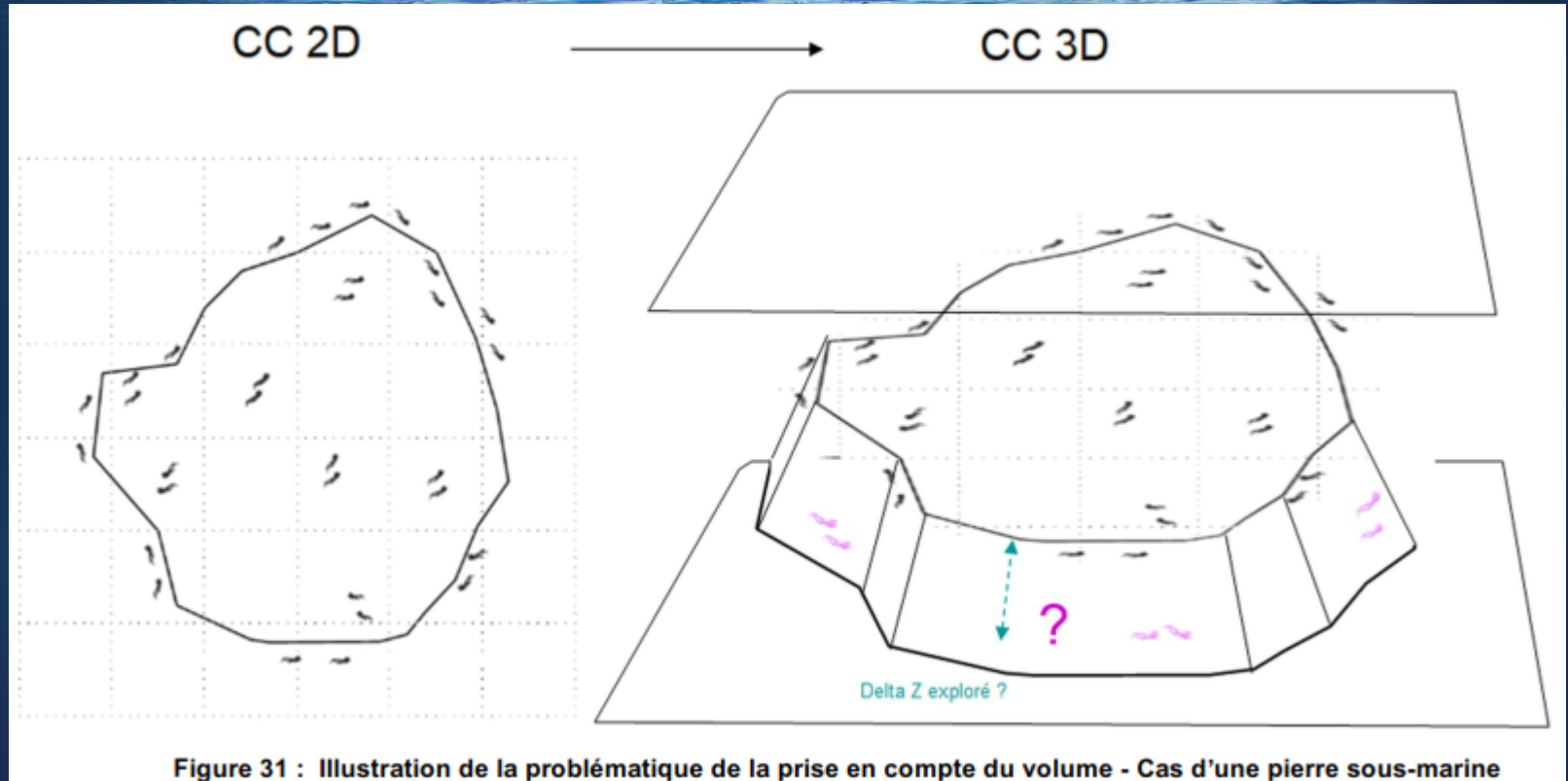


### Distribution surfacique des plongeurs



Approche mixte : "Tamis 50 % -'Chapelet 50 %"

## Prise en compte du volume : Capacité de Charge Physique (CC 3D)

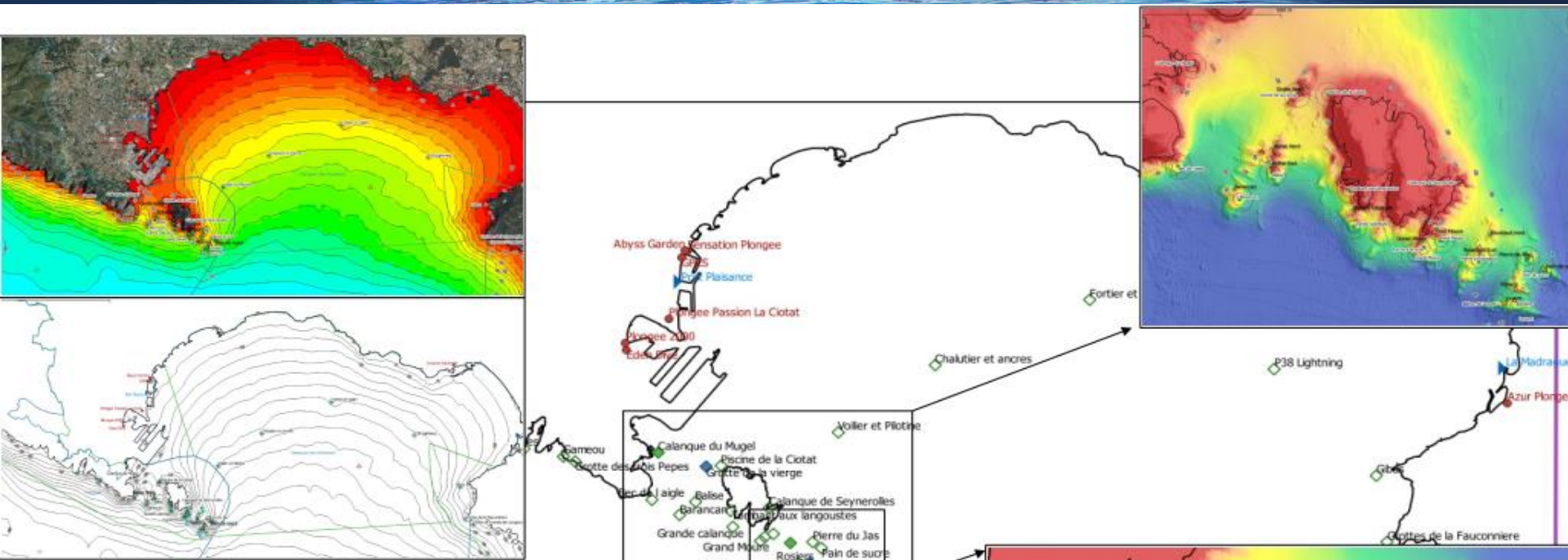


La méthodologie que nous proposons consiste à appliquer un coefficient prenant en compte le différentiel de profondeur explorable, c'est à dire la hauteur moyenne des tombants.

Nous estimons que le plongeur reste dans "son bleu" si la distance verticale à une autre palanquée est de 15 m. Il s'agit du même paramètre que pour la définition de la charge surfacique. Une palanquée étant dans "son bleu" si elle est séparée de 15 m de la palanquée la plus proche (CF 2 plongeurs tous les 15 m pour la méthode chapelet).



# Application à une collection de sites de dimensions typiques, pour lesquels nous disposons :

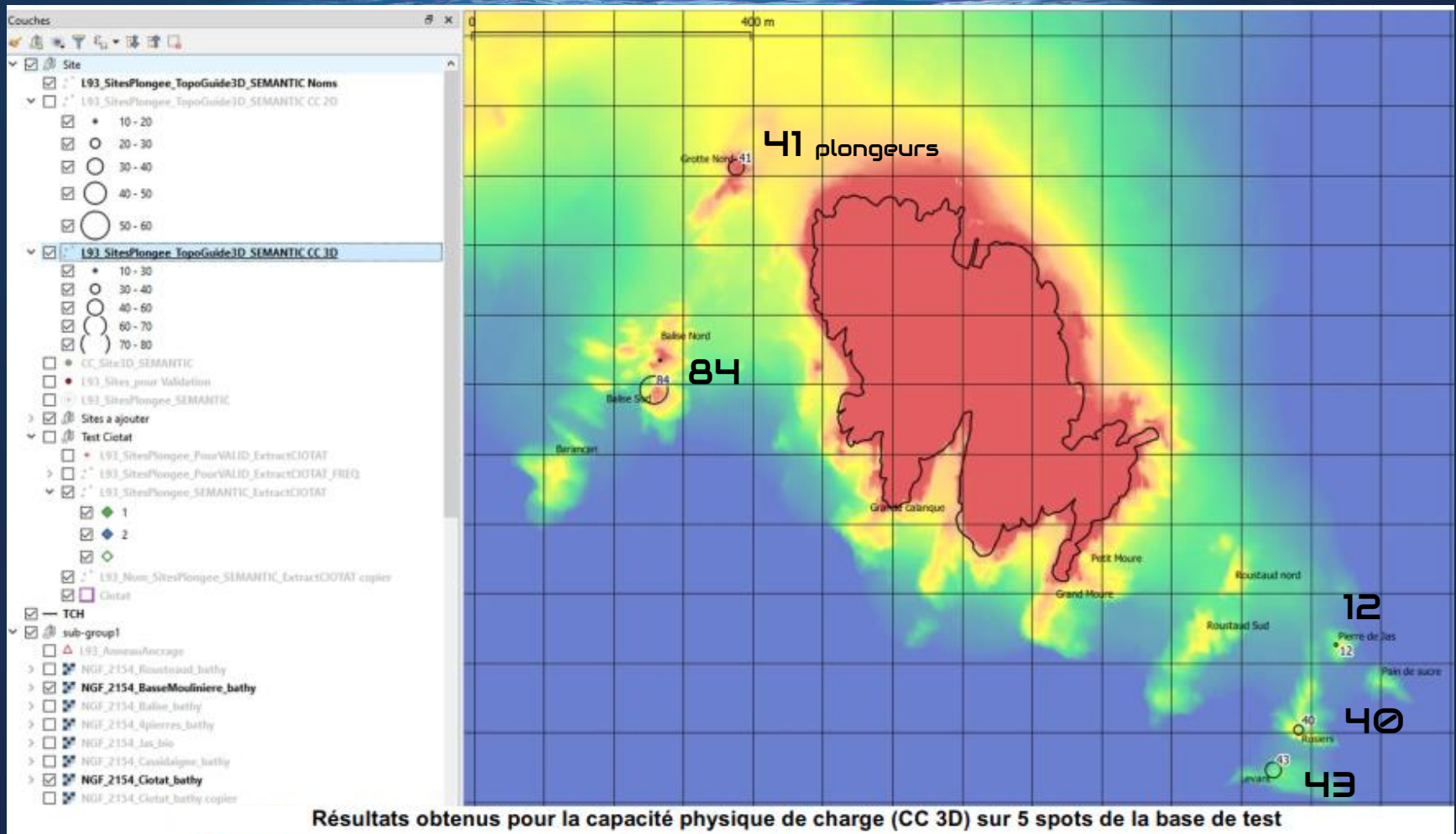


→ des MNT topographiques et biocénotiques

→ d'une longue expérience de plongée (25 ans et plus de 3000 plongées)

→ expérience des habitudes de pratique des différents clubs sur le secteur (densités de bateaux / plongeurs)

# Extrait des résultats CCP (5 sites de la base de test)

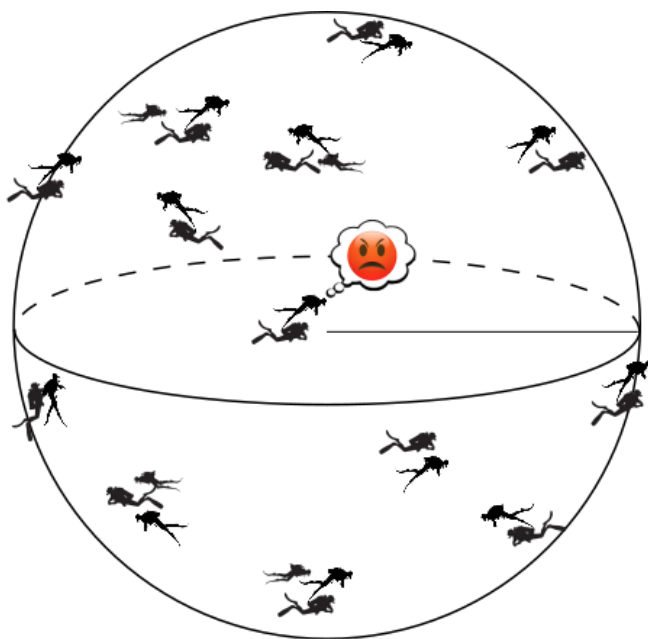


Les résultats sont cohérents entre eux, et réalistes vis-à-vis de la pratique de plongée sur ces sites.

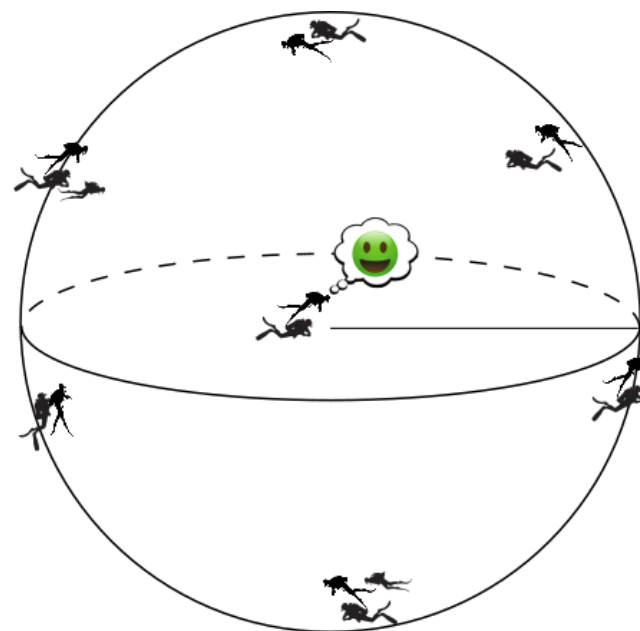
## Conclusions Phase 2

# Concept proposé pour la Capa. de Charge Physique

Un espace pour chacun ?



"Mon bleu"



S'inscrit dans le concept de  
"Slow diving"

La méthode développée est paramétrable et simple à appliquer.

Notons qu'elle ne fournit que la capacité physique de charge d'un site. C'est une première étape dans la définition de la capacité de charge globale qui elle, prend en compte l'état physique mais aussi l'état écologique du site, la pression qu'il subit et les impacts générés par cette pression.

A notre connaissance ce type de travail n'a jamais été réalisé. Les rares chiffres disponibles dans la bibliographie concernent la capacité de charge globale et résultent d'une proposition globale empirique.

# Phase 3 - Approche conceptuelle globale de la CC

Reprise du concept de CC globale  
Mise en contexte du DD

**La capacité de charge d'un hot-spot de biodiversité, ou d'un site de plongée est définie comme étant le "Nombre de plongeurs qu'un site peut recevoir sans être durablement modifié".**

**Si la question posée semble simple : «Quand est-ce que "Trop c'est trop" ? », la problématique est extrêmement compliquée...**

La méthodologie conceptuelle préconisée dans [FAO a] [FAO b] (General approaches to assessing carrying capacity ) propose de commencer par lister tous les critères qui affectent la capacité de charge.

**Ceci est réalisé après un travail de bibliographie dédié aux sites de plongée.**

# Critères affectant la capacité de charge (Lien-Etat-Pression)

Le diagramme suivant présente la synthèse des critères répertoriés.

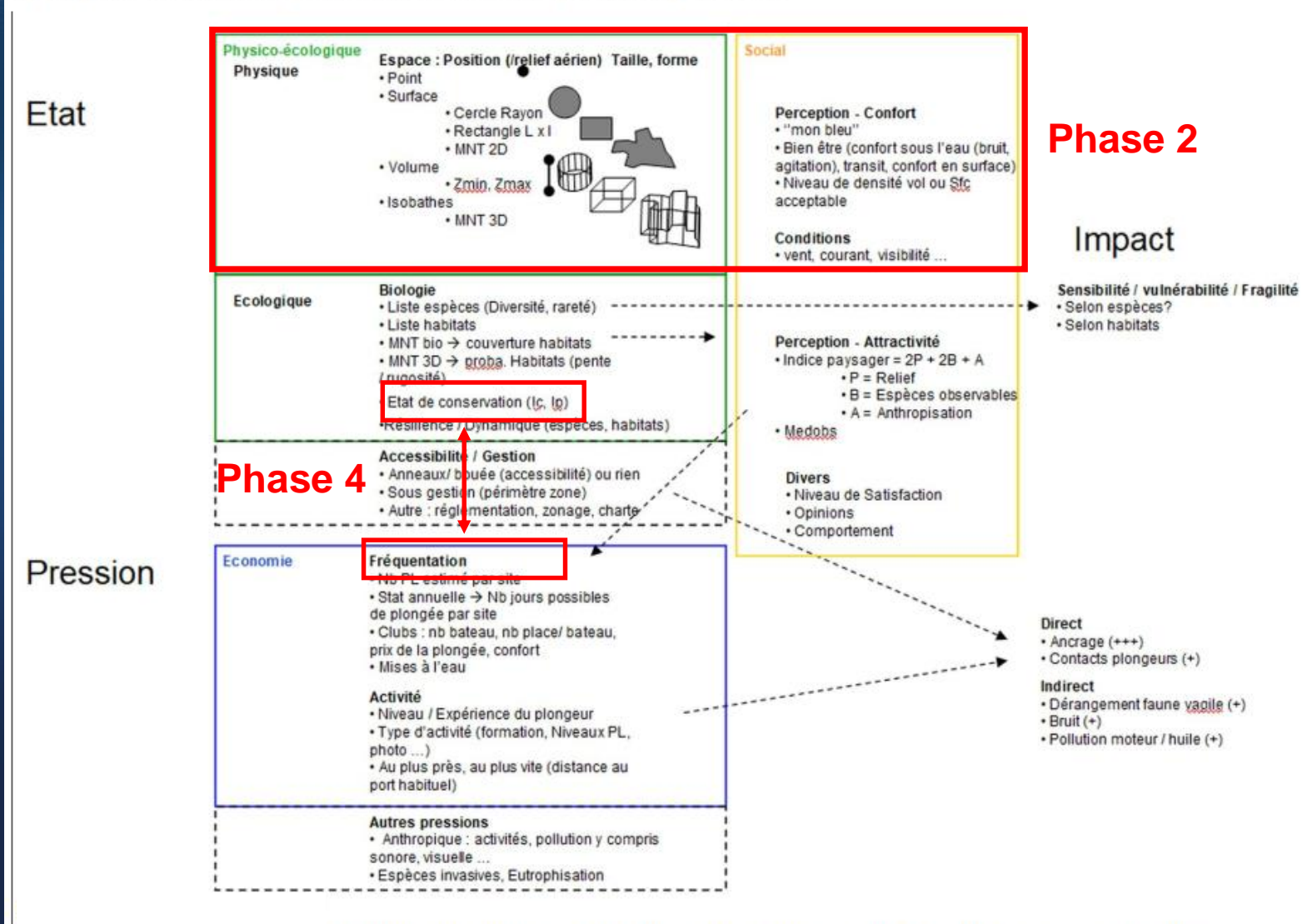


Figure 34 : Liste la plus exhaustive possible des critères affectant la capacité de charge d'un site  
 Les 3 volets du développement durable Environnement - Social - Economie  
 sont superposés aux 3 ensembles Etat - Pression - Impact,

# Phase 4 - Recherche de corrélation entre état de vitalité des sites de plongée et fréquentation des plongeurs

Recherche d'une corrélation entre

→ Un des 3 états (Écologique - Fonctionnement - Pression )

CF Travaux RECOR (Andromede 2020)

CALME (Chorus 2020)

→ Fréquentation

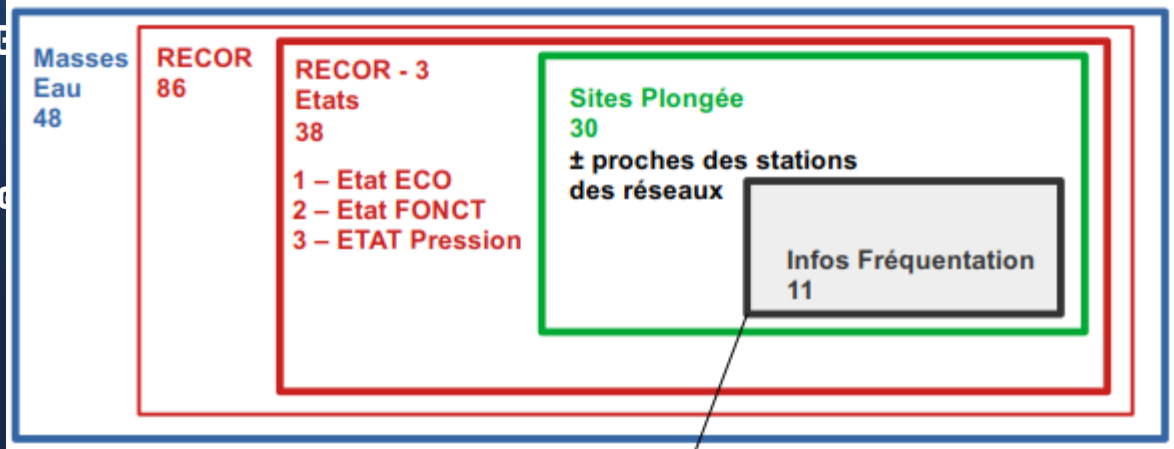
Information difficile à trouver

Problème connu - Développement d'applications en cours

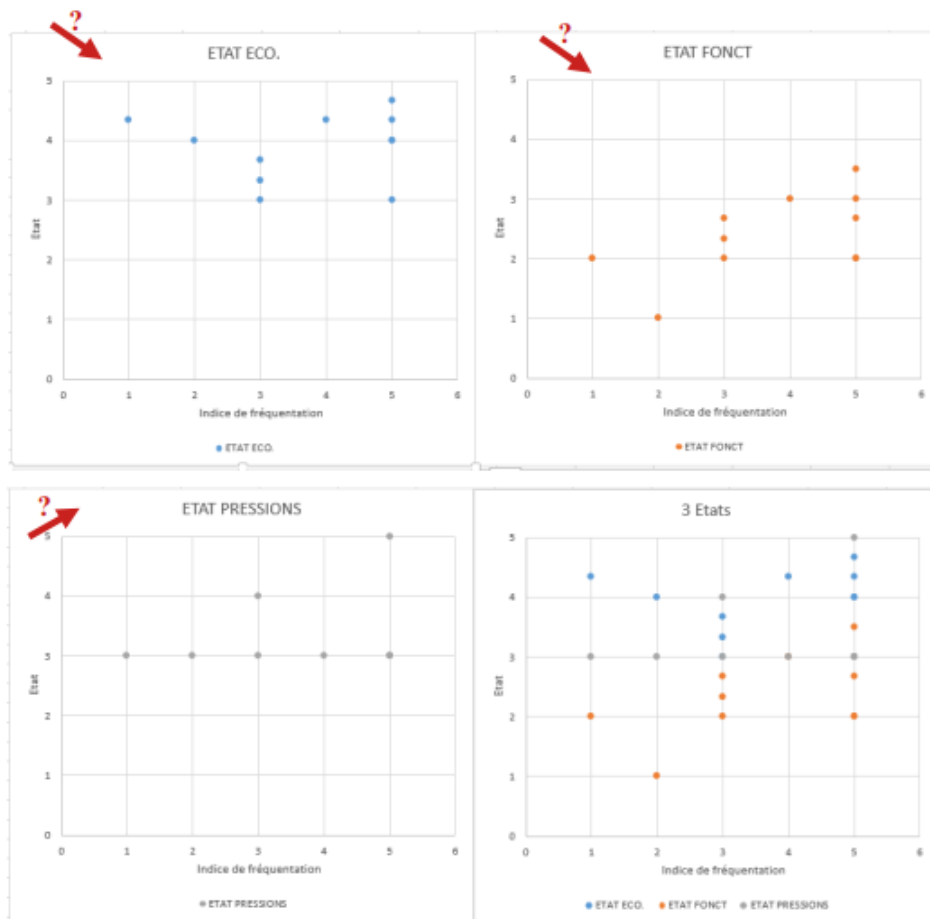
→ Travail sur chaque site RECOR

→ Nombre de plongeurs :  
Estimation d'après [2017 DIRM - AFB]

Parmi ces 30 sites de plongée, la fréquentation a été estimée pour 11 d'entre eux.  
Les données disponibles sont synthétisées dans les tableaux et diagrammes ci-dessous :



Les graphes des différents états écologique, de fonctionnement et de pression en fonction de la fréquentation de plongeurs, sont présentés ci-dessous. Si l'impact du plongeur sur ces états était avéré une dégradation de l'état avec la fréquentation devrait être observée.



Nom_Spot	IND. FQ	ETAT ECO.	ETAT FONCT	ETAT PRESSIONS
Joel	4	4	3	3
Grand roc	1	4	2	3
Trois pics	2	4	1	3
Coulombray	3	3	3	
Tiboulen	5	3	4	5
Levant	5	4	3	3
Roche rousso	3	4	2	4
Balise rabiou	5	4	3	3
Arche du lion	5	4	2	3
Boule	5	5	2	3
Cinquini	3	3	2	3

### Commentaires

#### Etat ECO.

- Rosiers (-> Levant en fait)
- Tiboulen
- Rabiou
- Arche Lion

Ces 4 sites très connus et emblématiques de leur baie, sont très fréquentés et leur état ECO sont excellents.

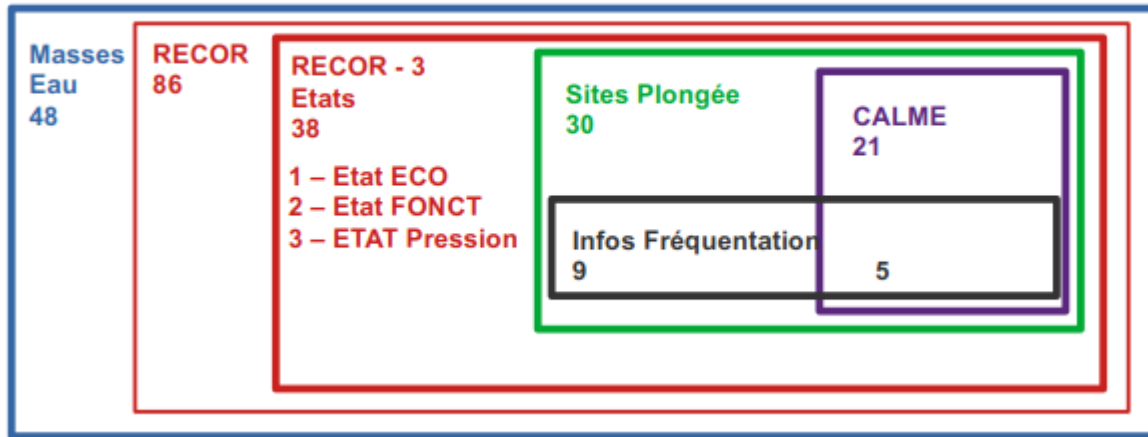
#### Etat Pressions

Il n'y a d'après la définition de l'état Pressions (défini par le trafic, la présence de filets ...) pas de lien avec le nombre de plongeurs

Etat Fonctionnement à approfondir

Figure 38 : Graphes des différents états écologique, de fonctionnement et de pression en fonction de la fréquentation de plongeurs

L'état bio-acoustique est disponible en même temps que les données de fréquentation pour 5 sites de plongée.



Le graphe présentant l'état bio-acoustique en fonction de la fréquentation de plongeurs est présenté ci-dessous :

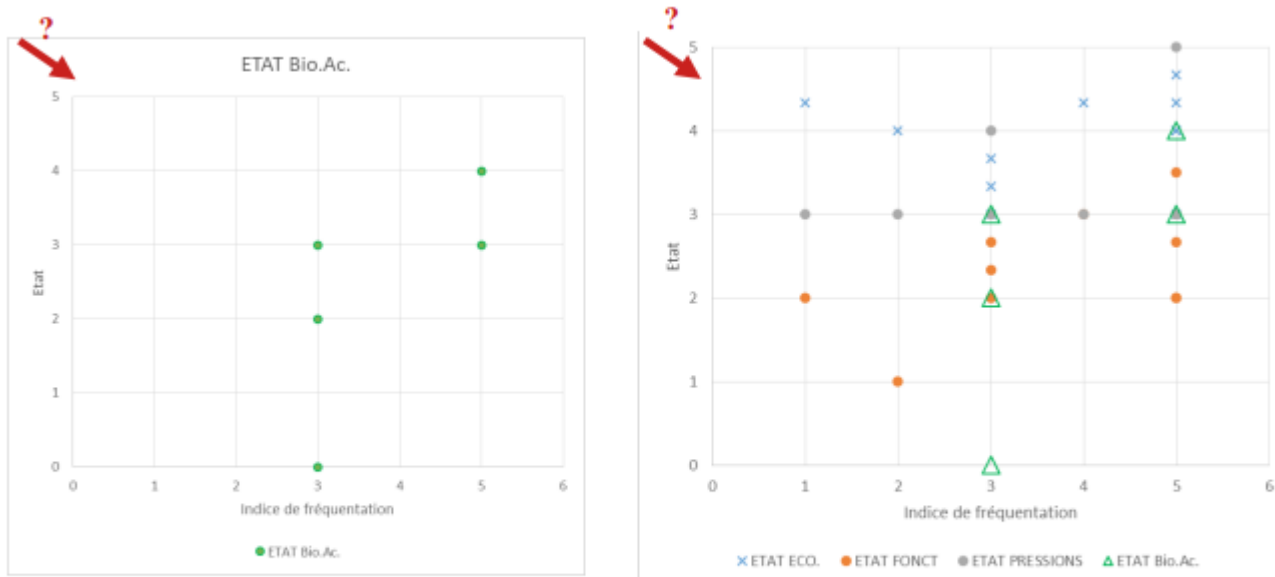


Figure 39 : Graphe représentant l'état bio-acoustique en fonction de la fréquentation de plongeurs

Si l'impact du plongeur sur cet état était avéré une dégradation de l'état avec la fréquentation devrait être observée, ce qui n'est pas le cas.



# Conclusions

→ Pas possible de mettre en évidence une corrélation entre l'un de ces états et la fréquentation de plongée.

La conclusion est peut être alors que l'impact des plongeurs est ponctuel et peu significatif, et ne met pas en cause la fonctionnalité du milieu. Le coralligène est résilient (quelques gorgones abîmées par des plongeurs ne détruisent pas les habitats ni les habitants).

Remarque : lien entre la production sonore / présence de plongeurs. L'état acoustique met clairement en évidence un lien entre l'altération de la fonction écologique et la pression de pêche. Par contre baisse de production sonore liée à la présence de plongeurs non significative devant la baisse liée à la période jour-nuit. Il est possible que les plongeurs puissent déranger les poissons. Ces derniers se cachent, arrêtent de faire du bruit et reprennent ensuite. L'impact des plongeurs serait dans ce cas probablement juste un dérangement.

Sur les sites analysés, il n'est pas possible de conclure que la capacité de charge (c'est-à-dire le nombre de plongeurs au-delà duquel l'environnement se dégrade) a été atteinte puisqu'on ne peut pas mettre en évidence un lien entre l'état du coralligène et le nombre de plongeurs.

# Conclusions

Donc : 2 conclusions possibles

-> capacité de charge atteinte .... mais on ne le sait pas.

-> capacité de charge non atteinte et la situation actuelle montre un équilibre

Il faut garder en tête les objectifs suivants :

1. Nécessité d'aménager les sites,

1. dans une logique de non dégradation des habitats

2. mais aussi pour faciliter l'activité

3. et renforcer la sécurité

CF Diagramme de Venn (activités durables de plongée)

2. L'impact des plongeurs sur les sites de plongée ne semble pas pérenne mais perturbation ponctuelle possible.

→ pas nécessaire de mettre en place des interdictions d'usage, ni urgent de réguler les plongées.

3. Recommandations → limiter le nombre de plongeurs sur le site / organiser la fréquentation pour les raisons suivantes :

1. Bien être des plongeurs

2. Principe de précaution : maîtrise des dérangements

3. Récupérer les données de fréquentation (manque actuel crucial) → approfondir ce type d'étude plus tard,

# Perspectives

Poursuite du remplissage des BDD

Poursuite de la collecte de données

Calcul des CC physiques pour plus de sites

## → Projet MERRITOIRE

Développé pour répondre à ces besoins de connaissances

→ Opérationnel

→ Utilisé par gestionnaires de merritoires



# MERRITOIRE

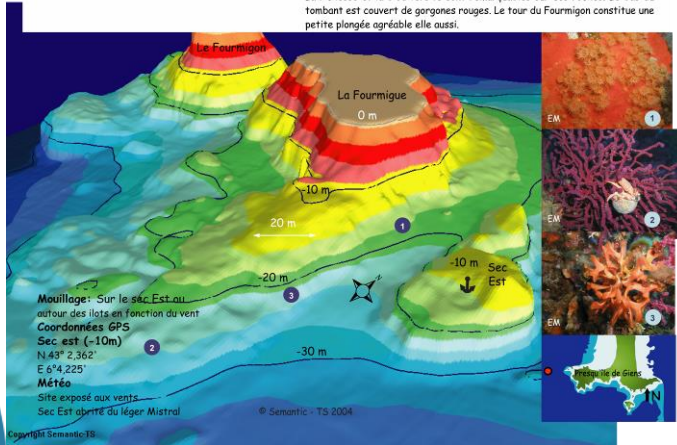
La modélisation 3D des fonds marins

# Evolution de la 3D

2004

## Les Fourmiges

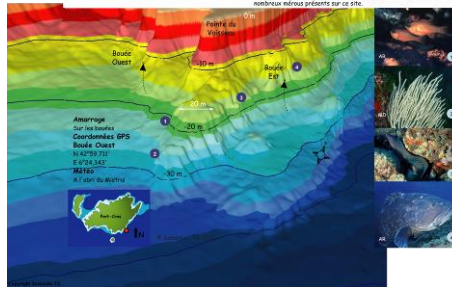
Les Fourmiges sont localisées à l'ouest de la presqu'île de Giens. La partie la plus intéressante de la plongée se situe autour du sec Est ainsi que le long du tombant qui s'étire vers le sud jusqu'à atteindre une profondeur de -35 m. La richesse et la biodiversité sont remarquables sur ces roches. Le bas du tombant est couvert de gorgones rouges. Le tour du Fourmignon constitue une petite plongée agréable elle aussi.



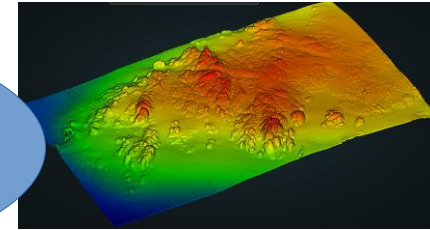
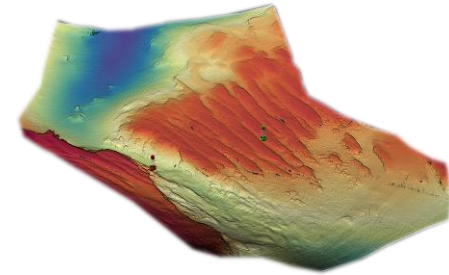
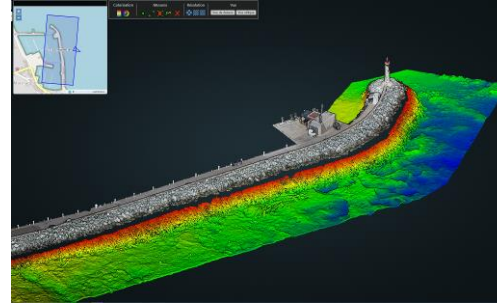
Format  
plaquette

## Pointe du Vaisseau

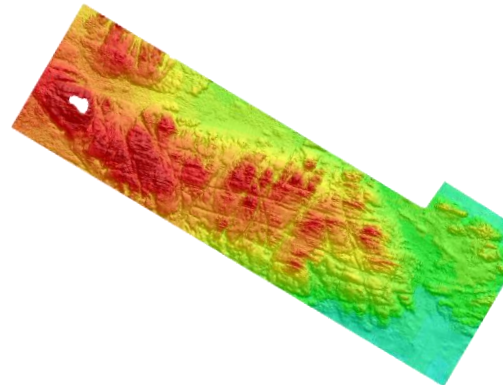
Située sur la face sud-est de l'île de Port-Croix, la Pointe du Vaisseau se prolonge sous l'eau par une étroite rochers assez large se terminant par un splendide tombant corallien (gorgones blanches). Présence de fougues et de fines éponges/ mousses marines, rochers... La zone Est est constituée d'éboulis qui affectent particulièrement les nombreux épaves présents sur ce site.



2020



Format  
appli smartphone,  
Réalité augmentée



# Rendus sur mesure

Représentation des habitats

→ appui des plongeurs locaux

(sciences participatives)

Mouillages écologiques

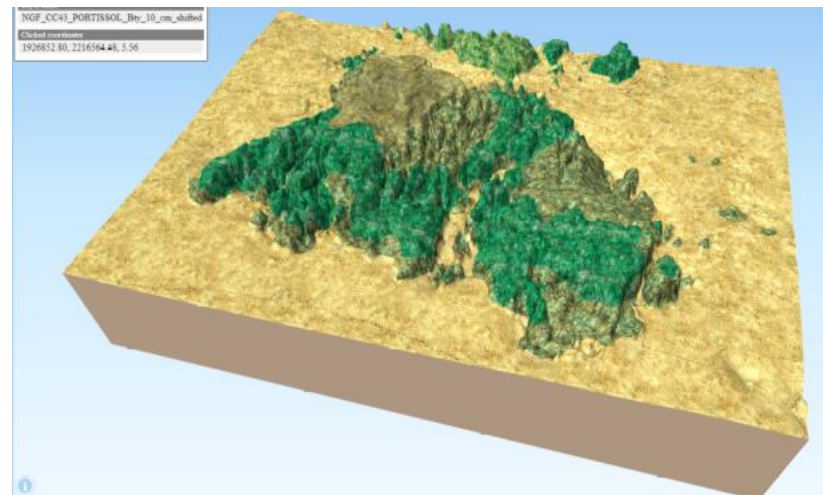
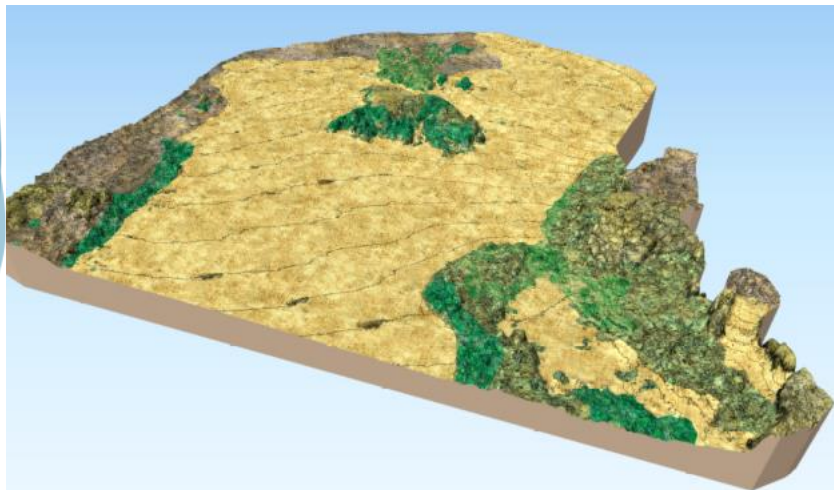
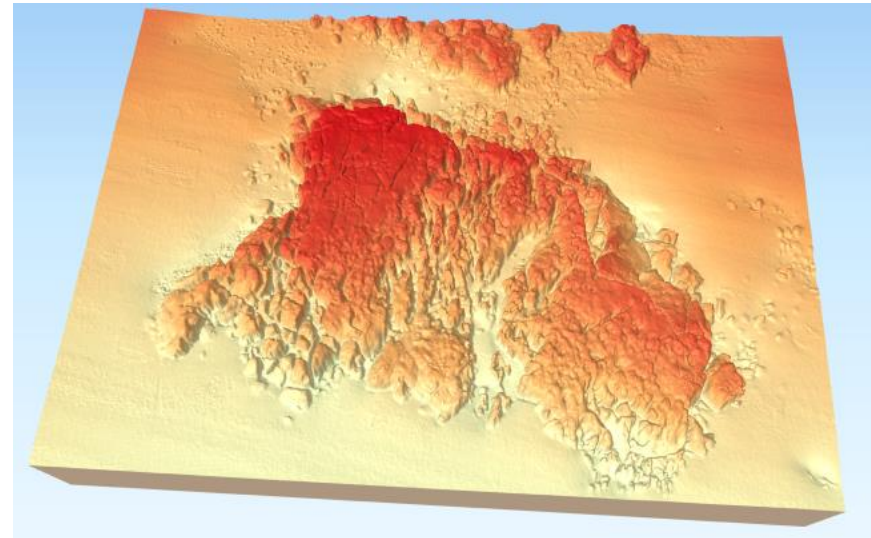
Balises

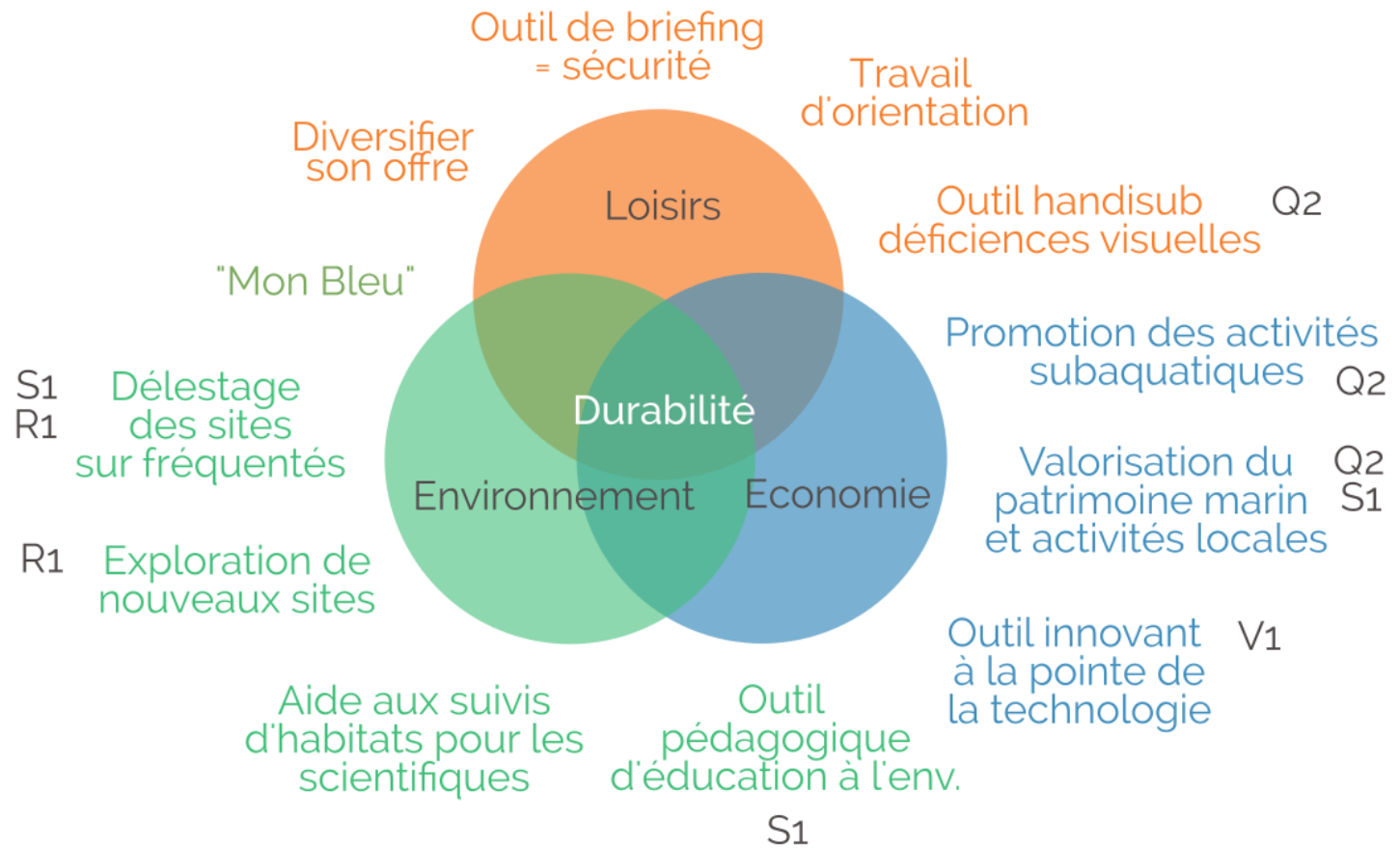
Photogrammétrie

Courants dominants

Photos/vidéos

→ Tout ce qui peut-être utile





R1/S1/V1/Q2 : Objectifs stratégiques du DSF Méditerranée (Annexe 4-1)

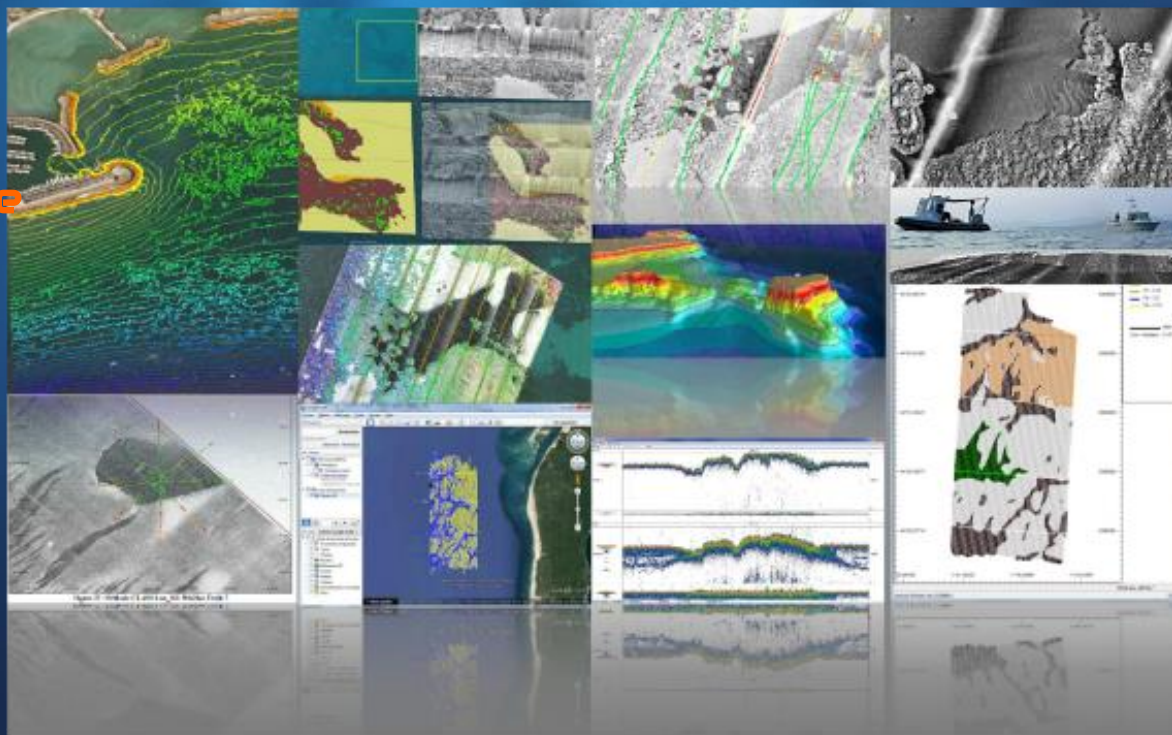
**Merci de votre attention !**



# SEMANTIC TS

Bureau d'Études en Océanographie Acoustique

Merci de votre  
attention !



L'acoustique sous marine au service de la connaissance de l'environnement...Une approche innovante  
du monitoring et de la cartographie des fonds marins