

# APPROCHE PROBABILISTE DE L'ÉVALUATION DU BRUIT SOUS-MARIN COMME OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION

**Ceyrac Laura, David Dellong, Florent Le Courtois**

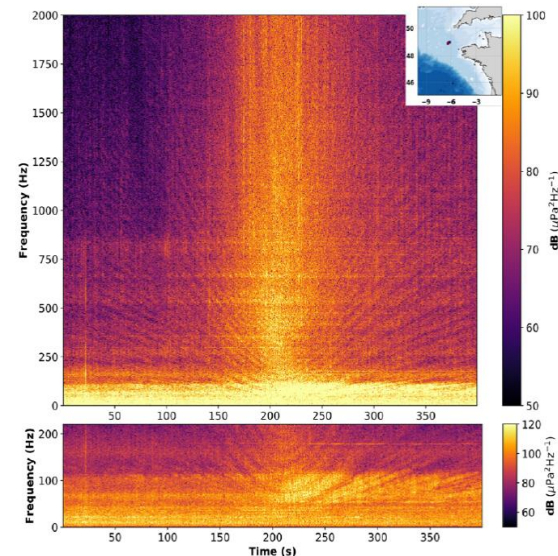
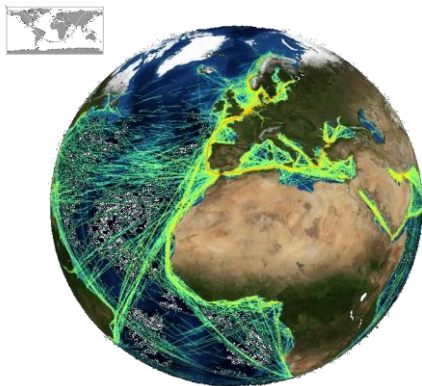
Probabilistic assessments for continuous noise: threshold chain method, *in prep.*

## Le trafic maritime comme source de pollution

Le trafic maritime est une contribution globale et permanente du bruit ambiant.

Rail de trafic : Trafic spatialement concentré et bruit de fort niveau tout le temps.

Au large: Trafic et bruit plus faible, éparpillés et irrégulier.

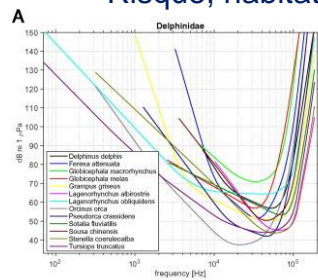


Exemple du passage d'un navire au large de la Bretagne

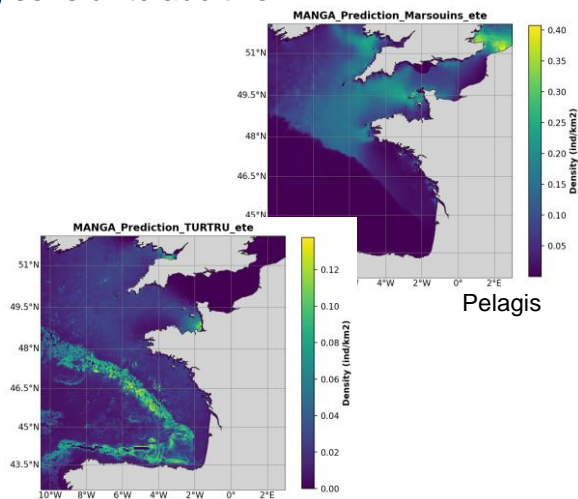
# Un outil pour évaluer l'impact du bruit ambiant

Evaluation du **risque** d'impact du bruit de trafic au niveau d'une population, d'une **espèce** ou groupe d'espèces au sein d'un **habitat** en se basant sur des **cartes de bruit**.

## Connaissances biologiques Risque, habitat, sensibilité auditive



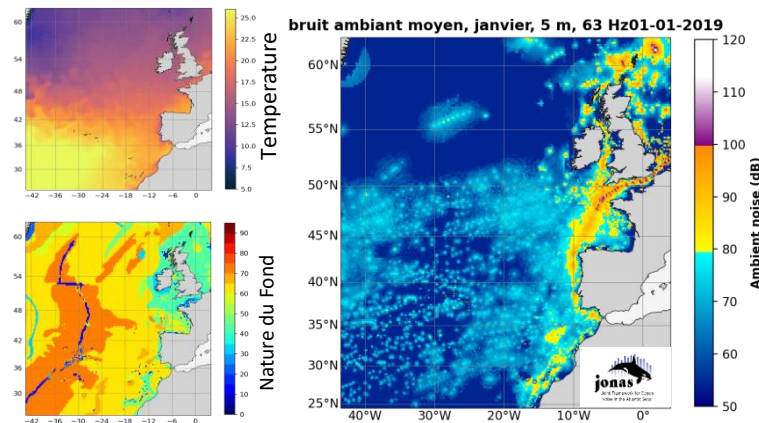
Erbe et al., 2016



Pelagis

## Carte de bruit

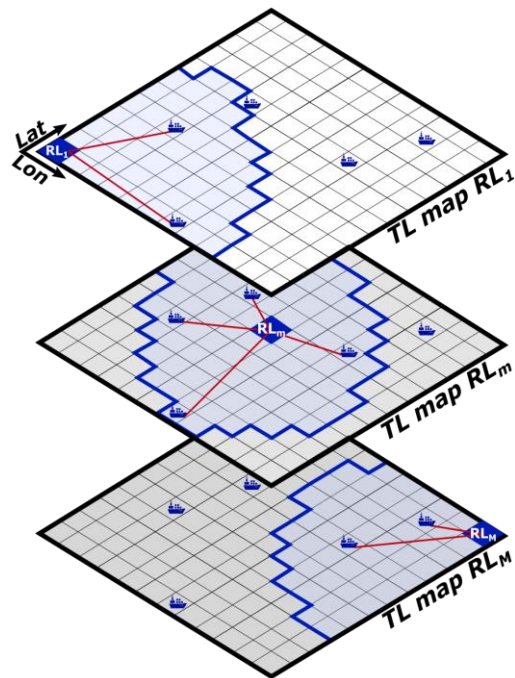
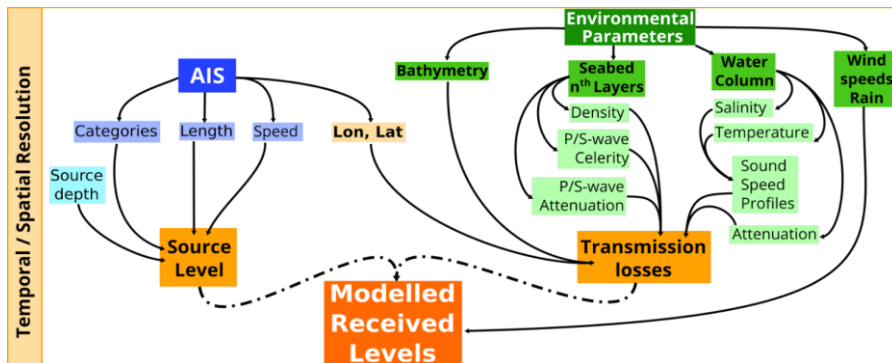
AIS, modèle de propagation, hydrophone, environnement



# Cartographie statistique du bruit

## Modélisation du bruit ambiant

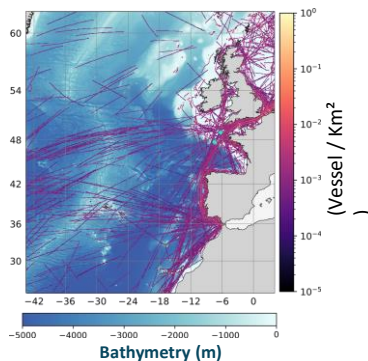
1. Modéliser les sources acoustique (navires)
2. Simuler les pertes par propagation
3. Estimer le bruit statistique des navires



# Cartographie statistique du bruit

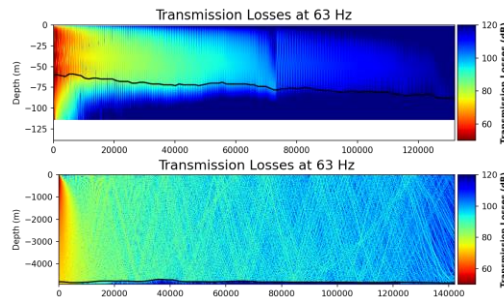
## 1. Modéliser les sources acoustiques (navires)

- Positions AIS dans le temps
- Informations sur les navires (catégories, longueur, vitesse)
- Interpolation des routes des navires (densité de navires : temps passé par maille).

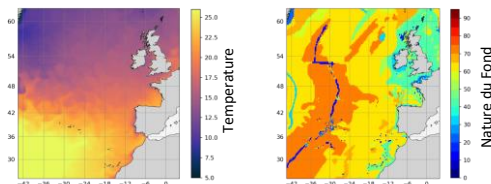


## 2. Simuler les pertes par propagation

- Simulation à basses fréquences dans différents environnements

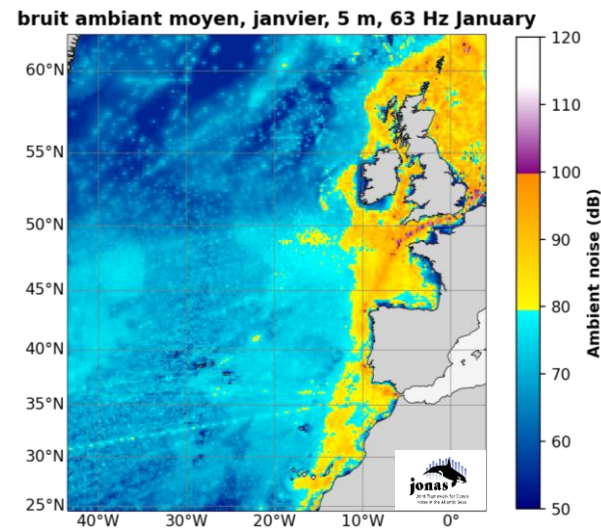


- Simulations numériques de la propagation en fonction des paramètres environnementaux



## 3. Estimer le bruit statistique des navires

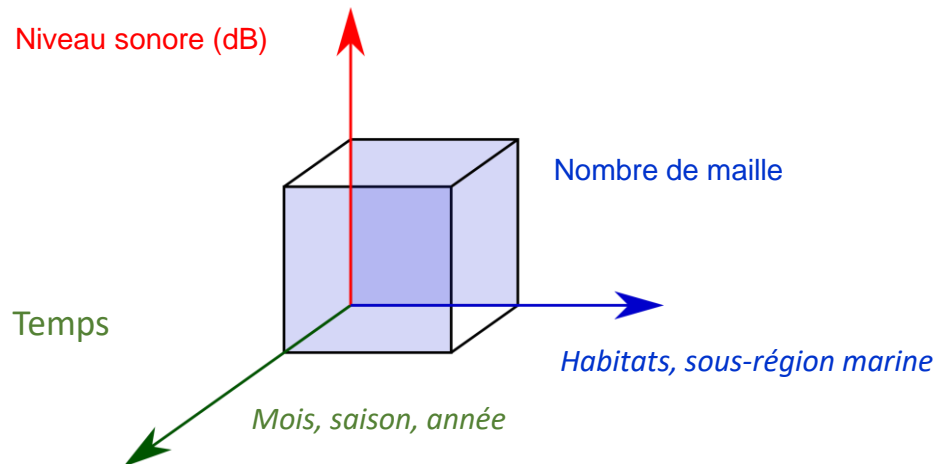
- Cartes statistiques mensuelles et/ou journalières du bruit de navire



## Approche par le risque pour l'aide à la décision et à la gestion

Déterminer Comment, Quand & Où est le **bruit**?

Déterminer Comment, Quand & Où est le **risque**?



Définition des **seuils**  
Définir les **conditions du risque**



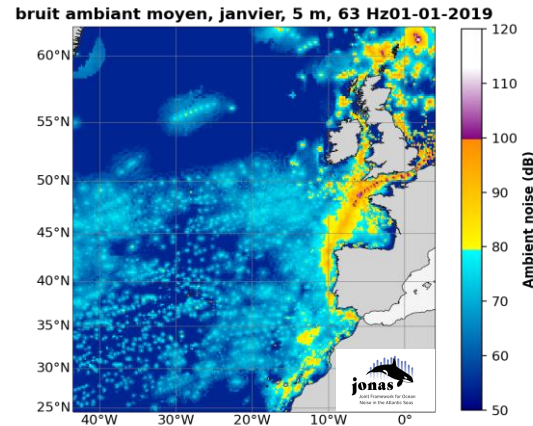
## Approche par le risque pour l'aide à la décision et à la gestion

### Déterminer *Comment*, *Quand* & *Où* est le **bruit**?

- Rail de trafic: Trafic spatialement concentré et haut niveau sonore permanent
- En dehors: Trafic et bruit plus faible, éparpillé et irrégulier.

### Déterminer *Comment*, *Quand* & *Où* est le **risque**?

- Intérêt d'utiliser des seuils Temporels & Spatiaux
- Sensibilité des espèces indicatrices: peu connu ou inconnu (dérangement/masquage)
- Habitats et distribution des espèces : Incertitude temporelle et spatiale



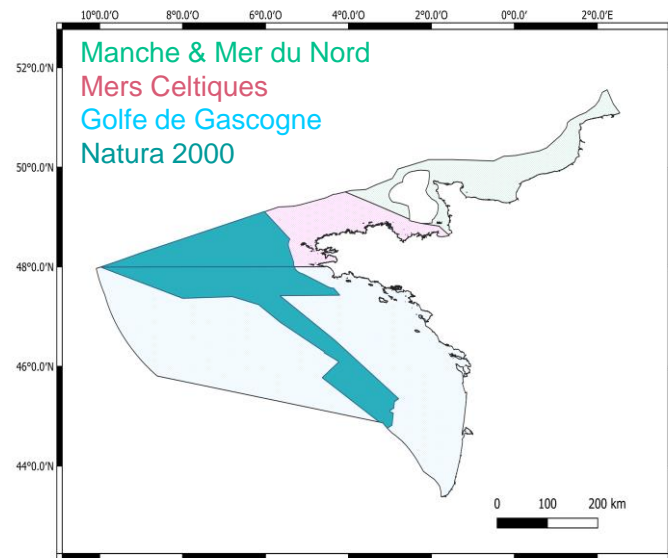
## Etude de cas sur un habitat préférentiel

### Trois sous-régions marines sur la façade Manche – Atlantique.

- Zones de rapportage dans le cadre du D11 de la DCSMM.

**Zone d'habitat préférentiel Natura 2000** sur 2 sous région marines:  
Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

- Le long de la pente du plateau continental et large de la mer celtique.
- Zone de forte productivité connue pour être un lieu de nourrissage pour de nombreuses espèces de mammifères marins.
- Espèces susceptibles de subir des effets de masquage et/ ou de dérangement relatif au trafic maritime.





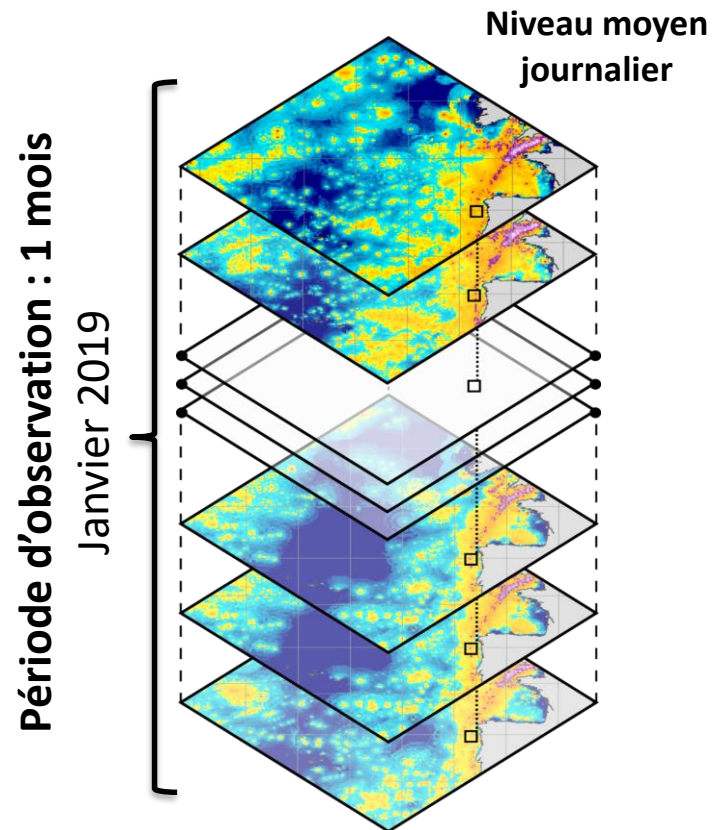
## Etude de cas sur un habitat préférentiel

### Projet Jonas

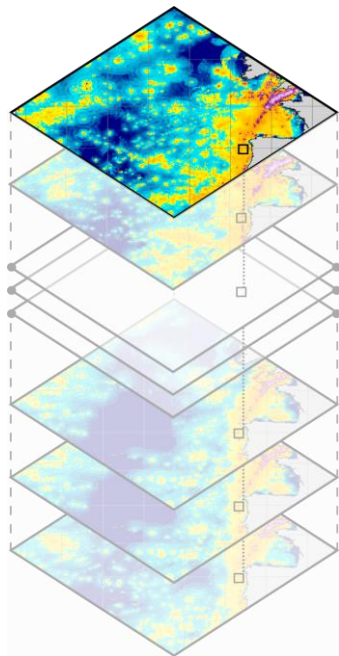


- 10 minutes d'arc de résolution spatiale
- Cartes journalières statistique moyenne
- Bande de tiers d'octave centré sur 63 Hz
- Niveau maximum dans la colonne d'eau

Les sous régions marines et les habitats sont extrait à partir de ces modélisations à large échelle.



## Chaîne imbriquée de seuils



Considérer une **sous-region marine / Habitat**

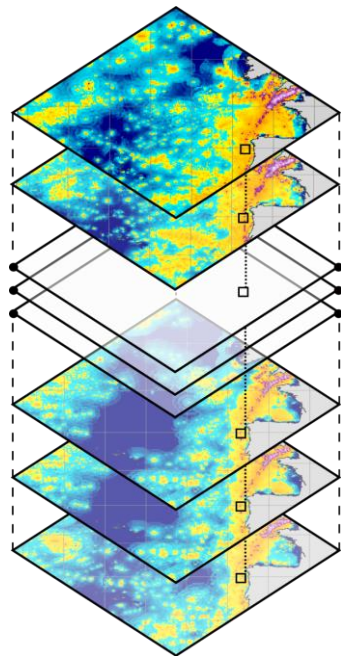
Pour une maille de la **carte de bruit ambiant** modélisé au cours du temps

**LT** est le seuil de niveau de bruit (dB): *Au dessus de cette valeur, la maille est considérée comme “significativement affectée”*

**TT** est le pourcentage de la période d’observation où **LT** est dépassé

**ST** est le nombre de maille où **LT** et **TT** sont dépassés dans la **Sous-Région Marine**

# Chaîne imbriquée de seuils

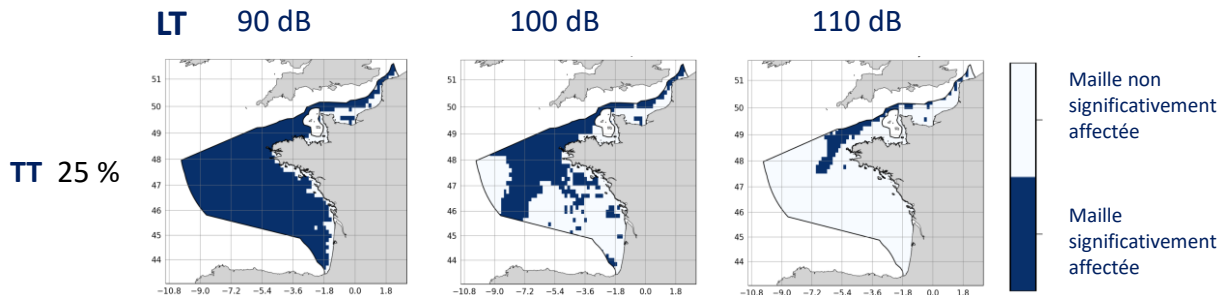


Considérer une **sous-region marine / Habitat**

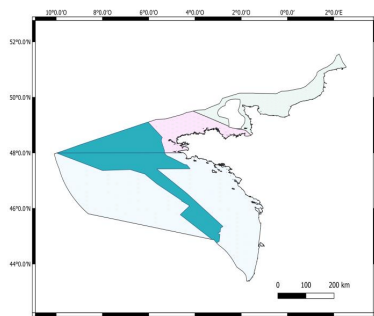
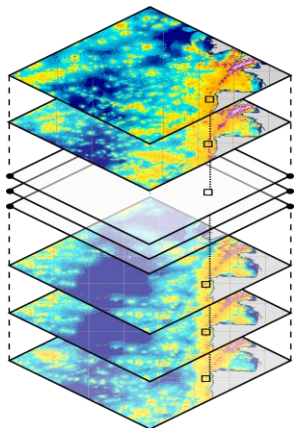
Pour une maille de la **carte de bruit ambiant** modélisé au cours du temps

**LT** est le seuil de niveau de bruit (dB): *Au dessus de cette valeur, la maille est considérée comme "significativement affectée"*

**TT** est le pourcentage de la période d'observation où **LT** est dépassé



## Chaîne imbriquée de seuils



Considérer une **sous-region marine / Habitat**

Pour une maille de la **carte de bruit ambiant** modélisé au cours du temps

**LT** est le seuil de niveau de bruit (dB): *Au dessus de cette valeur, la maille est considérée comme "significativement affectée"*

**TT** est le pourcentage de la période d'observation où **LT** est dépassé

**ST** est le nombre de maille où **LT** et **TT** sont dépassés dans la **Sous-région Marine**

Application de plusieurs combinaisons de seuils (LT, TT, ST)

# Chaîne imbriquée de seuils: représentation 3D

## Sensibilité de la méthodologie

Conditions du **risque de niveau de bruit durable** de la zone pour un grand nombre de combinaisons (LT, TT, ST)

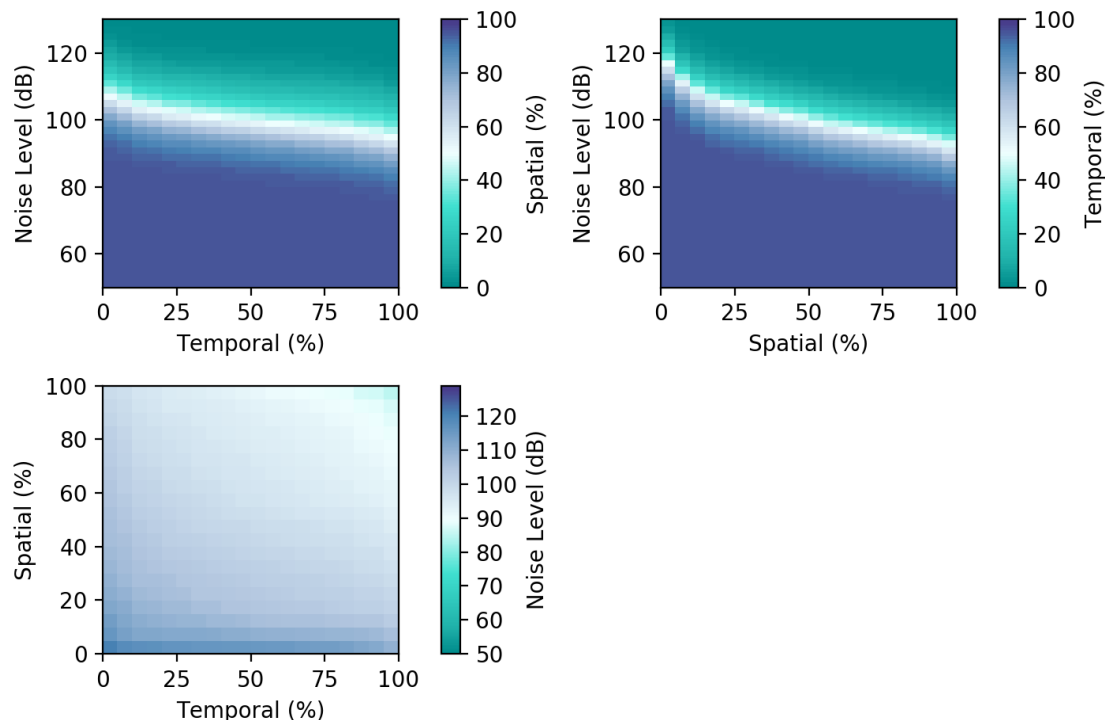
La combinatoire illustre la sensibilité. En tant qu'outil scientifique, il devrait permettre une prise de décision plus fiable.

## Facile d'utilisation

Sélection de 2 seuils (e.g. *LT* and *TT*)

- Lecture du 3<sup>ème</sup> (ST)
- Directement lié au carte de bruit

Thresholds for D11 Habitat\_GG N-MC



## Exemple pour la part d'habitat préférentiel inclus dans la sous-region Golfe de Gascogne

A partir des cartes statistiques de bruit:  
**45 %** de la zone,  
est affectée 50% du temps,  
par un niveau de bruit > 100 dB

En tant que gestionnaire, si le seuil spatial  
acceptable est fixé à ST 10%:

**ST** = 100 dB

&

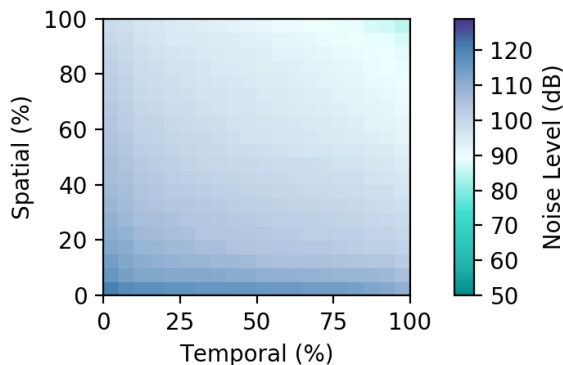
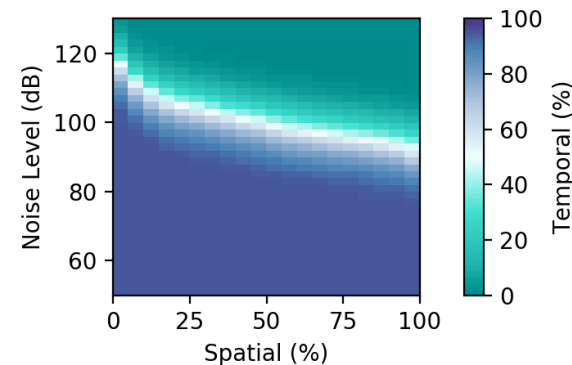
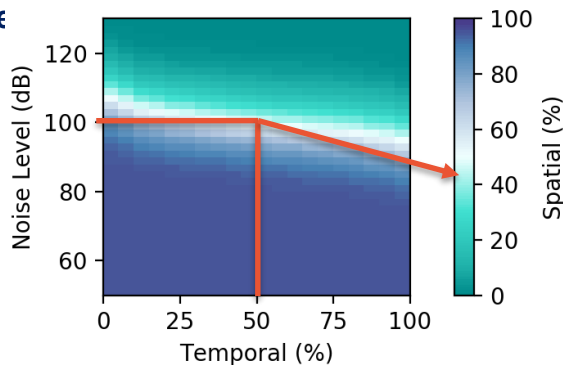
**TT** = 50% du mois

&

**ST** = 10 % de la sous region marine/ habitat

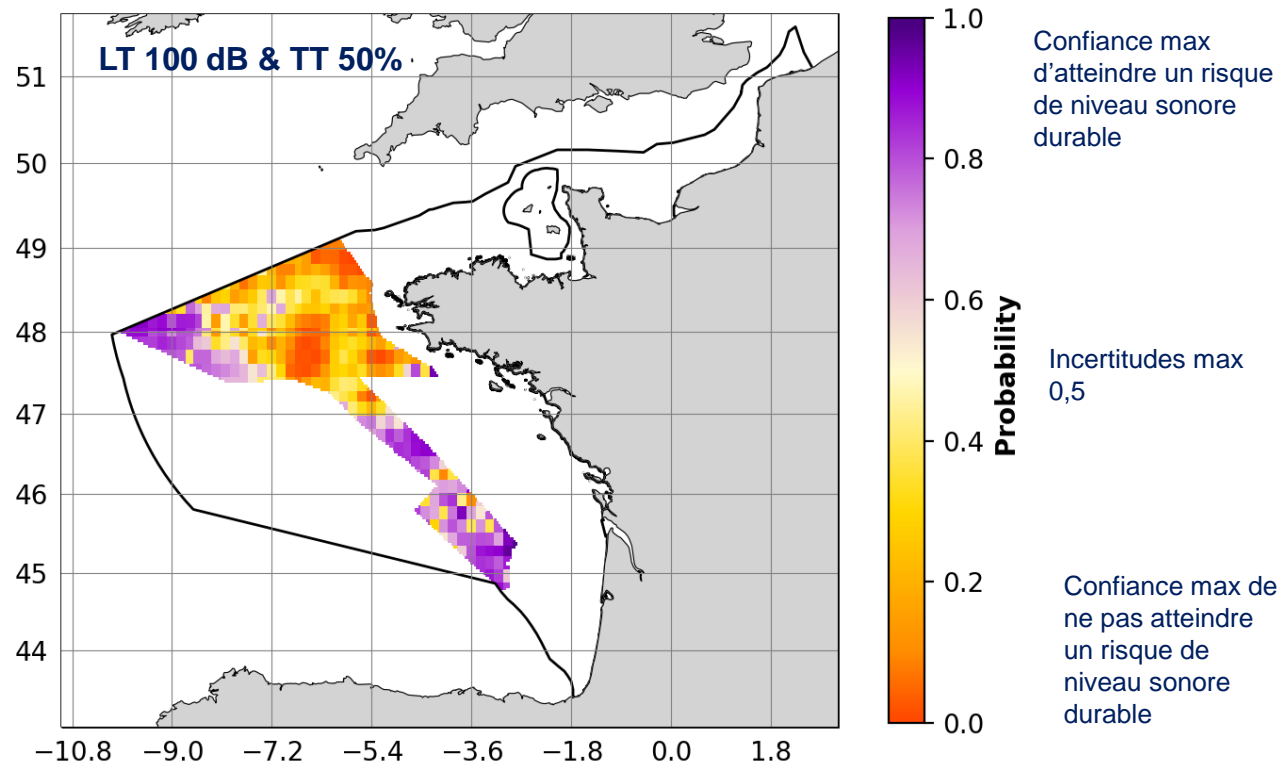
Dans ce cas, le niveau de risque de bruit durable  
n'est pas atteint. Une proportion trop forte de  
l'habitat est impacté selon les seuils fixés.

Thresholds for D11 Habitat\_GG N-MC



# Carte de probabilité et estimation de l'incertitude de l'évaluation du risque

- Renseigne sur la **variabilité statistique**.
- Dans quelle mesure est il possible d'atteindre un risque de niveau sonore durable dans l'habitat selon les seuils fixés?
- Probabilité d'atteindre un niveau de bruit durable dans l'ensemble de l'habitat pour LT 100 dB & TT 50%.
- La gamme de couleurs provient de 250 simulations des std (distr. norm.) et représente les incertitudes de la carte de bruit.





## Pour résumer:

- Outil permettant de **visualiser simplement** l'ensemble des possibilités de combinaisons de seuils de niveaux, temporels et spatiaux d'une zone géographique.
- Outil scientifique permettant d'étudier **la sensibilité des seuils** et leurs **covariances**.
- Permet une **spatialisation du risque** avec les cartes de probabilité.
- **Aide à la décision** et d'optimisation des programmes de mesures, en agissant sur les niveaux, sur l'emprise spatiale ou sur l'emprise temporelle du bruit de trafic.
- **Applicable à d'autres pollutions**, à des niveaux de contaminants, des densités de déchets...

