

Quonops ©

*prévision opérationnelle en acoustique
sous-marine sur grille de calcul*

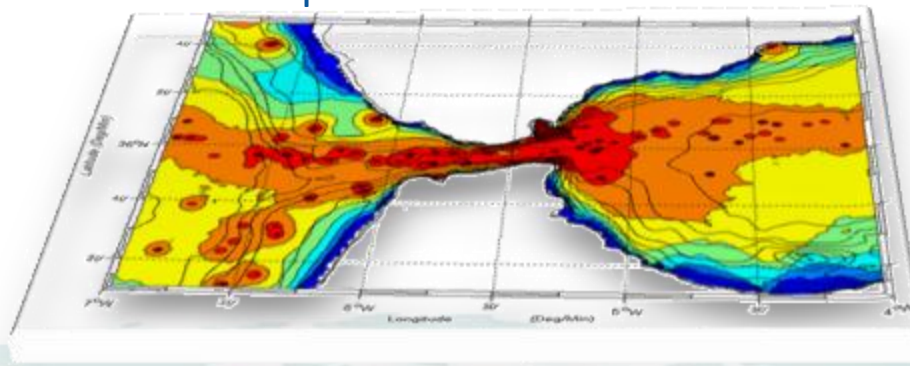
Serge Guelton, T. Folegot, D. Clorennec, E. Pardo, P. Brunet

Journées SUCCES - 13.11.2013 - Institut de Physique du Globe de Paris

Présentation de Quiet-Oceans



- ✓ Cabinet d'études d'impacts environnementales et de conseils
- ✓ Spécialisé sur la thématique émergente : gestion du bruit sous-marin
- ✓ SAS créée en 2010, basée au Technopôle de Brest-Iroise
- ✓ 8 collaborateurs spécialisés en acoustique océanographique, management de projets offshore ou calcul haute performance



Le bruit anthropique et ses effets sur la vie aquatique

Une corrélation avérée mise en exergue par les exercices de sonars

Des effets biologiques complexes, partiellement caractérisés

Des impacts politiquement reconnus et encadrés par une réglementation émergente



L'enjeu du bruit sous-marin

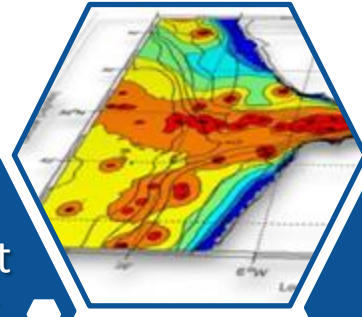
- ✓ Pour les gouvernement et les collectivités locales : il devient primordial **de connaître les niveaux sonores sous-marins de leurs côtes et d'évaluer les impacts des bruits anthropiques sous-marins sur leur environnement.**
- ✓ Pour les industriels : désormais, **tout nouveau projet en mer est visé par la nouvelle réglementation qui oblige les industriels à évaluer leurs impacts sonores sous-marins sur l'environnement.**
- ✓ **Qui est concerné ?**
 - Tout projet mettant en œuvre des travaux offshore de type battage de pieu, forage, explosion, brise roche, dragage, tranchée, déversement :
 - Installation et exploitation des Energies Marines Renouvelables
 - Prospection sismique et géotechnique
 - Mise en place de fondations
 - Pose de câbles sous-marins
 - Installation de pipelines
 - Construction de terminaux...



Les missions de Quiet-Oceans



Anticiper et Modéliser le Bruit



Maîtriser et réduire le Bruit

Cartographier et Quantifier les Risques



Comprendre les Impacts du Bruit



Aider à la Décision



Garantir la Conformité Réglementaire



Favoriser l'Acceptabilité



Nos projets de recherche

✓ **Projet collaboratif européen AQUO - 2012-2015**

- AQUO : Achive QUIeter Oceans by shipping noise footprint réduction.
- Financement : Commission européenne dans la cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu marin (DCSMM)
- Coordination : DCNS Research – France.
- Objectif : atténuer l’empreinte du bruit sous-marin due aux transports maritimes pour assurer une meilleure protection de la faune et la flore marine, en préconisant des solutions qui influenceront sur la conception des futurs navires militaires et civils et sur la réglementation du trafic maritime.
- Rôle de QO : caractérisation de l’empreinte sonore du trafic maritime et évaluation des risques associés sur la biodiversité (mammifères marins, poissons, céphalopodes).

✓ **Chaire d’excellence industrielle Chorus - 2013-2016**

- Coordination : Gipsa Lab, laboratoire de Grenoble-INP-France.
- Objectif : conduire des activités de recherche répondant aux enjeux futurs de la mesure des paysages acoustiques sous-marins, leurs interprétations et leur utilisations : observation des écosystèmes marins et évaluation des impacts des activités humaines en mer.
- Rôle de QO : prévision du bruit sous-marin d’origine anthropique.

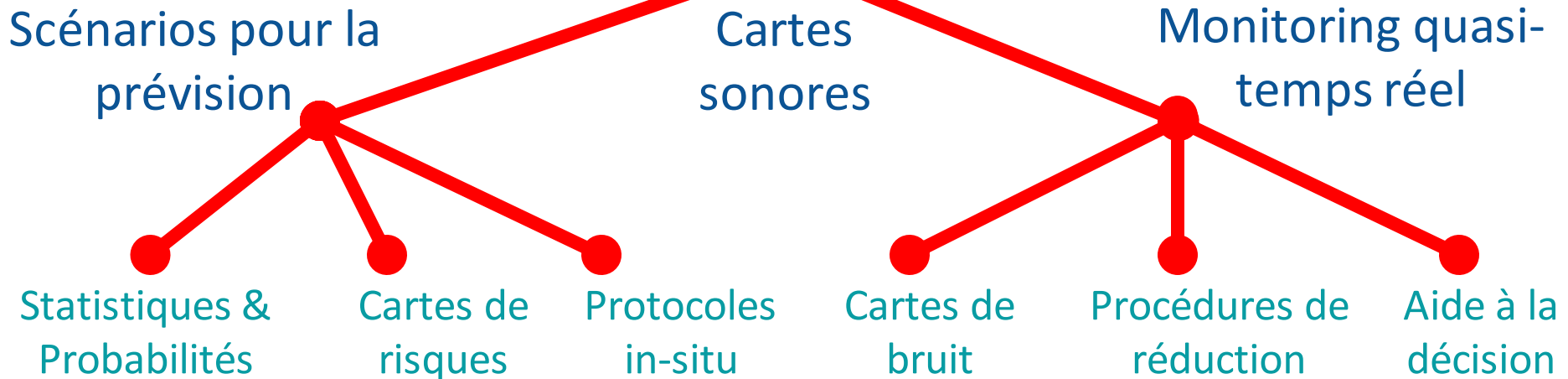
✓ **Projet irlandais Strive - 2012-2013**

- Pour le compte de l’EPA - Environmental Protection Agency.
- Coordination : CMRC - Coastal & Marine Research Center.
- Objectif : caractérisation de l’état écologique sonore des eaux irlandaises dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu marin (DCSMM).
- Rôle de QO : méthodologie et élaboration d’un atlas sonore saisonnier du trafic maritime et des activités de prospection sismique.



Une technologie propriétaire

Quonops[®] un système opérationnel de prévision et monitoring



Exemples de simulations

Europe



Ouessant : 1072 scénarios, 37 heures de calcul
Irlande : 756 scénarios, 2495 heures de calcul

Indian Ocean



La Réunion :
9360 scénarios
4549 heures de calcul

Caraïbean



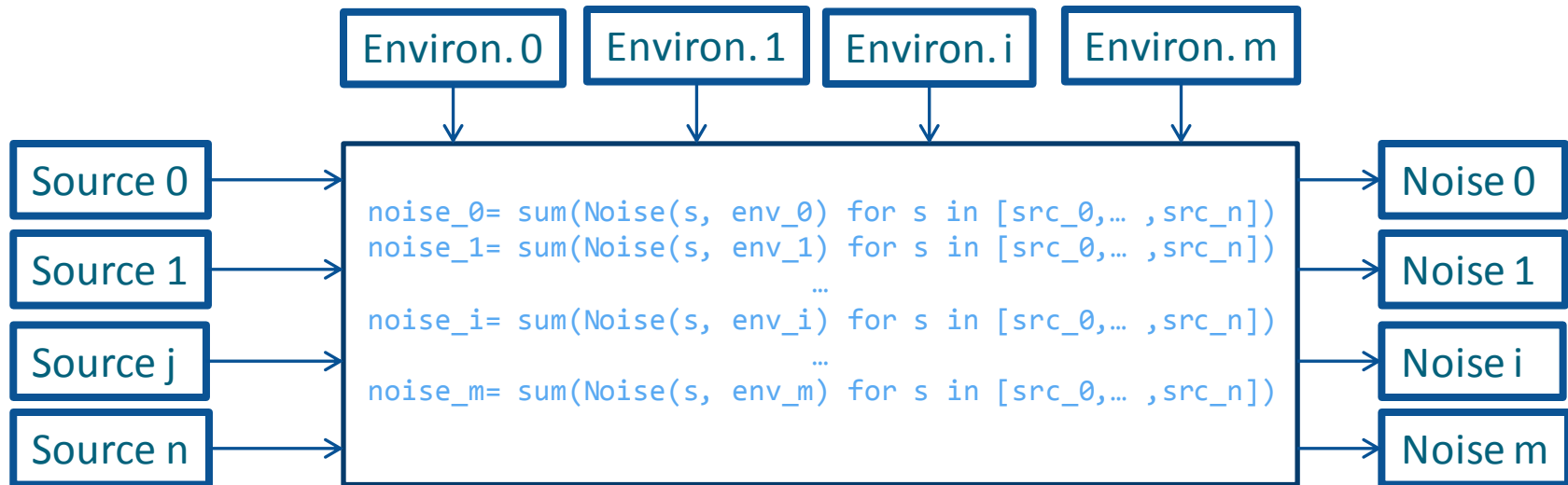
La Martinique :
6875 scénarios
6981 heures de calcul



✓ Simulation acoustique 2D

- Modèle acoustique haute fréquence: Bellhop
- Modèle acoustique basse fréquence : RAM

✓ Schéma de traitement



Quonops et Ingénierie

✓ Simulateurs externes

- Bellhop, Fortran90
- RAM, Fortran puis C[++]

✓ Machinerie interne

- Intégration des simulateurs en C++

✓ Contraintes fortes liées au codes externes

- Couplage C++ / Fortran
- Communication par FFI et ... système de fichier



Quonops et le parallélisme

✓ Parallélisme multi-niveaux

- Au niveau des sources, des environnements, des azimuts
- Enchainement de map et de reduce

✓ Parallélisme hétérogène

- Calcul d'un azimut : de quelques secondes à plusieurs heures
- Calcul d'une source : de quelques minutes à plusieurs dizaines d'heure
- Calcul d'un ensemble de sources : de quelques minutes à plusieurs jours

✓ Peu de communications mais ordonnancement difficile



Quonops et Caparmor (1)

- ✓ Caparmor : architecture homogène
 - parallel1256 : 8 processeurs par nœuds, 32 nœuds
- ✓ Parallélisme multi-niveau
 - Couplage MPI / OpenMP classique
 - Attention à l'équilibrage de charge !
- ✓ Contrainte externe : fichiers temporaires
 - nombreux petits (<1Go) fichiers créés dynamiquement
 - peu favorable au système de fichier LUSTRE
 - utilisation de /dev/shm



Quonops et Caparmor (2)

- ✓ Job scheduler : PBS
 - Contraint le temps maximum d'exécution !
- ✓ Compilateur : ifortran vs. gfortran
 - Code numériquement instable incompatible ifortran
- ✓ Compilateur : icpc vs. g++4.7
 - C++11 est thread-safe
 - Meilleur support de la norme dans g++
- ✓ MPI
 - Sous-utilisé: uniquement ordonnancement gros grain



Quonops et Caparmor (3)

- ✓ Tolérance aux pannes (très d'actualité)
 - Sauvegarde sur système de fichier de chaque étape indépendante
 - Possibilité de reprise depuis la dernière étape
 - Utile si le calcul ne tient pas dans la réservation !
- ✓ Utilisation intensive du FS Lustre
 - Matrices (compressées) en sortie de 100Mo à 1 Go
 - Une Simu peut générer 500 Go de données



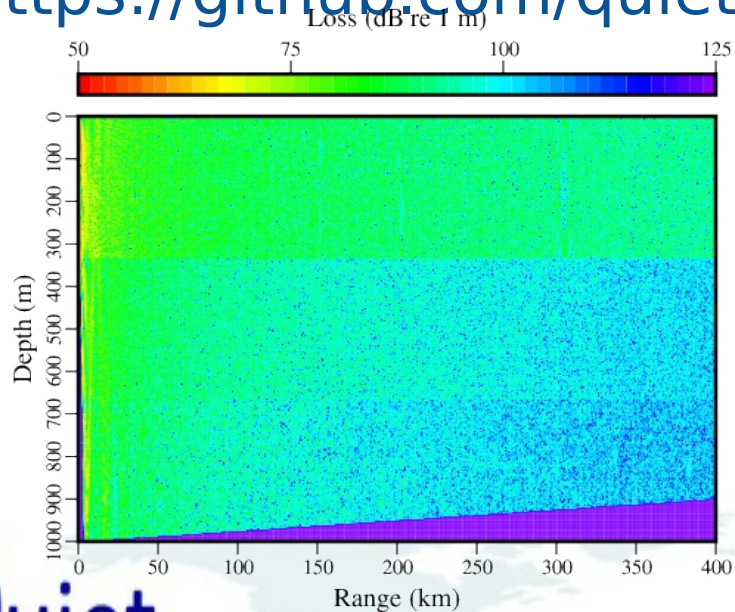
Quonops et Ordonnancement

- ✓ Ordonnancement statique
 - Peu efficace en l'absence d'information
- ✓ Ordonnancement dynamique
 - Algorithme glouton : *list scheduling*
 - Un nœud demande du travail dès qu'une tâche est terminée
 - Très sensible à l'ordre !
- ✓ Outil de prévision de temps de calcul
 - Analyse en composante principale
 - Classification par la méthode des *k-means*
 - Prévision des temps de calcul par échantillonnage
 - Permet de dimensionner le calcul et de guider l'ordonnanceur



Simulateur Ramsurf

- ✓ Code hérité de FORTRAN
- ✓ Traduit en C pour vectorisation manuelle (SSE)
- ✓ Optimisation du solveur / Transformations de boucles (*loop fusion, scalarization, array reshaping...*)
- ✓ <https://github.com/quiet-oceans/ramsurf>

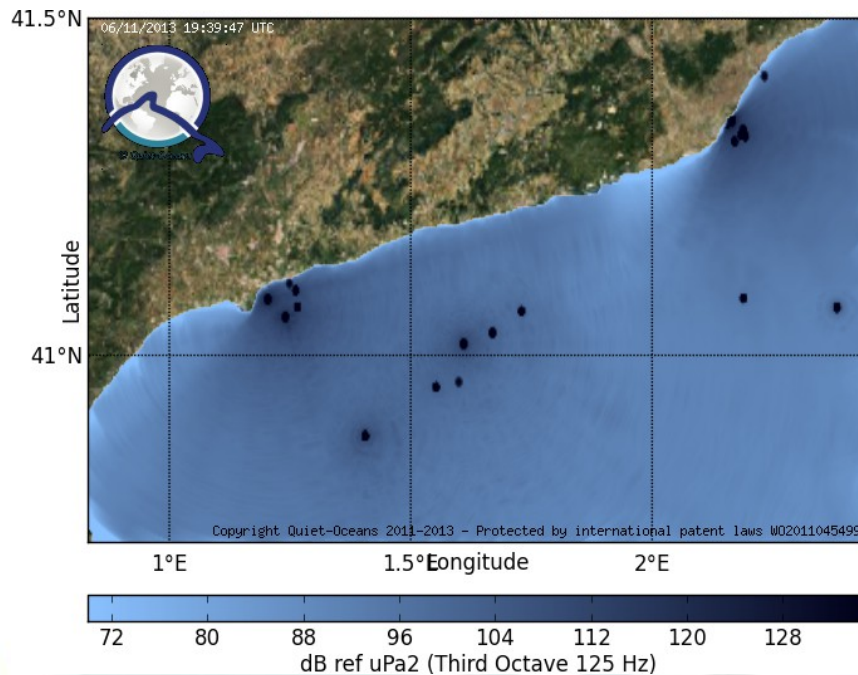


- ✓ Rendu de cette situation
 - Original : ~17s
 - Optimisé : ~8s



Simulation Temps-Réel

- ✓ Rendu Temps Réel de la situation acoustique
- ✓ Couplage avec des BDD / Flux existants
- ✓ Démonstration : [HTTP://OCEANNOISEFORECAST.COM](http://oceannoiseforecast.com)



- Date: 6 November 2013
- Time (UTC): 19:39:47
- Area: Barcelona (Spain)
- Quonops(c): Quiet-Oceans Ocean Noise Operational Prediction System
 - Version: quonops 1.14
 - Acoustic model: Ramsurf Lib^[1]
 - Maximum of noise energy in the 125Hz 1/3 octave band
 - Units: dB ref. 1 μPa^2
 - Projection: Transverse mercator
- External Data:
 - Oceanography: MyOcean
 - Bathymetry: etop01^[2]
 - Ambient noise: Wenz^[3]
 - Acoustic: Lido:
 - Naxys
 - Latitude: 41.1819
 - Longitude: 1.75234
 - Depth: 20 meter
 - Received: 1970-01-01 01:00:00 UTC
- © Quiet-Oceans 2011-2013



Objectifs à atteindre

Europe



Indian Ocean



La Réunion :
9360 scénarios
18h de Caparmor

Caraïbean



La Martinique :
6875 scénarios
28h de Caparmor

Ouessant : 1072 scénarios, 8min de Caparmor
Irlande : 756 scénarios, 10h de Caparmor



The logo features a stylized blue and teal wave or fish-like shape on the left, partially enclosed by a blue circle. To its right, the word "Quiet" is in a dark blue serif font, and "oceans" is in a teal sans-serif font.

Quiet oceans

*Ocean Noise Forecasting
Monitoring & Mitigation*

Contact

Dr. Thomas Folegot

thomas.folegot@quiet-oceans.com

+33 (0) 982 282 123 / +33 (0) 698 340 555

Skype : quiet-oceans

www.quiet-oceans.com

RCS Brest 524 673 803

