



## Dossier de presse

Brest, le 16 septembre 2009

# CAPARMOR, le supercalculateur de la mer

Un nouveau supercalculateur construit par la société SGI et baptisé CAPARMOR pour « **C**ALcul **P**ARallèle **M**utualisé pour l'**O**céanographie et la **R**echerche » a été présenté mercredi 16 septembre au Centre Ifremer de Bretagne. Ce supercalculateur dédié à l'océanographie fait partie du « Top 500 », le classement officiel des 500 ordinateurs les plus puissants au monde. Il figure au 301<sup>e</sup> rang mondial et 16<sup>e</sup> rang en France.

Cette puissance de calcul (23 Teraflops), la plus importante de l'ouest de la France, va permettre de développer de nouvelles applications notamment en matière de modélisation et de prévision de l'océanographie côtière et dans le traitement des données satellitales pour l'océanographie.

Cette machine a bénéficié d'un apport financier des partenaires scientifiques du projet : SHOM<sup>1</sup>, IRD<sup>2</sup>, ENSIETA<sup>3</sup>, CNRS, UBO<sup>4</sup> et Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, mais également de l'Union Européenne, de la région Bretagne, du département du Finistère et de Brest Métropole Océane.

Le classement « Top 500 »	p2
Le classement « Green 500 »	p2
Un enjeu pour le développement de l'océanographie	p2
Des applications opérationnelles	p3
Un équipement structurant et fédérateur pour la recherche et la région	p4
Un peu de technique...	p5

<sup>1</sup> Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

<sup>2</sup> Institut de Recherche pour le Développement

<sup>3</sup> École Nationale Supérieure des Ingénieurs des Études et Techniques d'Armement

<sup>4</sup> Université de Bretagne Occidentale

### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)



### Le classement « TOP 500 »

Le « Top 500 » est le classement des 500 plus puissants ordinateurs du monde, établi semestriellement sur la base du temps d'exécution d'un programme de référence appelé « Linpack ». Ce classement existe depuis 1993, il est consultable à l'adresse [www.top500.org](http://www.top500.org). Il faut évidemment accepter de figurer dans cette publication, ce qui fait le plus souvent l'objet de la sollicitation du constructeur auprès de son client.

**CAPARMOR figure au 301<sup>ème</sup> rang mondial du TOP 500** pour le second semestre 2009, ce qui correspond au 16<sup>ème</sup> rang en France.

### Le classement « Green 500 »

Le « Green 500 » est un classement annexe établi sur la base du rapport entre la puissance mesurée de l'ordinateur et sa consommation électrique. Le « Green 500 » existe depuis 2007 et est consultable sur [www.green500.org](http://www.green500.org). Ce classement a été créé pour encourager les architectures à faible consommation électrique.

**CAPARMOR figure au 30<sup>ème</sup> rang mondial du GREEN 500** pour le second semestre 2009, ce qui correspond au 3<sup>ème</sup> rang en France.

### Un enjeu pour le développement de l'océanographie

Le recours au « calcul intensif » est aujourd'hui au cœur de nombreux projets en l'océanographie. Discipline descriptive jusqu'aux années 80, l'océanographie devient progressivement et en réponse à la demande sociétale, de plus en plus prédictive. Pour ce faire, elle s'appuie généralement sur des techniques de modélisation qui, associées à une grande puissance de calcul, trouvent des champs d'application de plus en plus nombreux : modélisations à différentes échelles de la circulation océanique, modélisations couplées (hydrodynamique et chimique, par exemple), modèles de dispersion de contaminants dans le domaine côtier, modélisation d'états de mer... Dans certains cas, quand la masse de données à traiter devient trop volumineuse, il est nécessaire de disposer de capacités de calcul importantes, comme pour les données satellitaires haute-résolution. C'est également le cas du domaine émergent de la bio-informatique marine, pour la recherche de séquences de gènes. Enfin, l'ingénierie marine, avec la mécanique des fluides et le calcul des structures engendre aussi des activités fortement consommatrices de calcul.

### La mise au point de modèles

La plupart des modèles (opérationnels ou non) font l'objet de mises au point et d'améliorations fonctionnelles permanentes. Les calculs engendrés par cette activité consomment et continueront de consommer la plus grosse part des ressources du centre de calcul. Il s'agit d'adapter en permanence des algorithmes pour mieux simuler la réalité de l'océan. Ce besoin est particulièrement impérieux dans le cas de simulations côtières, où de très nombreux paramètres interfèrent.

#### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)



## Des applications opérationnelles

Une « application opérationnelle » est, d'un point de vue informatique, un groupe de programmes qui se lance automatiquement à intervalles réguliers (toutes les 6 heures, toutes les 24 heures). Ces programmes traitent ou intègrent des données récemment acquises, en provenance d'autres systèmes, en vue de produire des résultats à jour sous forme de prévisions ou de validation de ces données.

Ces différentes applications opérationnelles ont des objectifs parfois très complémentaires voire liés, allant de la circulation océanique globale au modèle littoral de biologie. Leur nombre et leur emprise géographique vont, dans un avenir proche, justifier de leur synchronisation, ou de leur chaînage. En effet, les produits de certains modèles peuvent être pris comme donnée d'entrée par d'autres. Le fait qu'elles soient hébergées sur le même centre de calcul facilite évidemment cette organisation rationnelle.

## Quelques exemples d'applications opérationnelles :

- ❑ Coriolis – annexe 1
- ❑ Previmer – annexe 2
- ❑ Etats de mer – annexe 3
- ❑ Centre de données pour la température et la salinité de surface – annexe 4

---

### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)





## Un équipement structurant et fédérateur pour la recherche et la région

Dans le cadre d'un partenariat avec plusieurs établissements publics travaillant dans le domaine de l'océanographie, l'Ifremer héberge et exploite depuis plus de 20 ans à Brest un centre de calcul océanique à vocation essentiellement régionale, ouvert aux partenaires locaux : université, instituts, établissements de recherche, écoles d'ingénieurs, bureaux d'études en océanographie.

Piloté par l'Ifremer au sein du GIS EUROPOLE MER, le projet de renouvellement du calculateur (projet CAPARMOR : Calcul PARallèle Mutualisé pour l'Océanographie et la Recherche) a pu être mené, en 2 phases de livraison (septembre 2007 et juin 2009), en partenariat avec les organismes de recherche actifs dans le domaine maritime :

- Le SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine),
- l'ENSIETA (Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs des Etudes et Techniques d'Armement)
- l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement)
- l'Ecole Navale, et son institut de recherche IRENAV
- l'UBO et l'IUEM (Université de Bretagne Occidentale et Institut Universitaire Européen de la Mer)

Ce centre de calcul, jugé fédérateur et structurant pour la Recherche à la Pointe de Bretagne, a également reçu le soutien de la Région Bretagne, du Conseil Général du Finistère, de la Communauté Urbaine de Brest et de l'Union Européenne<sup>5</sup>.

## Une thématique principale commune : la mer

Outre le rôle fédérateur que joue cette infrastructure de calcul au sein de la communauté océanographique, ce thème commun fait appel à des techniques relativement homogènes, qui se traduisent notamment par l'usage d'outils communs : modèles, méthodes numériques, bibliothèques de logiciels, sources de données souvent hébergées localement.

## Les avantages de la mutualisation

Les projets d'océanographie actuels sont presque tous le fruit d'un partenariat entre équipes de différents établissements. Au delà de la mise en commun d'équipements de calcul coûteux, la mutualisation de moyens permet aussi de favoriser le travail collaboratif, d'autant que la proximité géographique des établissements à la Pointe du Finistère autorise de nombreux contacts directs, voire la totale intégration des équipes sous forme d'UMR (Unité Mixte de Recherche).

<sup>5</sup> voir le détail du financement en annexe 5

### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)





## Un peu de technique

Au stade actuel de la technologie, les meilleures performances en calcul sont le plus souvent obtenues en multipliant les cœurs de calcul, c'est-à-dire les unités de traitement des opérations, et en adaptant les programmes pour qu'ils distribuent les calculs sur de nombreux cœurs, ainsi capables de travailler « en parallèle ». Le « calcul parallèle » est donc l'association d'une machine multi-cœurs et de techniques de programmation.

## Environnement logiciel

Le système d'exploitation est le système Linux de SuSE (Novell Linux Enterprise Server 10). Le progiciel PBS Pro de la société Altair est utilisé pour la soumission de travaux en mode « batch » sur la machine. Ce mode consiste à lancer sur la machine des programmes se déroulant automatiquement, sans interaction possible avec l'utilisateur et simultanément, grâce à l'organisation de files de travaux s'exécutant en parallèle. L'ensemble d'un programme doit donc être autonome, les données d'entrée et de sortie doivent toutes être en fichiers. L'intérêt du batch réside dans l'usage optimal des ressources, y compris en dehors des heures de présence des gestionnaires de la machine. Le progiciel PBS Pro permet de gérer les files d'attentes et les priorités en utilisant au mieux les ressources disponibles. Les compilateurs Intel, PGI et Gnu sont installés sur la machine. Pour la mise au point des programmes, plusieurs logiciels (Totalview, Vtune, DDT, traceanalyser ...) sont installés sur la machine afin d'optimiser les performances des algorithmes parallélisés. Enfin la machine est dotée d'un environnement de bibliothèques de programmes mathématiques et graphiques propres à faciliter le développement des codes scientifiques.

## Une puissance disponible

Sur une machine du niveau de CAPARMOR, l'outil de gestion des travaux « batch » régule le lancement des programmes dans le double objectif de bonne utilisation des ressources d'une part, et de très faible délai de lancement de chaque programme d'autre part. Grâce à la fonction de « préemption », qui permet de suspendre momentanément un batch pour passer à un traitement plus prioritaire, et à l'intégration avec d'autres systèmes d'information, la machine CAPARMOR est particulièrement bien adaptée aux traitements récurrents nécessaires à l'océanographie opérationnelle, qui nécessitent puissance et disponibilité.

---

### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

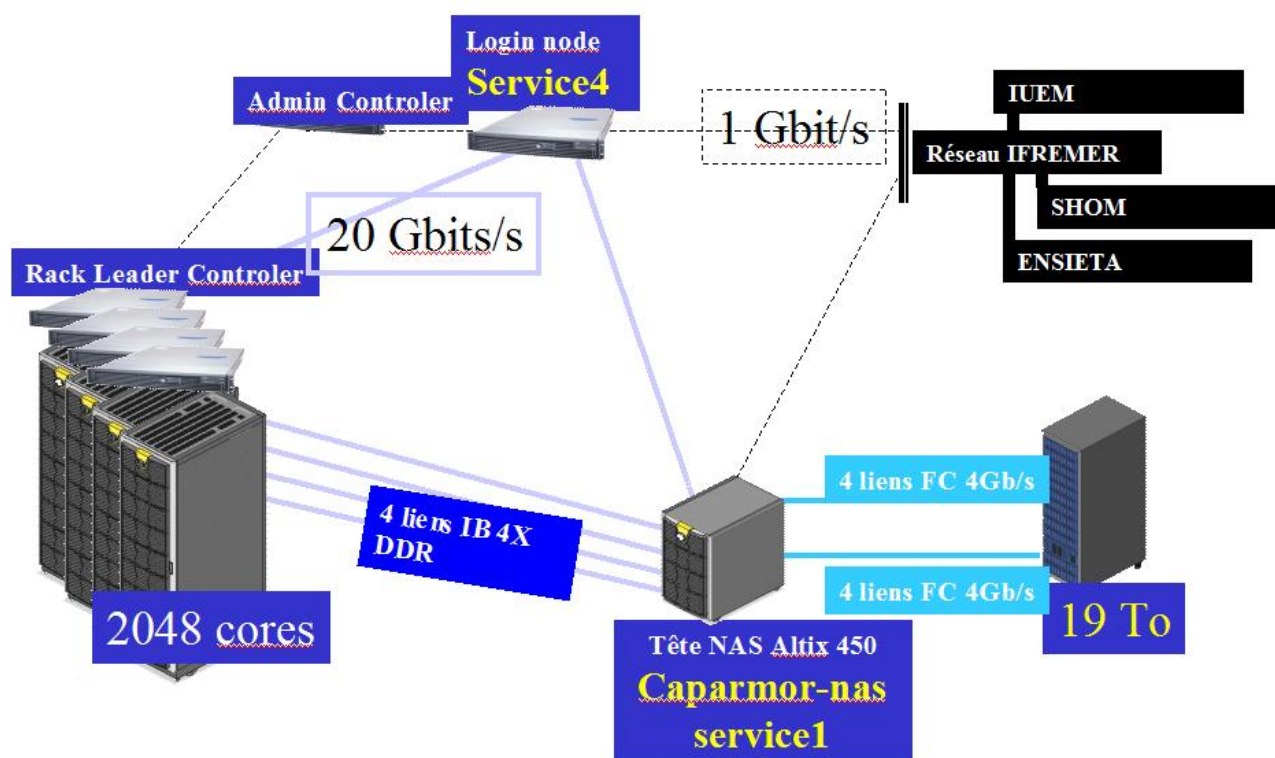
Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)





## Configuration matérielle de CAPARMOR

La machine est un Altix ICE 8200 EX de la société SGI (www.sgi.fr). Il se compose d'un « cluster » de 256 nœuds de calcul (répartis en quatre racks). Chaque nœud de calcul contient 2 processeurs "Intel Xeon X5560 quad core 2.8 GHz". Ce qui veut dire un total de 2048 cœurs de calcul pour une puissance théorique de 23 Tera Flops. Les 256 nœuds sont interconnectés par un réseau 4xDDR Infiniband. Tous les nœuds de calcul disposent de 24 Go de mémoire, ce qui fait donc une mémoire globale de 6 To. L'espace disque est sur un serveur NAS et comporte 19 To en RAID 5. Il y a 1 nœud de login qui est dédié à l'usage interactif pour la compilation des codes et la soumission des travaux de calcul.



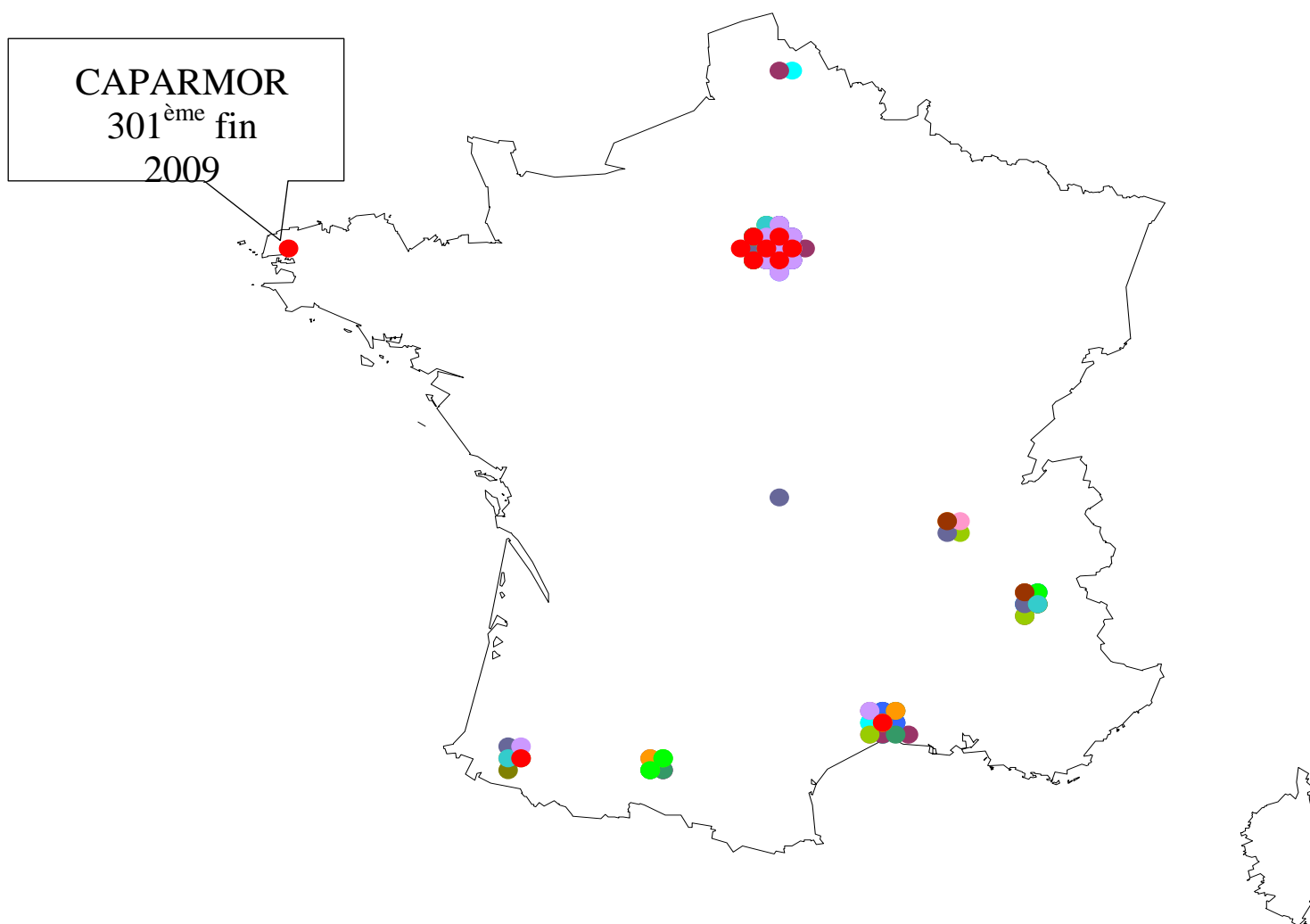
### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)

## Les gros calculateurs en France dans les 10 dernières années

En compilant les informations disponibles sur [www.top500.org](http://www.top500.org), on peut établir la carte de France de l'historique sur 10 ans (2000-2009) des « citations au TOP 500 » ; cette carte situe mieux l'importance relative de CAPARMOR dans le milieu français du calcul, et particulièrement en région (1 point représente une citation, les couleurs différencient leur date de citation).



### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)

## Annexe 1 : Coriolis, Centre mondial de données « in situ »

Le centre Coriolis reçoit en permanence des données mesurées par des flotteurs de sub-surface (flotteurs dérivants réalisant des cycles de plongée de plusieurs jours jusqu'à 2000m de profondeur), des navires d'opportunité et divers autres sources. Son but est de valider les données et de les mettre à la disposition de la communauté océanographique dans un délai très court. Le contrôle automatique, c'est-à-dire sans intervention humaine, génère des calculs récurrents en fonction des arrivages récents de données, mais peut aussi nécessiter des retraitements de la globalité des données en cas de modification des algorithmes d'analyse objective. L'automatisation du contrôle qualité en temps réel permet d'atteindre l'objectif de mise à disposition de données contrôlées correctes sur 24 h, 7 jours sur 7. Divers « produits » agrégés sont également mis à disposition, par interpolation des données reçues (voir figure 1).

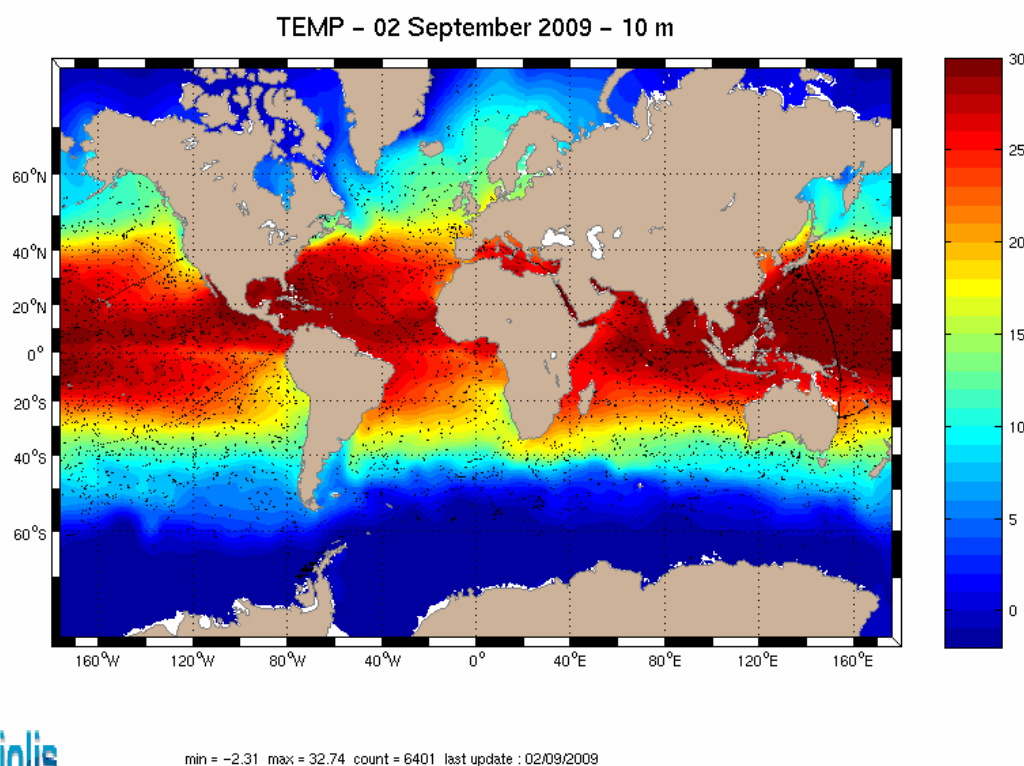


Figure 1 : carte de température de l'océan à 10 mètres de profondeur  
[www.coriolis.eu.org](http://www.coriolis.eu.org)

### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)



## Annexe 2 : Previmer

Le système opérationnel côtier Previmer de l'Ifremer a pour objectif de fournir une description de l'état physique et bio-géochimique de la mer côtière (de la côte à la limite du plateau continental) et de l'état des écosystèmes qu'elle abrite. Dans le domaine civil, trois grandes catégories d'applications peuvent être identifiées :

- la surveillance de l'environnement littoral et côtier destinée aux usagers, grand public, professionnels, autorités, afin de faciliter l'usage de ce milieu très changeant et en y intégrant la prévention des risques,
- une connaissance plus complète (continuité spatiale et temporelle) de l'état de l'environnement côtier, qui permette une observation des variations et anomalies, dont l'impact du changement climatique,
- les études d'impact, notamment lors de projets d'aménagements sur le littoral ou d'exploitation des ressources.

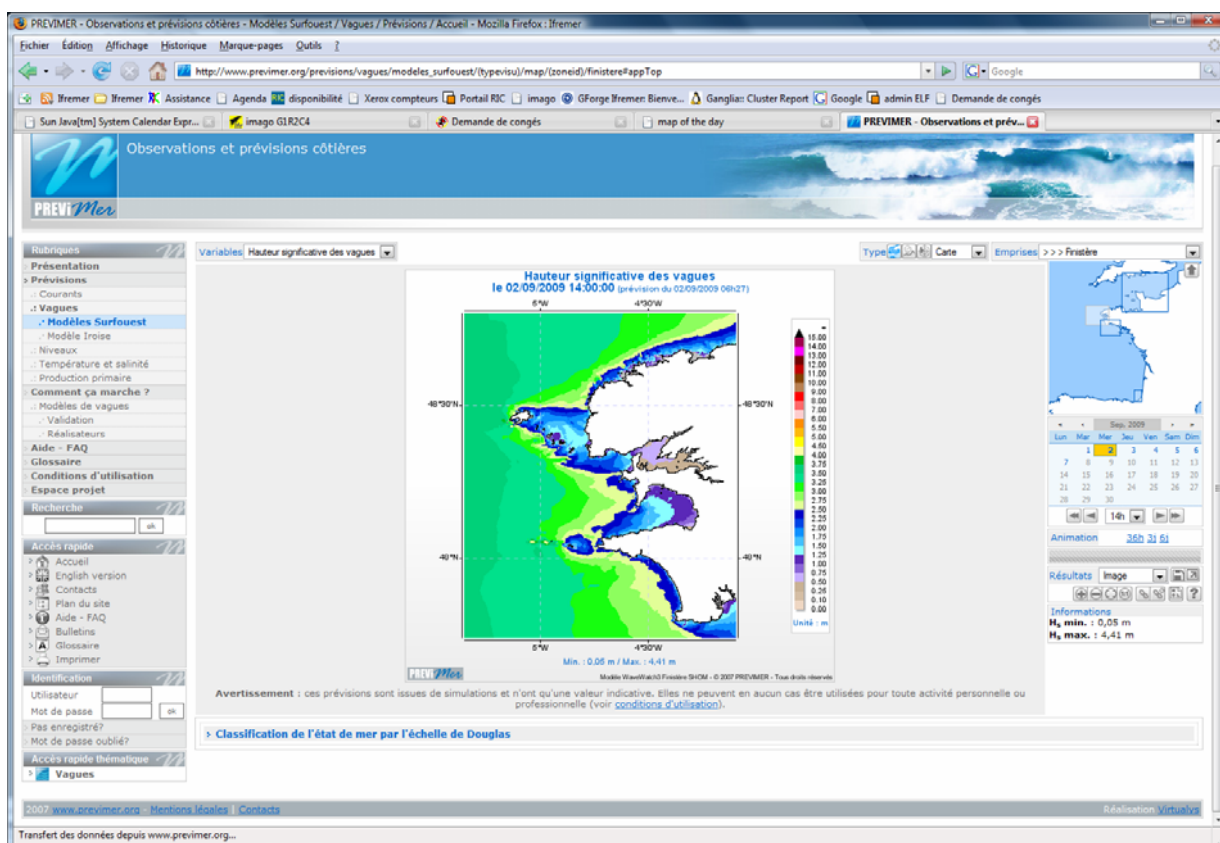


Figure 2 : Prédiction de vagues sur le site PREVIMER  
www.previmer.org

### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)

### Annexe 3 : Etats de mer

Le calcul des états de mer pour la prévision ou la simulation de divers paramètres concernant la télédétection (pour la mesure de la salinité, du vent, des courants) et la biogéochimie côtière (remise en suspension de sédiments ...) intéresse de nombreux utilisateurs (SHOM, Ifremer, IUEM...). Plusieurs configurations du modèle WAVEWATCH III, ont été portées sur le calculateur « Caparmor » afin de permettre l'emboîtement de modèles de l'échelle globale à l'échelle littorale.

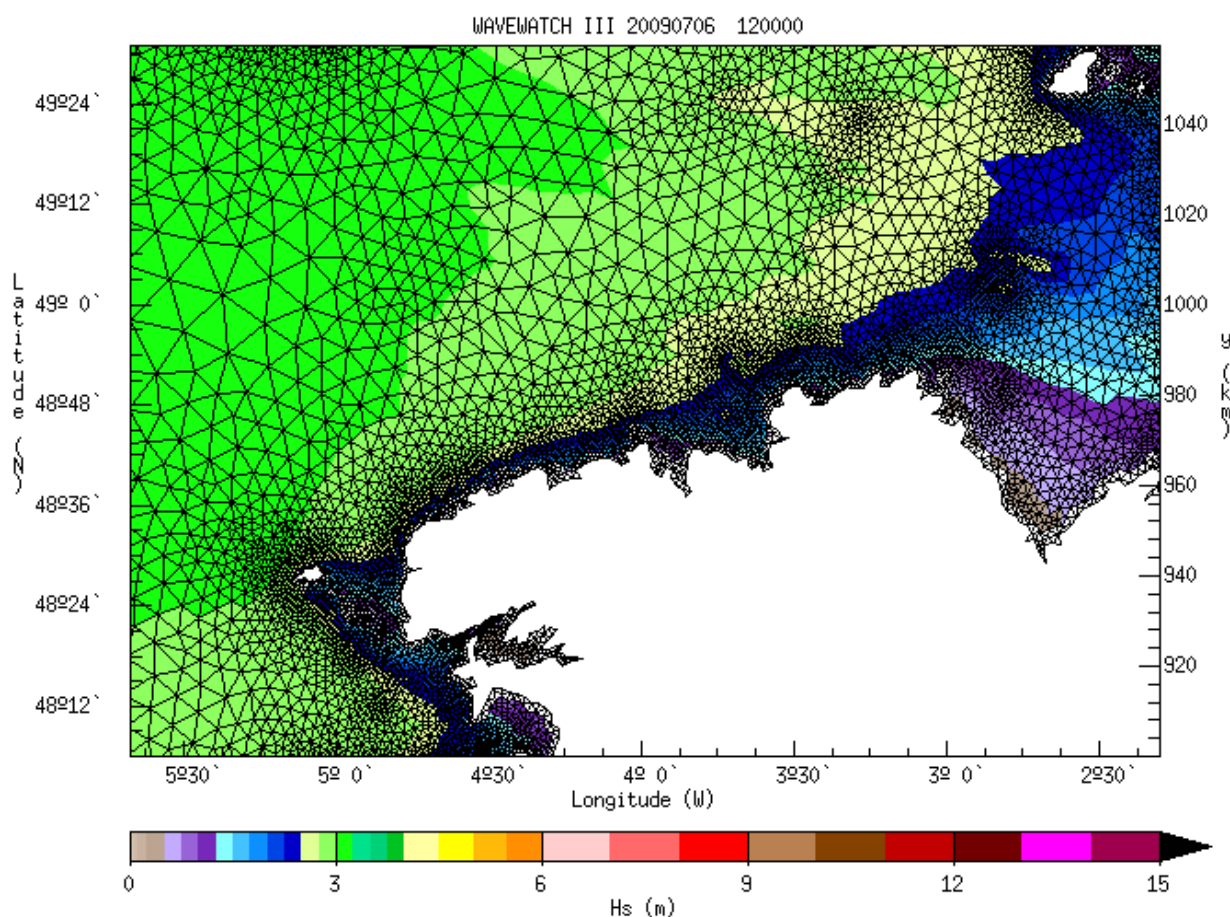


Figure 3 : Prévision de vagues par le modèle WAVEWATCH III

#### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)

#### Annexe 4 : Centres de données « satellite » pour les SST (température et salinité de surface)

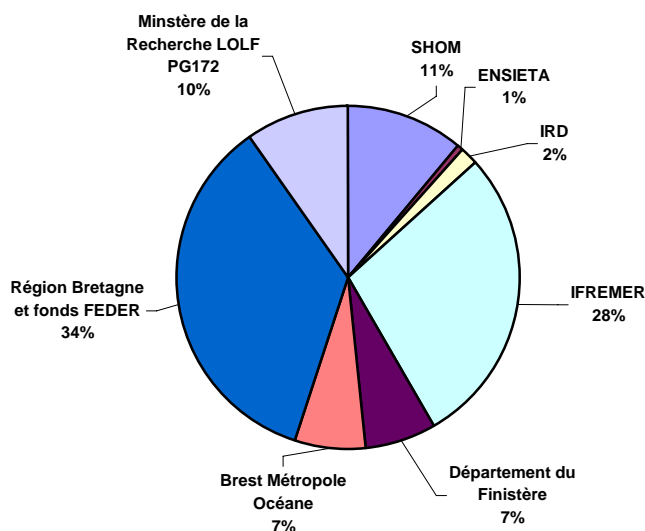
Le satellite SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity), qui devrait être lancé le 4 novembre prochain, aura notamment pour mission d'étudier le contenu en sel de la surface des océans. SMOS fournira des informations inédites pour aider à mieux comprendre l'évolution du phénomène de changement climatique dans le temps et à mieux en mesurer l'ampleur.

L'Ifremer est en charge, avec le CNES et le CESBIO (Centre d'études spatiales de la biosphère) du Centre Aval des Traitement des Données SMOS, qui sera sur le centre Ifremer de Bretagne. Les 1ères données exploitables seront diffusées début 2010.

Ces données feront également l'objet de validation automatique par calcul. Le projet CATDS (Centre Aval de Traitement des Données du satellite SMOS) va augmenter sensiblement le volume des données à traiter avec une contrainte « temps réel » serrée.

#### Annexe 5 : détail du financement

Le financement global est de 3M€ dont 2,6M€ intégrés au CPER Bretagne 2007-2013



#### Contacts presse :

Ifremer Bretagne : Brigitte Millet – 02 98 22 40 05 - [brigitte.millet@ifremer.fr](mailto:brigitte.millet@ifremer.fr)

Service Presse : Marion Le Foll – Johanna Martin – 01 46 48 22 42/40 – [presse@ifremer.fr](mailto:presse@ifremer.fr)