

Commentaires sur le rapport de prospective scientifique provisoire (version du 17 juillet 2013)

Les différents ingénieurs et chercheurs du SHOM qui ont participé aux différentes sessions de discussions ont analysé le document provisoire rédigé par le comité de pilotage de la prospective et soumettent les remarques suivantes :

Constat 1 : Le document rend bien compte des différentes orientations scientifiques discutées en séance, mais va au delà de la simple prospective scientifique

Le séminaire d'Autrans et les journées de Paris et de Toulouse ont permis d'esquisser différentes directions vers lesquelles la communauté nationale de l'océanographie opérationnelle envisage de s'engager. Au stade du comité de prospective, les priorités, les recommandations, les outils et la structuration de la communauté n'ont pas été abordés. Le document provisoire présente un projet qui définit des priorités, qui émet des recommandations, et qui va donc très au-delà des discussions qui ont eu lieu.

Le comité de pilotage de la prospective a fait le choix dans sa rédaction d'aller plus loin que le projet scientifique en suggérant une structuration autour d'un projet « tout générique » définie par ses soins. Si le rapport de prospective veut aller sur le terrain de la structuration de la communauté, alors il doit rendre compte de très près le besoin, la mission et les contraintes des organismes ainsi que l'adéquation entre la solution proposée et le service rendu pour l'organisme. Cela paraît difficile sans avoir associé aux travaux du comité de pilotage 3 des 5 associés de Mercator-Océan.

Recommandation 1 : se limiter à un rapport de prospective scientifique en se concentrant sur l'intérêt scientifique des différentes orientations envisagées du projet

Constat 2 : L'analyse inter-organismes doit être approfondie

Le rapport provisoire du comité de pilotage de la prospective se concentre sur les activités actuellement incluses dans des projets inter-organismes (Mercator-Océan, Coriolis, Previmer). Il fait largement l'impasse sur les synergies à trouver entre ces activités et les activités propres des organismes qui participent également au développement de l'océanographie opérationnelle nationale.

Recommandation 2: Améliorer la prise en compte des activités propres aux organismes nationaux

Constat 3 : Le cloisonnement recherche/opérationnel et le changement de paradigme

Le rapport souligne la nécessité de changer de paradigme « *la communauté recherche n'est plus là principalement pour aider à construire un système avec les acteurs de l'opérationnel, mais est un partenaire au sein d'une coopération plus intégrée, avec répartition des efforts en fonction du savoir-faire de chacun, de ses missions propres et des bénéfices mutuels à en retirer.* ». En ce qui concerne le domaine hauturier, de nombreuses activités de R&D ont basculé des laboratoires de recherche vers Mercator-Océan au fur et à mesure des années. Le changement de paradigme proposé n'est donc que le retour au fondement même de Mercator : L'entité opérationnelle se concentre sur le développement des systèmes et l'intégration des avancées acquises dans les laboratoires.

Recommandation 3 : Approfondir la réflexion sur la « relocalisation » de la recherche dans le domaine hauturier de Mercator-Océan vers les laboratoires.

Recommandation 4 : Éviter de réitérer des développements sans partage des efforts de R&D avec la communauté scientifique

Recommandation 5 : Étudier une extension des mécanismes d'échanges opérationnel-recherche aux activités opérationnelles propres des organismes (hors projets inter-organismes). Une voie qui paraît envisageable serait de faire une session spécifique pour ces activités aux journées GMMC. L'objectif est de promouvoir la mutualisation des outils et les coopérations.

Constat 4 : Les gammes d'échelles et les besoins associés ont besoin d'être clarifiés

Le projet discuté lors de la prospective et présenté en séance le 25 avril proposait :

- un tronc généraliste global
- une branche côtière multi-modèles (régional ou côtier selon le document préparatoire)
- une interface vers le littoral
- un système de relocalisation

La version rédigée par le comité de pilotage de la prospective propose :

- un système global généraliste
- un système régional généraliste relocalisable
- un système côtier généraliste relocalisable multi-modèles
- une capacité d'interactions avec des systèmes spécialisés

Comme proposé dans l'ensemble des documents qui ont circulé lors de la prospective, la réflexion doit être organisée autour de 3 échelles : global, régional/côtier, littoral.

Il est souvent difficile de donner des définitions claires et universelles pour les échelles spatiales. La recommandation à suivre propose de revenir à ce qui a été discuté en séance, même si les termes sont imparfaits. Pour l'instant, le comité de prospective a travaillé sur une gamme d'échelons simplifiée (ce qui est plutôt judicieux pour faciliter les interactions entre les différentes communautés si on crée des chantiers à l'issue de la prospective.).

Faisons l'exercice sur à partir d'une gamme plus étendue :

		Échelle spatiale typique	Caractéristiques simplifiées
E1	Global	Tout le globe	Physique hauturière
E2	Modèle de bassin/façade	5000km	Physique hauturière améliorée, résolution augmentée par rapport au global car emprise plus faible.
E3	Modèle régional (côtier au sens des zones)	1000km	Selon la définition retenue, englobe le plateau, la pente et une portion de plaine abyssale (a minima la zone d'ajustement avec les frontières

	économiques exclusives)		ouvertes). Introduction indispensable de la marée. Une physique capable de bien reproduire le passage du talus est indispensable et suivant les zones, une physique côtière est utile voire indispensable (par rapport en Manche). Modèle typiquement utilisé en océanographie côtière opérationnelle.
E4	Modèle de plateau interne (côtier au sens maritime)	100km	Suivant la largeur du plateau, il doit ou non être capable de reproduire fidèlement les processus liés au talus continental. Dans les autres cas il contient plutôt une physique côtière voire littorale.
E5	Modèle littoral	10km	Modèle qui vise surtout à reproduire la zone de déferlement des vagues (de largeur variable suivant les régions).

Le rapport provisoire a finalement réuni E2 et E3 alors que les documents de travail plaçaient E3 avec E4 (qui sont plus proches en terme de physique). Le document doit être plus précis sur le positionnement du « système régional ». La version actuelle propose une résolution typique de l'échelon E3 avec une échelle E2 :

« Un système régional pouvant couvrir jusqu'à l'échelle d'un bassin océanique (Atlantique Nord par exemple), permettant une focalisation sur les façades métropolitaines, sera opérationnel avec une plus haute résolution pour résoudre les échelles caractéristiques de la dynamique de plateau et de talus (de l'ordre de quelques centaines de mètres à 45°N, soit ~1/108°). »

La recommandation ci-dessous propose donc de revenir aux 3 niveaux :

- l'échelle globale avec le modèle global E1 et éventuellement un modèle de bassin E2 pour préparer la version ultérieure du global)
- l'échelle côtière avec 2 niveaux d'emprise (régionale E3 et côtière E2)
- le littoral E5

Le comité de prospective a basé l'ensemble de ses travaux sur la première architecture, il n'est pas opportun de changer au moment de la rédaction.

Recommandation 6: reprendre les 3 niveaux d'échelle spatiale global/côtier/littoral qui figurent dans les documents de travail.

Recommandation 7: lancer un chantier littoral : si la maturité à court terme est peut-être insuffisante, il y a clairement des services d'intérêt général à rendre dans ce domaine à l'horizon 2025. C'est peut-être aussi se donner une seconde chance d'élargir la communauté océanographie opérationnelle dans le domaine proche de la côte.

Constat 5 : le passage du généraliste aux approches fédératrices n'est pas introduit au bon échelon

Le modèle global doit être généraliste (raison d'être du projet Mercator). Un modèle global à haute résolution est extrêmement coûteux à la fois en développement, en validation et en coût calcul. De ce fait, pour cette échelle, l'option d'un modèle unique, muni d'un paramétrage unique (résolution exceptée) offrant le meilleur compromis pour répondre à l'ensemble des besoins dans l'ensemble des régions du monde a été retenue. Chaque organisme a jugé que les défauts induits par le caractère généraliste par rapport à une « alternative maison » sont compensés par le surcroît de ressources informatiques disponibles et de validation (a minima en terme de ratio coût performances).

A l'échelle locale (littorale à régionale) les modèles sont nécessairement spécialisés. Le caractère sur-mesure du côtier est inéluctable, et ce pour de nombreuses raisons :

- pour corriger les erreurs engendrées par le caractère unique du paramétrage du modèle généraliste. Y compris « à modèle constant », adapter le paramétrage localement permet d'améliorer la performance par rapport au modèle global. Prenons l'exemple de la répartition des niveaux verticaux : Dans un modèle global, le même choix doit être acceptable pour représenter la convection dans la mer du Labrador, les couches barrières dans l'océan tropical, les courants de gravité au détroit de Gibraltar, etc... Dans le modèle régional, on peut adapter la répartition des couches suivant les processus majeurs à l'oeuvre dans la zone.
- Pour avoir une représentation plus complexe (et donc plus coûteuse numériquement) des processus impactant la problématique opérationnelle étudiée.

Le multi-modèles, force ou faiblesse au niveau opérationnel ?

Le multi-modèles comporte un point faible, celui de dupliquer le développement des avancées techniques, les efforts de validation et de maintenance des codes. Ce point faible doit être mis en regard avec le surcoût de développement, de maintenance et de validation d'un modèle unique. Si la communauté veut proposer du mono-modèle, alors elle doit s'interroger sur notre capacité à l'horizon de la prospective et ce dans la durée de concentrer dans un modèle l'ensemble des capacités qui seront vraisemblablement à l'oeuvre dans des systèmes opérationnels de 2025 : coordonnées verticales z, sigma, isopycnales, hybrides de tous genres, schémas numériques d'ordre peu/élevés et d'ordre élevés, grilles structurées et non structurées, termes non-hydrostatiques, etc... Pour le reste, l'approche multi-modèles ne comporte que des avantages :

- Comparaisons croisées qui favorise la détection des erreurs/limites des modèles
- Fourniture d'une estimation de l'incertitude sur les prévisions
- Innovation favorisée car on peut choisir le modèle le plus adapté pour tester une approche innovante
- Capacité à proposer des produits « mixtes » issus de plusieurs modèles
- Possibilité de méthodes d'assimilation ensemblistes tirant partie des différences entre les modèles.
- Nous avons eu des discussions sur la différenciation par rapport aux centres de prévision météorologiques. Une structuration bien huilée autour du multi-modèles

est de nature à repousser la menace car elle améliorera sensiblement le service aux utilisateurs.

A quelle échelle passer du généraliste au multi-modèles ?

Il doit se faire du global au régional pour les raisons suivantes :

- les corrections des biais du modèle global se fait à la fois par l'adaptation du paramétrage et par un ajout de physique.
- Si les modèles spécialisés devaient s'appuyer sur des zooms régionaux généralistes, alors il faudrait paver les océans en quasi-totalité... Donc pour développer une service spécialisé pour réagir à un événement sur une nouvelle zone, on devrait développer un nouveau zoom généraliste puis un nouveau modèle spécialisé. Il y a une duplication d'effort peu envisageable.
- Plus on fait le passage à fine échelle, plus on doit échanger de volume de données car la résolution des champs est supérieure et la fréquence temporelle d'échantillonnage doit être augmentée pour restituer correctement les processus de haute fréquence.

Recommandation 8 : Introduire le multi-modèles à l'échelon régional et afficher un changement de paradigme « le multi-modèles n'est plus une faiblesse mais une force »

Recommandation 9 : Préciser le périmètre du système régional (modèle de bassin, ou vrai modèle régional)

Recommandation 10 : proposer un positionnement d'un éventuel modèle de bassin par rapport au système global, expliciter son utilité (par exemple en tant que prototype de la version suivante du système global)

Constat 6 : La discussion sur les options 1/36° déterministe et 1/12° probabiliste doit figurer dans le rapport.

Le rapport ne présente pas les arguments en faveur de l'un ou de l'autre, de l'intérêt/possibilité d'avoir les deux, des enjeux à long terme. Il précise néanmoins que « la cible est composée d'un système déterministe de haute résolution (au moins 1/36°), associé à un système ensembliste/probabiliste de plus basse résolution si nécessaire (au moins 1/12°) », ce qui met explicitement une priorité plus forte sur le 1/36°.

Le groupe de travail du 25 avril a pourtant montré que la communauté scientifique s'accordait globalement sur le fait que le 1/12° probabiliste serait vraisemblablement plus performant à l'horizon 2025. La communauté hauturière trouve un intérêt au 1/36° en tant que vitrine technologique. La communauté côtière, dépendante de la qualité du modèle global pour le forçage de ses modèles régionaux, est plus attaché au saut qualitatif attendu de l'introduction de méthodes d'assimilation plus proches de l'état de l'art.

Recommandation 11 : préciser les mérites relatifs des 2 options (non exclusives).

Recommandation 12 : accorder une importance prioritaire aux travaux de recherche sur le 1/12° probabiliste par rapport au 1/36° déterministe pour le modèle global.

Constat 7 : Les discussions sur l'introduction de la marée dans le système global

doivent figurés dans le rapport.

Ce chantier pose question à tous. L'intérêt opérationnel est limité, une version sans marée étant quasi indispensable pour la fourniture de conditions aux limites. L'intérêt dans le domaine hauturier est faible car les courants sont de faibles intensités. L'intérêt dans les zones côtières est incertain car elles sont couvertes par des modèles régionaux qui sont forcés par des modèles «sur-mesure » comme NEA dont le niveau de performance sera difficile à atteindre par un modèle de circulation générale classique. Il reste l'intérêt scientifique, qui n'a été que peu abordé.

Recommandation 13 : indiquer plus clairement dans le document les interrogations sur l'opportunité d'ouvrir ce chantier qui serait très consommateur de potentiel.

Recommandation 14 : Évaluer l'innovation scientifique et la comparer aux efforts à réaliser.

Constat 8 : Les considérations du comité de pilotage de la prospective sur les outils numériques doivent reposer sur des arguments techniques et scientifiques.

La question des outils numériques n'a été que peu abordée en séance mis à part pour souligner la nécessité d'avoir une approche multi-modèles dans le domaine littoral/côtier. Les démarches de rationalisation des codes numériques ont été abordées. La discussion sur les différents outils numériques présente dans le rapport vient essentiellement des avis personnels des membres du comité de pilotage de la prospective.

Il est noté qu'un paragraphe intitulé « Les codes numériques et l'évolution de NEMO » ne parle que de NEMO ou presque. Sur la forme du paragraphe, la multiplication des locutions comme « Il est évident que », « très vertueux », « C'est évident que » ou encore « très concertée » ne paraît pas très opportune. Elle apparaît même comme symptomatique d'une rédaction orientée.

Pourtant, l'ensemble de la communauté aspire à une rationalisation de « l'infrastructure des codes numériques » et dispose d'un cadre pour progresser de façon rationnelle dans cette direction.

Pour que l'exercice de prospective soit fructueux, l'objectif pertinent paraît être de fixer des cibles à atteindre en terme scientifique (de processus représentés, de propriétés numériques) plutôt que de choisir le nom du modèle à l'horizon 12 ans.

Quels points à préciser

- « Un retard à rattraper pour l'océanographie côtière opérationnelle par rapport à l'océan hauturier, nécessitant un interfaçage mieux construit et plus continu du large à la côte »

La phrase est énigmatique. L'océan hauturier paraît couvert de façon plus achevée mais c'est parce qu'on en a lissé les aspérités en choisissant une approche simplifiée générique.

Recommandation 15 : préciser le retard en question et la notion de « continuité du large à la côte ».

- le programme national d'océanographie opérationnelle militaire est présenté de façon très orientée et imprécise

Recommandation 16 : A défaut d'avoir contacté le SHOM, remplacer le dernier paragraphe du §2.2.2 sur les activités du SHOM par le paragraphe suivant :

Le SHOM mène des activités de R&D et opère des capacités de prévision océanographique opérationnelles depuis plus de 20 ans.

Le programme OZONE (Océanographie Opérationnelle et Observation) coordonne les activités et contributions du SHOM en matière d'océanographie opérationnelle pour le soutien de la défense et les besoins de service public. Le programme comporte 3 volets : observations, modélisation et prévision. Une partie des activités correspondantes est réalisée dans le cadre de PREVIMER. Le volet observation inclut le développement d'instrumentation, des activités d'observation à la mer et les activités de qualification/validation (intégrées à Coriolis). Le volet modélisation comporte plusieurs composantes : une composante permanente et globale s'appuyant en particulier sur Mercator-Océan et une composante réactive sur mesure pour la fourniture de prévisions hydrodynamiques et d'états de mer aux échelles régionale à littorale dans les zones et les périodes de crise. Cette composante est basée sur les résultats du programme d'étude amont MOUTON (2001-2010, Modélisation Océanique d'Un Théâtre d'Opérations Navales) visant à doter les forces d'une capacité nationale de prévision à l'échelle régionale. La capacité, basée sur HYCOM (seul modèle de la communauté scientifique nationale en coordonnées hybrides isopycnales – pression développé conjointement avec des partenaires français, européens et américains), est opérationnelle depuis 2011, est actuellement étendue à l'ensemble des zones d'intérêt et acquiert un caractère opérationnel permanent. Le programme PROTEVS (2010-2018, Prévision Océanique Turbidité Écoulement Vagues et Sédimentologie) vise à construire à l'horizon 2020 un système de prévision intégré des paramètres physiques de l'environnement marin de l'échelle régional jusqu'au littoral. Le dernier volet « prévision » est assuré par le système SOAP (Système Opérationnel d'Analyse et de Prévision) opéré par une cellule de prévisionnistes-océanographes, assurant la production et la diffusion quotidienne des services à plus-value notamment pour la défense.

- le modèle HYCOM est également présenté de façon très orientée au §3.2.9

Le modèle HYCOM est en effet également un modèle communautaire reposant sur un consortium auquel participent notamment les américains et des partenaires européens, tels que les Norvégiens, les Portugais et la France (SHOM). Les activités du SHOM ne sont pas limités par ailleurs au seul périmètre opérationnel mais sont réalisées également dans le domaine R&D sur ce modèle.

- le contexte de l'articulation entre le domaine de la recherche et le domaine opérationnel est mal décrit au §3.3

La dernière phrase du §3.3 est erronée : « plusieurs organismes (Ifremer, Météo-France, SHOM) souhaitent désormais s'affirmer de façon plus concrète dans le domaine opérationnel ». D'une part ces trois organismes sont les associés de MERCATOR océan depuis sa création et d'autre part le SHOM a des activités dans le domaine opérationnel depuis plus de 20 ans.

- La notion de service océanographique opérationnel futur devrait plutôt être considéré au pluriel. Il existera nécessairement différents services opérationnels en fonction des organismes opérateurs et des besoins des utilisateurs. Le §4.1 devrait être amendé en ce sens.
- La prospective scientifique n'intègre pas assez la dimension européenne et les coopérations nécessaires avec les nations en océanographie opérationnelle (R&D), et par exemple aussi avec l'ECMWF dans le domaine du climat. Il conviendrait de préciser dans quels domaines les efforts de recherche peuvent être partagés au

niveau européen et quels sont ceux sur lesquels la France peut réduire ces efforts en s'appuyant sur d'autres partenaires européens. La prospective scientifique suggère trop que tous les efforts sont menés par la seule communauté scientifique nationale.

- La notion de système intégrateur générique évoquée à plusieurs reprises mériterait d'être précisée.