

Analyse du document « Prospective scientifique Océanographie Opérationnelle »

Ce document, transmis par le comité de pilotage mi-juillet, présente une synthèse des travaux s'étendant sur une année. La rédaction est claire, bien construite et instructive.

Le document contient une information intéressante sur le développement de l'OO et une vision assez largement partagée sur le trajet accompli et la projection qui en découle.

La qualité de l'analyse est souvent pertinente et met en exergue des questions importantes.

Pour aller encore plus avant dans cette analyse, je vous propose quelques points qui me semblent mériter encore un effort :

- **Le texte, souvent déclaratif, mériterait d'être consolidé avec des références et des chiffres.**
- **Très peu de chiffres et de données quantitatives sont fournis**, que ce soit en termes de puissance de calcul, de stockage, de flux, ou de ressources humaines. Le document est peu cadré « techniquement », ne serait-ce que pour décrire l'état de l'art. Il serait intéressant de rappeler quelques chiffres sur la production opérationnelle, hauturière et côtière, de préciser les échéances de prévision, de fournir des scores, de donner des éléments de mesure de qualité du système plus parlant en termes de prévision opérationnelle qu'en résolution spatiale du code numérique. Il faudrait faire cette analyse sur l'état de l'art, puis imaginer l'objectif stratégique à 10 ans. Ceci est à décliner ensuite dans le cadre de schéma intégré où il faut réfléchir aux poids relatifs entre résolution de modélisation et assimilation des observations.
- **L'état de l'art, au niveau international, est très inégalement décrit et souvent parcellaire.** Dire que les codes les plus utilisés pour la *modélisation hauturière* sont NEMO et HYCOM, c'est oublier POP, MOM, ECCO ... De même, le paysage des *réanalyses océaniques* est beaucoup plus vaste que ce qui est décrit : par exemple US-Clivar en affiche 7 dont celle de Hycom qui se distingue par son focus sur la meso-échelle. En *assimilation de données*, il serait également utile de présenter une analyse plus fine du contexte international et des enjeux. Le paysage international en *océanographie côtière* est pauvre ; on se trouve dans la situation des modèles régionaux d'atmosphère d'il y a une quinzaine d'années : chacun fait son modèle dans sa zone d'étude : la France est loin d'être leader dans ce domaine qui souffre d'une grande dispersion et de très peu d'exercices croisés (à ce titre, l'ANR COMODO ouvre une voie intéressante, qu'il faudrait internationaliser).
- La partie **Prospective à 10 ans** sur les systèmes de modélisation parle d'un tronc commun d'échelle globale qui fournit le contexte aux systèmes régionaux et côtiers. **Elle propose des enjeux technologiques** et donc étroitement liée aux moyens qui seront disponibles, mais ceux-ci ne sont pas déclinés. La distinction global/régional/côtière est-elle justifiée à 10 ans ?
- **Les chantiers scientifiques structurants** : on ne retrouve pas les grandes priorités qui avaient été discutées lors de la prospective OA comme les grands chantiers régionaux (Méditerranée, Arctique), la prévision climatique régionale, ou les questions d'interfaces qui devraient être plus prioritaires.

Analyse plus détaillée

P6 : c'est bien de citer les *programmes* qui ont eu un impact direct sur la construction de l'océanographie opérationnelle. Il manque sans doute le TOSCA et les programmes ESA/EUMETSAT pour les filières spatiales.

Le discours sur *PREVIMER* devrait être revu : un dispositif a certes été élaboré pour mettre en place des acteurs et fournir des flux d'informations aux usagers potentiels mais très peu a été fait pour étudier sa consolidation, et donc sa « pérennisation ». Il y a des étapes à franchir pour passer d'un démonstrateur à l'opérationnel, ne serait-ce qu'en dimensionnement des flux d'informations. Le passage à une stratégie nationale consolidée dans ce domaine s'impose.

P8 : la prévision opérationnelle en océanographie ne dépend pas que des observations, d'un bon modèle et de l'assimilation ... l'océan dépend aussi des flux aux interfaces, avec le littoral vers le continent, et avec l'état de mer vers l'atmosphère. Le poids de ces conditions aux limites est non négligeable et doit être inclus dans la description du système.

L'émergence des modèles aux équations primitives date des travaux de Cox et Bryan, au GFDL, plutôt dans les années 70 que 90.

P9 : on ne peut discuter des observations sans parler d'échelles de représentativité, et donc d'enjeux scientifiques. Le mot « suffisant » n'est pas « suffisant ». On le voit bien quand on discute du cadre des ECV dans GCOS. Les observations ont des spécificités d'échelles et de couverture, qui ouvrent des débats difficiles. L'approche OSSE a encore été peu utilisée en océano avec l'argument que le système était déjà sous contraint, ce qui n'est peut-être plus vrai pour toutes les variables (par exemple, la température de la surface de la mer). On ne peut pas raisonner sur la résolution sans préciser le contexte scientifique et une des questions très ouvertes à traiter est celle du poids de la résolution à accorder aux conditions de surface par rapport à la colonne d'eau.

Le terme « climatologies » doit être précisé quant à sa définition et à son contenu. Pour pouvoir définir la valeur « climatologique » d'une variable, il faut un certain nombre d'années, de l'ordre de 30 ans pour l'atmosphère, cela devrait être plus long encore pour l'océan.

Il est écrit dans le paragraphe sur Coriolis que le système d'observation est à consolider pour le côtier en s'appuyant sur les gliders et les radars. C'est sans doute vrai mais il faut expliquer pourquoi. On ne peut pas encore se baser sur des analyses car il n'y en a pas (pas d'assimilation dans le système démonstrateur PREVIMER). Il y a dans ce domaine un travail gigantesque à faire sur la valeur des données côtières et le poids qu'elles auraient dans les systèmes d'analyse.

P11 : Le texte pointe bien sur les processus d'échelles fines qui interviennent dans les couplages aux interfaces. Cependant, puisque l'objectif est d'aller vers du « *seamless* » de l'échelle mondiale/décennale jusqu'au métrique du littoral, il ne faut pas oublier les contraintes de grande échelle : conservation globale de masse, de chaleur, de quantité de mouvement, de moment angulaire ... Ces contraintes globales conduisent à des réajustements de grande échelle dont il faut considérer l'impact, surtout si on vise à une contribution de l'OO à la prévision décennale et aux études climatiques.

P12 : Les méthodes retenues *en assimilation de données* ont privilégié le poids de la modélisation par rapport à l'assimilation (4DVAR trop cher). C'est une décision factuelle qui dépend du contexte et de choix de priorité. Il faut prévoir des réévaluations régulières sur des critères de performance.

P13 : La démarche de « *systèmes intégrés* » est une priorité qui reste à inventer dans le côtier.

Le paysage des *réanalyses océaniques* est beaucoup plus vaste que ce qui est décrit : par exemple US-Clivar en affiche 7 dont celle de Hycom qui se distingue par son focus sur la meso-échelle, mais ce n'est peut-être pas la propriété la plus recherchée pour s'attaquer au climat ? Tous les centres qui se sont attaqués à la prévision saisonnière ont dû préparer des analyses océaniques (voir ORAS4 d'ECMWF par exemple). Si GLORYS est vraiment exceptionnel et au-dessus des réanalyses fournies par les autres pays, il faut le montrer par des travaux référencés.

Le climat a souvent besoin d'un recul temporel de plusieurs décennies.

P14 : La *capacité de focus* est très intéressante et il est bien noté qu'on atteint là les limites des interfaces.

P16 : Ce n'est pas parce que le *modèle est global* qu'il est pertinent pour faire des études de climat. L'argument avancé pour la *faiblesse* de l'utilisation des réanalyses pour les études de climat n'est pas convaincant.

P18 : Le positionnement de l'OO par rapport aux attentes des *chantiers Arctique et Méditerranée* manque de précision et de déclinaison des enjeux.

P19 : *Etendre MERCATOR/CORIOLIS* est une bonne idée mais au-delà du concept, il faut en estimer la faisabilité matérielle, humaine et institutionnelle. La vision défendue ici est scientifique. L'intérêt de l'OO pour Météo-France (prévision météorologique, extrêmes, état de la mer, surcote, vague; prévision saisonnière à décennale ...) n'est pas décliné.

P20 : Le paragraphe 5.1 parle de l'exemple des centres étrangers pour montrer la stratégie en matière de prévision étendue. Y inclure ce que fait Météo-France. C'est le premier endroit où on décline les besoins en termes de prévision mais ils ne sont pas scientifiquement spécifiés. Devenir un acteur de la mise en œuvre *d'un système de prévision intégré Terre* est un objectif intéressant, très ambitieux qui demande une démarche partagée avec d'autres disciplines et la prise en compte de nouvelles compétences afin d'assurer la cohérence des interfaces physiques, chimiques, dynamiques et biologiques.

P 23 : Le *système intégré d'échelle globale* vise une nouvelle descente d'échelles spatiales. Rien n'est dit sur la cible en termes de temps. Pourquoi ? Quelles sont les insuffisances en termes d'échelles du système actuel qui justifie cette nouvelle cible ? Est-on certain que la résolution y pourvoira ? L'analyse prospective devrait donner plus de poids aux enjeux de propriétés globales du système qui conditionnent les ajustements de grande échelle, à long terme. Plus de poids aux contraintes d'interface et à leur cohérence serait également bienvenu.

Le projet devrait se doter d'un cadre d'évaluation en termes de qualité d'analyse et de prévision qui puisse mesurer ce qui est gagné en termes d'information à chaque modification, compte tenu des missions de services identifiées.

P25 : Le *système d'échelle régionale*, entre le global et le côtier, se justifie-t-il à l'horizon de 10 ans ? Certaines parties sont très redondantes entre ces deux autres thèmes et l'approche *seamless* pourrait sans doute se passer de ce niveau intermédiaire.

P26 : La première priorité pour le côtier est de mettre en place la notion de système intégré et de réfléchir au meilleur parti à tirer de l'information des données afin de guider les réseaux d'observation à mettre en place. Ce système intégré permettra d'étayer des estimations en termes de moyens et de coûts pour défendre une approche opérationnelle (compromis entre modélisation/flux de données/assimilation et production en temps réel). A noter que cela doit s'inscrire dans un contexte institutionnel où il existe déjà des missions de service public concernant le domaine côtier.