

Production d'un carroyage en mer, pour la synthèse des données d'activités, d'usages et d'environnement

1 – Contexte

Les informations géographiques en mer sont multiples, à différentes échelles et différents pas de temps : localisation ponctuelle d'espèces ou de pollutions, délimitation précises d'espaces protégés, données rastérisées sur différents paramètres océanographiques comme les ondes de marées ou la chlorophylle, données à petite échelle de la répartition générale des habitats, mesures ponctuelles ou linéaires de paramètres de qualité de l'eau, données de positionnement et de vitesse des bateaux, périmètres des activités maritimes comme le clapage et l'extraction de granulats...

Afin de pouvoir étudier conjointement ces données, il est utile de pouvoir disposer d'une grille continue et régulière sur le domaine marin. Ainsi, le Cerema et l'Agence française pour la biodiversité ont développé un **carroyage régulier de 1 minute sur 1 minute**, avec la possibilité de le décliner à des échelles plus petites. Un carroyage de 3 minutes sur 3 minutes a ainsi été produit pour répondre à des demandes spécifiques telles que l'appui à la réalisation de politiques publiques (énergies marines renouvelables, documents stratégiques de façade, Directive cadre Stratégie pour le milieu marin, ...) ou le porter à connaissance à petite échelle (outil statistique de l'ONML).

Le projet actuel porte sur la couverture des façades maritimes métropolitaines, dans la limite des eaux sous juridiction. Les espaces maritimes des départements d'outre-mer seront concernés dans un second temps.

Le carroyage est en parfaite cohérence géométrique avec les référentiels existants tels que le carroyage MARSDEN, les rectangles statistiques du Système d'Information Halieutique, du CIEM, les zones de pêches FAO, les sous régions marines de la directive cadre stratégie pour le milieu marin – DCSMM et le carroyage Valpena. Cette cohérence garantit ainsi la mise en relation directe et l'agrégation des informations entre carroyages aux différentes résolutions.

La production de ce carroyage s'inscrit pleinement dans plusieurs dossiers en cours et permet des échanges entre tous les acteurs concernés produisant des informations compatibles : analyses spatiales produites pour la rédaction des documents stratégiques de façade, production de cartographies de synthèse de l'état des écosystèmes et des activités humaines en mer dans le cadre du projet Carpe Diem et du suivi de la DCSMM.

Ce travail s'inscrit, par ailleurs, dans la démarche initiée par le groupe de travail GIMeL (géoinformations pour la mer et le littoral) visant à mettre en place des informations géographiques de référence sur l'espace marin et littoral français. Il fait, par ailleurs, écho à la mise en œuvre de la directive sur la planification de l'espace maritime.

Les maîtres d'ouvrage de ce standard sont la DEB et la DML qui, au titre de leurs travaux respectifs sur la DCSMM et les DSF, ont besoin de disposer d'un même socle géographique.

2 - Equipe projet constituée

Ce projet s'inscrit dans le cadre du groupe de travail GIMeL pour lequel un sous-groupe dédié au carroyage a été constitué. Sous le pilotage de Sébastien Colas de l'ONML, il est composé de :

- DEB : Florence Naizot
- MIG : Olivier Dissard
- Ifremer : Claude Merrien
- MNHN : Guillaume Grech

Le rapportage de ces travaux est réalisé par le Cerema (Pierre Vigné) et l'AFB (Frédéric Quemmerais)

.3 - Les spécifications du carroyage

Les spécifications qui suivent sont le résultat de la réflexion engagée par le sous-groupe de travail et constituent ainsi un premier livrable avant d'envisager la rédaction d'un standard, si cela s'avère nécessaire.

3.1 – Objectifs du carroyage

Ce carroyage est créé à des fins d'agrégation pour des données peu précises ou peu sensibles. Il ne doit en aucun cas être appliqué dans l'agrégation de données précises (par exemple profondeur minimale dans un carreau pour la navigation). Dans ce dernier cas, il sera indispensable de conserver la donnée source ou de disposer d'un carroyage avec une résolution beaucoup plus fine.

Il a vocation à être diffusé et partagé le plus largement possible de manière à permettre la ventilation de données thématiques et ainsi d'enrichir le porter à connaissance et les analyses possibles entre les utilisateurs.

3.2 – La cible, les utilisateurs

Les utilisateurs des carroyages sont multiples avec des utilisations tout aussi diverses :

- gestionnaires d'aires marines protégées afin de définir le contexte dans lequel se situe le site en question : densité d'aires marines, trafic maritime, pollutions, densités d'oiseaux marins...
- services déconcentrés de l'État : synthèses cartographiques pour les documents stratégiques de façade, mise en œuvre de schémas régionaux de développement de telle ou telle activité...
- collectivités locales : connaissance générale de leur environnement marin, développement de politiques maritimes, travail partenarial avec les collectivités voisines...
- services centraux de l'État et établissements publics : synthèse et état des lieux des connaissances biologiques, des pressions exercées sur l'environnement, rapportage aux instances internationales, confrontation des informations avec les pays transfrontaliers...
- universitaires : collecte de données, remontée d'informations standardisées au niveau national, échanges d'informations entre secteurs géographiques et entre universités...

3.3 - Etendue du carroyage

L'objectif final est de disposer d'un carroyage unique couvrant l'espace maritime français de la métropole et des départements d'outre-mer : Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion, Mayotte, celui-ci pouvant ensuite être décliné à des échelles plus petites suivant les besoins

En mer, le carroyage s'étend jusqu'à la frontière ou jusqu'à la limite de la Zone Economique Exclusive (ZEE). A terre, le carroyage est produit sur l'emprise des communes littorales et remonte jusqu'à la limite de salure des eaux dans les zones estuariennes.

3.4 – Système de maillage géographique

Le carroyage produit est défini comme une grille géographique zonée.

En ce qui concerne le référentiel, un nouveau décret est en cours d'écriture qui découle des conclusions du GT "révision du décret 2006" du CNIG. Ainsi il est proposé que le système de référence géographique du carroyage soit compatible avec ce décret à venir.

Le WGS84 est exclu dans tous les territoires sous juridiction des Etats membres. Seul l'ITRS est légal.

Deux solutions sont proposées pour être conforme.

Solution 1 : Il est proposé de retenir l'ETR89 pour la métropole. Et d'utiliser pour l'Outre-mer, les systèmes locaux suivants :

- pour les Antilles françaises: RRAF91 (4558)
- pour la Guyane: RGFG95 (4624)
- pour la Réunion: RGR92 (4627)
- pour Mayotte: RGM04 (4470)

Cette solution présente l'avantage de faciliter les envois de données à l'Agence Européenne de l'Environnement. Mais en revanche elle nécessiterait l'utilisation de plusieurs carroyages : un pour chaque territoire.

Solution 2 :

Cette solution propose l'utilisation de l'EPSG 3857 WGS84 pseudo Mercator de manière à garantir la production d'un carroyage unique sur l'ensemble de l'espace maritime : métropole et Outre-mer.

En fonction des besoins locaux, de reportages européens, les services et les utilisateurs devraient avant tout envoi faire des extractions du carroyage en appliquant l'ETR89.

Remarque : les deux solutions seront soumises pour avis à la MIG.

3.5 – Origine et orientation de la grille

L'origine de la grille coïncide avec le point d'intersection entre l'équateur et le méridien de Greenwich (GRS80 latitude $\phi=0$; GRS80 longitude $\lambda=0$).

Par ailleurs, la grille est orientée sud-nord et ouest-est suivant le quadrillage défini par les méridiens et les parallèles de l'ellipsoïde GRS80.

3.6 - Taille de la maille de référence

Le carroyage offre la possibilité d'agréger (par exemple par dénombrement, sommes, ...) de l'information à partir du moment où les carroyages disposent bien de la même origine et sont parfaitement emboîtés. A titre d'exemple, en procédant par une somme, il est tout à fait possible de calculer un nombre d'heures de présences par maille de 3 minutes, si ce nombre d'heures est connu par maille de 1 minute.

Pour cela, il est proposé de produire un unique carroyage sur la base d'une taille de référence d'une minute de résolution.

Et il est laissé libre à chaque métier, service ou utilisateur de générer d'autres carroyages à des résolutions moindres : 2 minutes, 3 minutes, ..., ou à des résolutions plus grandes ½ minute, ¼ minute, ...

3.7 – Identifiant de chaque maille

Un champ servant d'identifiant est créé. Il permet de repérer de manière unique chaque carreau dans la grille. Il permet aussi aux utilisateurs de faire référence à cet identifiant lors des agrégations de données ou lors de l'intégration dans d'autres carroyages existants.

Pour une cohérence avec le règlement européen, les carreaux de la grille de 1 minute sont identifiés de cette manière :

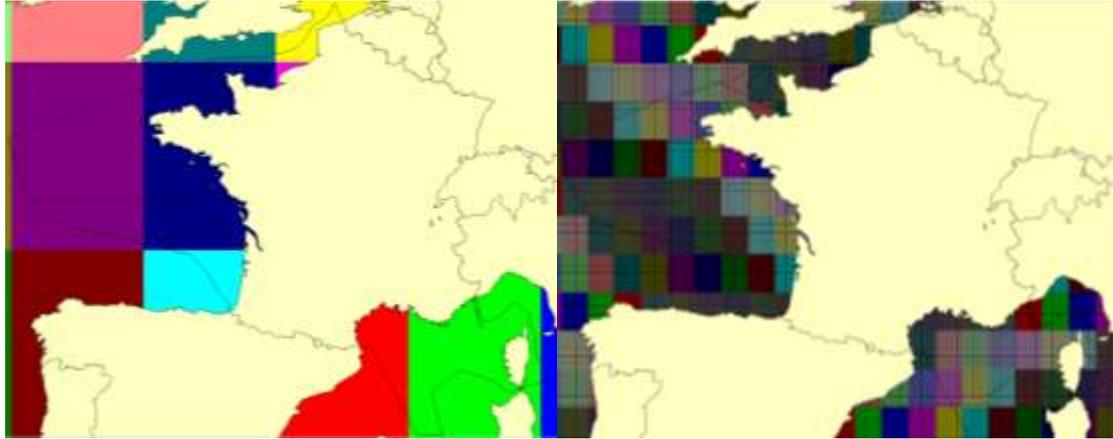
[taille de la maille]_[latitude mini]_[N/S]_[longitude mini]_[E/W]

Où

- taille de la maille = 1 minute dans le présent cas
- latitude mini = latitude du coin bas gauche de la maille
- N/S = Nord ou Sud
- longitude mini = longitude du coin bas gauche
- E/W = Est ou Ouest

3-8 – Cohérence du carroyage avec les carroyages existants

Le carroyage d'une minute est une déclinaison à grande échelle des différents carroyages préexistants. Il est ainsi possible, lorsqu'on le souhaite, d'agréger les valeurs additives afin de représenter l'information avec un niveau moins précis. Ci-dessous, sont présentées les mailles FAO et les mailles du Système d'information halieutique.



Remarque : L'OGC travaille actuellement sur un standard appelé DGGS (Discrete Global Grid Systems) qui devrait permettre d'analyser des données multisources selon un système de carroyage. Le but de ce projet n'est pas de définir un carroyage, mais de définir les avantages à les utiliser, des normes de qualité, les rendre interopérables et normaliser les opérations à mener sur les carroyages.

Voir : <http://www.opengeospatial.org/projects/groups/dggswg>

Un résumé de ce projet sera intégré à cette note.

4 - Illustrations sous la forme d'exemples de traitements avec le carroyage

- Analyse des données descriptives des activités humaines en mer et sur le littoral et de leur intensité et des aménagements (extraction granulats marins, clapage, énergies marines renouvelables, zones de tirs, pêche maritime professionnelle embarquée...);
- analyse des données descriptives de l'environnement marin et littoral (variables physico-chimiques et océanographiques, habitats benthiques et pélagiques, communautés biologiques, espèces et habitats patrimoniaux, fonctions écologiques,...);
- analyse des interactions entre les activités humaines ;
- analyse des interactions entre les activités humaines et l'environnement dans le cadre général du concept DPSIR (Driving force, Pressure, State, Impact, Response) et intégrant une évaluation des effets cumulés aboutissant à la cartographie de zone à risque.

Donner des exemples cartographiques.

5 – Comment ventiler des données dans le carroyage

L'objectif de la ventilation est bien d'affecter des entités dans un maillage unique et de conserver « grossièrement » la forme initiale des objets ventilés.

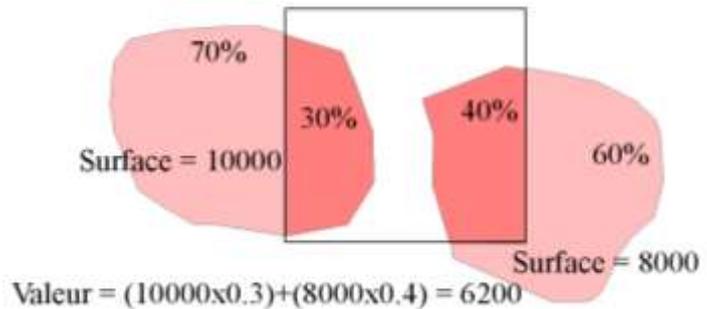
Le « clipping zonal » est une méthode de ventilation des données qui s'appuie sur le principe de contribution d'une entité à un carreau, celle-ci constituant en fait le rapport de la surface du polygone intersecté sur la surface du polygone initial. Le résultat constitue donc un pourcentage qui peut être utilisé pour le transfert de mesures spatiales vers un carroyage.

2 étapes sont à respecter dans le processus de clipping zonal.

Etape 1 : intersection des objets avec le carroyage :

Le principe est le suivant : calcul du polygone d'intersection dans un premier temps. Puis reventilation de la variable associée au polygone en fonction de sa contribution au carreau (ratio de la surface du polygone par rapport à la surface totale).

Principe de calcul de chaque maille: le calcul effectué est la somme pondérée par le ratio géométrique des valeurs des entités que la maille intersecte. →



Etape 2 : règle d'affectation :

Dans la bibliographie, il est souvent proposé ensuite de retenir les carreaux par la règle de la surface majoritaire. Si un carreau est occupé à plus de 50% de sa surface par les entités, alors il prend la valeur des entités. En revanche s'il est occupé à moins de 50%, alors il est considéré comme vide.

Cette règle fonctionne bien pour des carroyages de résolution fine. Ce n'est pas le cas pour la résolution d'une minute. A cette résolution de moyenne-petite échelle, la règle de ventilation va conduire à réduire certains objets soit parce que leur surface n'est pas très grande, soit parce que leur forme est particulière. Ainsi par exemple, les sites Natura 2000 sur les falaises normandes ne sont pas correctement ventilés dans le carroyage parce que leur forme est étirée (très large d'Est en Ouest mais peu profonde du Nord au Sud). Cela conduit à une perte de la forme originelle de l'objet ou à des trous.

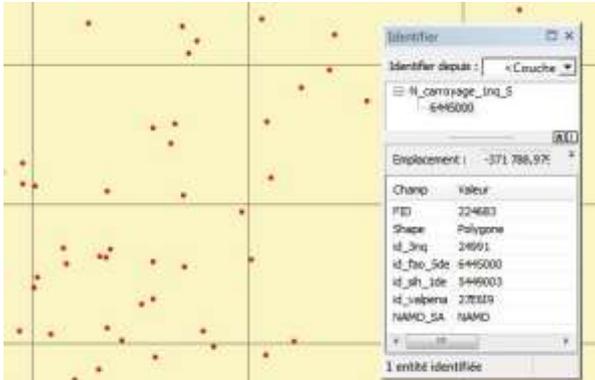
Pour éviter ce type de problème, la note recommande au moment de la ventilation de créer un champ qui contiendra le pourcentage de surface des objets par rapport à la surface de la maille. Ceci permet ainsi à chaque utilisateur et selon ses besoins de retenir un seuil au-delà duquel le carreau est affecté.

Cas particulier des données ponctuelles

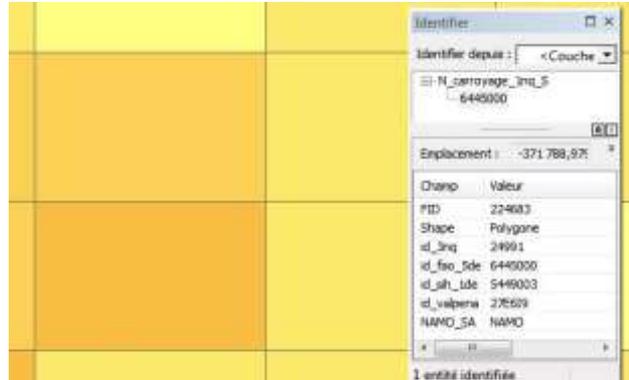
Deux types de ventilation peuvent être rencontrés pour des entités ponctuelles :

- pour ventiler le contour d'informations géographiques (position géographique) comme par exemple des sites d'immersion de sédiments de dragage, la méthode consiste à affecter aux carreaux la valeur des points les intersectant.
- pour ventiler des valeurs attributaires de points (nombre d'heures de pêche par exemple), il est proposé d'intersecter les points dans le carroyage de manière à obtenir pour chaque point l'identifiant du carreau. Puis dans un second temps, des résumés statistiques (somme, moyenne, écart type, ...) pourront être réalisés et affectés aux carreaux.

L'exemple ci-après présente la méthode de ventilation de données VMS (pêche professionnelle) depuis l'affectation pour chaque point VMS de l'identifiant de la maille, jusqu'à un résultat consistant à sommer le nombre d'heures de présence des navires par maille.



Intégration des points et affectation au carroyage



Requête et cartographie du carroyage

Remarque : d'autres méthodes d'interpolation existent. Il est possible de citer la méthode de Kernel, l'inverse proportionnelle de la distance, le krigeage, la méthode Spline. Elles ne sont pas présentées dans la note mais pourront être détaillées si besoin.