RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

agence de l'eau RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE

Ifremer

20 ans de suivi de la contamination chimique des eaux côtières méditerranéennes

Résultats & perspectives

RÉSUMÉ

20 ANS DE SUIVI DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DES EAUX CÔTIÈRES MÉDITERRANÉENNES : RÉSULTATS ET PERSPECTIVES

Ce rapport fait le bilan de la surveillance de la contamination chimique opérée par l'Ifremer, en partenariat avec l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, entre 1998 et 2018. Il présente sur la forme de graphiques et de cartes les principaux résultats obtenus durant cette période ainsi que l'évolution des méthodes et des stratégies de surveillance des eaux côtières de Méditerranée.

TABLE DES MATIÈRES

9 CONTEXTE
- **10** La Directive Cadre sur l'Eau
- **10** La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin
- **11** La Convention de Barcelone

13 STRATÉGIEDE SURVEILLANCE
- **13** Réseau de surveillance ou observatoire ?
- **13** Comment la stratégie spatiale des réseaux de surveillance est-elle définie ?

15 LES RÉSEAUX DE SUIVI DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DANS LES ORGANISMES MARINS
- **15** Le Réseau d'Observation des Contaminants CHimiques matière vivante (ROCCH MV)
- **17** Le Réseau Intégrateur Biologique (RINBIO)
- **20** Le réseau contaminants dans la chaîne trophique en Méditerranée (CONTAMED)

22 LES RÉSEAUX D'OBSERVATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DANS LE MILIEU
- **22** Le Réseau d'Observation des Contaminants CHimiques sédimentaires (ROCCH Sed)
- **23** REMTOX, un réseau de surveillance du potentiel toxique des sédiments
- **25** Les échantillonneurs passifs intégratifs

28 CONTAMINANTS
- **28** Métaux
- **29** Contaminants organiques
- **30** Substances émergentes : nouvelles substances ou problématiques émergentes ?

31 ASSURANCE QUALITÉ ET BANCARISATION DES DONNÉES
- **31** Assurance qualité
- **31** Bancarisation desdonnées

33 ANALYSE ET INTERPRÉTATION
- **33** État
- **35** Tendances

37 RÉSULTATS
- **38** Cadmium (Cd)
- **44** Cuivre (Cu)
- **48** Mercure (Hg)
- **53** Nickel (Ni)
- **58** Plomb (Pb)
- **64** Zinc (Zn)
- **68** Les hydrocarbures polycycliques (HAPs)
- **73** Les polychlorobiphényles (PCBs)
- **78** Le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT)

83 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

87 BILAN SUR LE DISPOSITIF GLOBAL ACTUEL DE SURVEILLANCE ET PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION

89 RÉFÉRENCES

CONTEXTE

La problématique de la surveillance de la contamination chimique s'inscrit dans celle, plus globale, de la gestion du littoral. Sa caractérisation est nécessaire pour programmer correctement les actions de lutte contre la pollution mais aussi pour évaluer l'efficacité des politiques de réduction des rejets (assainissements domestiques, industriels et agricoles). La France est parmi les tout premiers pays européens à s'être doté d'un réseau de surveillance de la qualité chimique du milieu marin, le Réseau National d'Observation (RNO), aujourd'hui Réseau d'Observation des Contaminants Chimiques (ROCCH). Ce dernier ainsi que les réseaux qui l'ont complété sont principalement opérés par l'Ifremer.

Dès le début des années 90, l'agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse a souhaité renforcer sa connaissance de la contamination chimique de la mer Méditerranée. Elle s'est naturellement rapprochée de l'Ifremer qui disposait alors d'une expertise reconnue. L'analyse de l'existant a très rapidement montré la nécessité de compléter la couverture spatio-temporelle de la surveillance chimique en Méditerranée, de définir des grilles de qualité mais aussi d'accompagner la recherche et développement pour mieux comprendre et interpréter les données acquises. L'ambition exprimée, toujours d'actualité, était de **mieux connaitre et comprendre pour bien agir**. Cette ambition est aujourd'hui au cœur du dispositif de coopération entre l'Ifremer et l'agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse.

La surveillance de la contamination chimique des eaux littorales méditerranéennes s'inscrit également dans des dispositions d'ordre réglementaire. En décembre 1992, le Comité de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse a adopté un Plan d'Action pour le Littoral Méditerranéen (PALM). Ce plan d'action a porté sur des enjeux d'étude et de surveillance de la mer, de lutte contre les pollutions, de gestion du littoral, d'éducation et d'information et aussi de coopération internationale.

L'adoption du Schéma directeur d'Aménagement et de gestion des Eaux (SDAGE) de 1996, en application de la loi sur l'Eau de 1992, a permis d'amplifier cette politique en faveur de la Méditerranée. Pour la première fois, un document de planification prenait en compte le littoral méditerranéen au même titre que les autres milieux du bassin. Cette action conjointe PALM/SDAGE a renforcé la connaissance et la compréhension de la mer Méditerranée mais a surtout permis de faire émerger des politiques de gestion locales dont l'importance pour la protection des milieux n'a fait que s'accroître au cours des années.

La **Directive Cadre Eau** 2000/60/CE (DCE) et sa déclinaison dans les bassins a abouti à un important travail sur les eaux marines côtières et lagunaires. Au-delà de la phase d'état des lieux qui constitue à ce jour le bilan le plus précis et exhaustif en matière de caractérisation de ces milieux, les SDAGE successifs ont identifié les objectifs écologiques à atteindre, le calendrier opérationnel inhérent, les pressions susceptibles d'empêcher l'atteinte de ces objectifs et surtout les mesures correctives nécessaires au maintien ou à la restauration écologique et chimique des eaux marines.

Le Grenelle de la Mer et l'évolution générale du contexte réglementaire (directives européennes sur la Baignade et la Stratégie Marine, conventions internationales dont la **convention de Barcelone**) ont conduit les instances de bassin lors du forum de la Baule du 16 juin 2009 à proposer un renforcement de leur action en faveur de la mer. Cela s'est traduit par plusieurs propositions reprises dans le livre bleu du Grenelle de la Mer dont « le renforcement de l'action

maritime des agences de l'eau à façade maritime, en particulier sur la qualité des eaux littorales ». Depuis 2010, des optimisations des dispositifs ont été réalisées afin d'intégrer certains programmes de surveillance de la **Directive Cadre pour le Milieu Marin** 2008/56/CE (DCSMM). Les deux directives, DCE et DCSMM, constituent actuellement le principal cadre technique pour la surveillance des eaux marines. Une harmonisation des programmes de surveillance opérés dans ce contexte réglementaire complexe est actuellement en cours.

Dans ce contexte, ce rapport présente les principaux réseaux de surveillance de la contamination chimique en Méditerranée issus de la collaboration Ifremer/agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse ainsi qu'une synthèse de 20 années de résultats (1998-2018). Les réseaux lagunaires qui font également l'objet d'une coopération ne sont pas ici traités. Ce rapport a été co-écrit par l'Ifremer et l'agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse.

Les masses d'eau de surface incluent les eaux côtières et de transition dont les lagunes méditerranéennes. Afin de fournir une image d'ensemble des états écologique et chimique définis par la Directive, un programme de surveillance des eaux côtières et des eaux de transition est établi. Ce programme de surveillance est mené sur la durée d'un plan de gestion, soit six ans. Aujourd'hui, deux arrêtés constituent le cadre réglementaire de la mise en œuvre de ce programme de surveillance pour les eaux littorales.

- L'arrêté du 17 octobre 2018 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux,
- L'arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface.

En Méditerranée, les campagnes de surveillance DCE sont mises en œuvre tous les trois ans depuis 2006 pour répondre aux objectifs de surveillance des eaux côtières et de transition.

LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE (DCE) établit un cadre réglementaire pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe comme objectif général l'atteinte d'un bon état écologique et chimique des masses d'eau (unité élémentaire de surveillance) souterraine et de surface, initialement à l'horizon 2015, puis 2021 ou 2027 en fonction de la nature des masses d'eau.

LA DIRECTIVE CADRE STRATÉGIE POUR LE MILIEU MARIN

Le Parlement Européen a adopté en 2008 la Directive Cadre pour le Milieu Marin 2008/56/CE (DCSMM), révisée en 2017 (2017/848/UE). Elle demande à chaque État membre d'élaborer une stratégie de protection du milieu marin en vue de l'atteinte ou du maintien du Bon État Écologique d'ici 2020. La DCSMM est caractérisée par une approche éco-systémique par « région », qui fait interagir les états membres riverains d'une même entité géographique dans le cadre d'une gestion intégrée partagée prenant en compte les usages, les ressources et le patrimoine naturel.

Cette Directive est complémentaire à la DCE avec une extension géographique aux trois millions de km² — de la zone marine sous juridiction des états européens. La DCE couvre les premiers 12 milles marins des eaux territoriales, tandis que la DCSMM s'étend aux 200 milles marins de la Zone Economique Exclusive (ZEE).

La DCSMM a été transposée dans le code de l'environnement français (articles L. 219-9 à L. 219-18 et R. 219-2 à R. 219-17) et s'applique aux zones métropolitaines sous souveraineté ou juridiction française, divisées en 4 sous-régions marines : la Manche-mer du Nord, les mers celtiques, le golfe de Gascogne et la Méditerranée occidentale. Pour chaque sous-région marine, un plan d'action pour le milieu marin (PAMM) a été élaboré et mis en œuvre.

Le PAMM est composé de cinq éléments :

1. une Évaluation Initiale des eaux marines,
2. une définition du Bon État Écologique,
3. des Objectifs Environnementaux et indicateurs associés,
4. un Programme de Surveillance et
5. un Programme de Mesures.

LA CONVENTION DE BARCELONE

La Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (dite « Convention de Barcelone ») a été adoptée le 16 février 1976 par la Conférence de plénipotentiaires des États côtiers de la région méditerranéenne sur la protection de la mer Méditerranée, tenue à Barcelone. La Convention est entrée en vigueur le 12 février 1978. La Convention originelle a été modifiée par des amendements adoptés le 10 juin 1995. Cette Convention modifiée, figurant désormais sous le titre de « Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée » est entrée en vigueur le 9 juillet 2004. L'objectif clé de la convention est de « réduire la pollution en mer Méditerranée et de protéger et d'améliorer l'environnement marin de la zone, contribuant ainsi à son développement durable ». Pour ce faire, des objectifs et des engagements ont été définis. Cette convention impose en particulier à ces membres de porter une attention particulière sur :

- la pollution d'origine terrestre (interdiction et réglementation des rejets) ;
- la pollution par les navires ;
- la pollution due à l'immersion par les navires et aéronefs ;
- la pollution provoquée par l'exploration et l'exploitation du plateau continental, des fonds marins et de leur sous-sol.

Parmi les différents protocoles de la Convention de Barcelone, le protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique énumère les substances dont le rejet est interdit et les éléments à prendre en compte pour l'élimination de la pollution émanant de ces substances. Il énumère également les substances dont le rejet est soumis à la délivrance d'une autorisation par les autorités nationales compétentes. Le protocole prévoit en outre une coopération au niveau de la recherche et de l'information, ainsi que l'adoption des programmes, mesures et normes appropriés en vue de la réduction ou de l'élimination des substances visées. Chaque signataire fait remonter des informations concernant l'état des lieux de ses eaux côtières.

Dans le cadre du Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM), les parties contractantes ont par ailleurs adopté, lors de leurs assemblées de 2008 et 2012, les principes d'une approche écosystémique (décision IG.17/6) et d'un programme d'évaluation et de surveillance intégré basé sur le suivi de 11 objectifs environnementaux dont l'objectif 09 portant sur la contamination chimique.

STRATÉGIE DE SURVEILLANCE

La mesure directe des contaminants dans l'eau fait appel à des techniques analytiques qui, même si elles ont beaucoup évolué au cours des dernières années, demeurent sophistiquées et coûteuses. Par ailleurs, la variabilité du milieu littoral ne confère que peu de signification à une mesure ponctuelle effectuée dans la colonne d'eau. C'est pourquoi l'utilisation de matrices intégratrices, biologiques ou non, dans les réseaux de surveillance de la contamination chimique en milieu marin a été privilégiée très rapidement. Elle est, aujourd'hui, généralisée. Trois familles de matrices sont utilisées en routine : les matrices biologiques, le sédiment et les échantillonneurs passifs intégratifs.

RÉSEAU DE SURVEILLANCE OU OBSERVATOIRE ?

La simple acquisition récurrente d'informations sur le milieu marin n'est pas suffisante pour être reconnue comme un réseau de surveillance. Un réseau de surveillance peut être défini comme un dispositif opérationnel d'acquisition de résultats de mesures, répétées de façon systématique, dont la mission est de répondre avec précision à un ou plusieurs objectifs clairement identifiés. La donnée qu'il produit est interprétée et utilisée dans un processus de prise de décision, à court ou à moyen terme.

Un réseau de surveillance est par essence adaptatif, évolutif et itératif. Il peut être amené à évoluer ou même à disparaitre si la question posée n'est plus d'actualité.

Il peut aussi constituer une série à long terme selon son déploiement temporel. Un observatoire ou une série à long terme s'inscrit dans la durée, sans avoir nécessairement de finalité opérationnelle à court ou de moyen terme. Il permet de suivre des évolutions pour tirer des tendances et présente un intérêt au travers de longues séries de données. Les données issues des observatoires complètent souvent celles des réseaux de surveillance en se positionnant comme de la donnée contextuelle.

COMMENT LA STRATÉGIE SPATIALE DES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE EST-ELLE DÉFINIE ?

En matière de politique de protection de l'environnement, les zonages territoriaux constituent l'étape préliminaire de la plupart des analyses de situation dans tous les domaines (social, économique, administratif) et aussi de la majorité des études prospectives. Les zonages des activités de surveillance du milieu permettent à la fois d'en organiser les modalités concrètes (stratégie d'échantillonnage, gestion de données, etc.) et d'en structurer les résultats. Trop souvent, ces zonages ont été créés sur des critères « opportunistes », plus orientés vers la satisfaction de contraintes logistiques que guidés par la nature des phénomènes observés. En termes de surveillance de la contamination chimique, un zonage pertinent doit être proposé en deux étapes. Premièrement, le zonage d'analyse porte sur l'identification des sites à surveiller compte-tenu d'une part des ressources à

protéger et d'autre part des apports de contaminants et de la dynamique locale qui régit leur dispersion. Un zonage en unités spatiales fonctionnelles peut ensuite être conçu en cohérence avec le premier pour délimiter les espaces favorables à la gestion (Morel, 1999[1]).

Le principe de base adopté à l'échelle des deux districts Rhône Méditerranée et Corse est d'instaurer la surveillance dans des secteurs bien définis par rapport aux rejets du bassin versant, qu'ils soient naturels ou anthropiques. Cette surveillance s'appuie sur les notions de champ définis au niveau du bassin :

- le champ proche : quelques centaines de mètres de la côte, zone directement influencée par une source identifiée ;
- le champ moyen : zone de dilution des divers apports d'un secteur. Le bruit de fond géochimique est généralement dépassé sans qu'un lien avec une source ne soit identifié ;
- le champ lointain : zone du large, de référence ou hors de l'influence direct des apports d'un secteur.

Au titre de la DCE, l'ambition est de mettre en œuvre pour chaque masse d'eau, ou *a minima* pour une masse d'eau représentative de chaque type, une acquisition de données permettant de caractériser son état chimique. Les stations de surveillance sont positionnées dans le champ moyen permettant d'avoir une information sur l'état général de la masse d'eau (principe du contrôle de surveillance), dans le champ proche directement au droit de pressions (principe du contrôle opérationnel) et dans le champ lointain (référence visée par le réseau de référence). Aujourd'hui, la caractérisation du bon état chimique des masses d'eaux s'appuie sur une stratégie de type contrôle de surveillance de la DCE, ce qui n'exclue pas l'existence d'enjeux de pollution chimique plus localisés.

LES RÉSEAUX DE SUIVI DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DANS LES ORGANISMES MARINS

LE RÉSEAU D'OBSERVATION DES CONTAMINANTS CHIMIQUES MATIÈRE VIVANTE (ROCCH MV)

Le ROCCH a pour objectif depuis 1979 de répondre aux obligations nationales, communautaires et internationales de surveillance chimique dans les mollusques et le sédiment. L'observation dans les mollusques repose sur le principe du mollusque sentinelle de la contamination chimique.

Les mollusques bivalves sont en effet d'excellents candidats pour des organismes sentinelles de la contamination chimique en milieu marin, en particulier des métaux et des polluants organiques persistants (POP) :

- Ils sont très largement répartis dans les mers du globe,
- Ils sont sédentaires et sont donc représentatifs d'une localisation,
- Ils concentrent les contaminants chimiques du milieu (métaux et POP) avec des facteurs allant de 100 à 100 000 rendant ainsi leurs dosages techniquement plus aisés que dans l'eau,

NOM DU DISPOSITIF	**Réseau d'Observation des Contaminants Chimiques matière vivante (ROCCH MV)**
DESCRIPTION	Observatoire national de la concentration en contaminants chimiques du milieu marin à partir de dosages dans des gisements de mollusques pérennes
FRÉQUENCE DE SUIVI	Tous les ans
SUBSTANCES SUIVIES	Liste variable selon les objectifs des points (sanitaire, DCSMM)
NOMBRE DE STATIONS	11 stations en mer dans le champ proche
DÉMARRAGE	Démarrage du réseau en 1979
NOMBRE DE CAMPAGNES RÉALISÉES EN MER DEPUIS LE DÉMARRAGE	41 années de suivi
RAPPORTAGE	DCSMM, classement conchylicole

- Les mesures dans les bivalves informent sur la biodisponibilité des contaminants,
- Les bivalves ont des activités métaboliques réduites par rapport aux crustacés et aux poissons,
- Ces organismes sont relativement robustes et survivent dans des environnements pollués, ou aux caractéristiques physico-chimiques extrêmes,
- Plusieurs espèces peuvent être facilement transplantées,
- Ils sont peu couteux.

Le ROCCH s'appuie sur des ressources pérennes en huîtres ou en moules (gisements sauvages ou zones d'élevage) dans lesquelles le temps de séjour long garantie l'équilibre entre la concentration tissulaire en contaminants chimiques et la concentration ambiante dans l'eau. Les organismes échantillonnés sont parfaitement adaptés aux conditions de vie dans ces milieux. Les échantillonnages annuels de mollusques ont d'abord été réalisés quatre fois par an jusqu'en 2002, puis deux fois (février et novembre) jusqu'en 2016 et finalement une seule fois (février) depuis 2017.

Les gisements sauvages et zones d'élevages d'huîtres et de moules sont limités en Méditerranée. C'est pour cela que le réseau RINBIO a été créé dans les années 90 afin de combler les lacunes spatiales du ROCCH.

Malgré l'intérêt de l'utilisation des mollusques bivalves dans la surveillance de la contamination chimique, certaines limites demeurent :

- Tous les contaminants présentant un risque environnemental ne peuvent pas être suivis car certains sont solubles dans l'eau de mer et/ou ne sont pas bioaccumulés dans les bivalves. Pour ces contaminants, des mesures dans l'eau (directes ou indirectes via l'utilisation d'échantillonneurs passifs intégratifs) demeure la seule solution ;
- La relation entre la concentration en contaminants dans le milieu et dans la chair des bivalves est influencée par plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques. Parmi eux, le statut reproducteur, l'état nutritionnel, la température, la salinité, la turbidité mais également la présence de contaminants qui influencent les processus métaboliques des organismes. Pour ces raisons, les comparaisons spatio-temporelles des concentrations dans les tissus des bivalves peuvent être problématiques et des paramètres biologiques (basés sur l'indice de condition par exemple) doivent être contrôlés.

Aujourd'hui, les données du ROCCH MV en Méditerranée sont utilisées pour le classement sanitaire des zones de production conchylicoles et pour le rapportage DCSMM. Seules les données issues du réseau RINBIO (cf. ci-après) sont utilisées pour les rapportages DCE et MedPol. C'est pourquoi les réseaux de la surveillance de la contamination chimique basés sur les mollusques bivalves sont complétés par d'autres réseaux de surveillance.

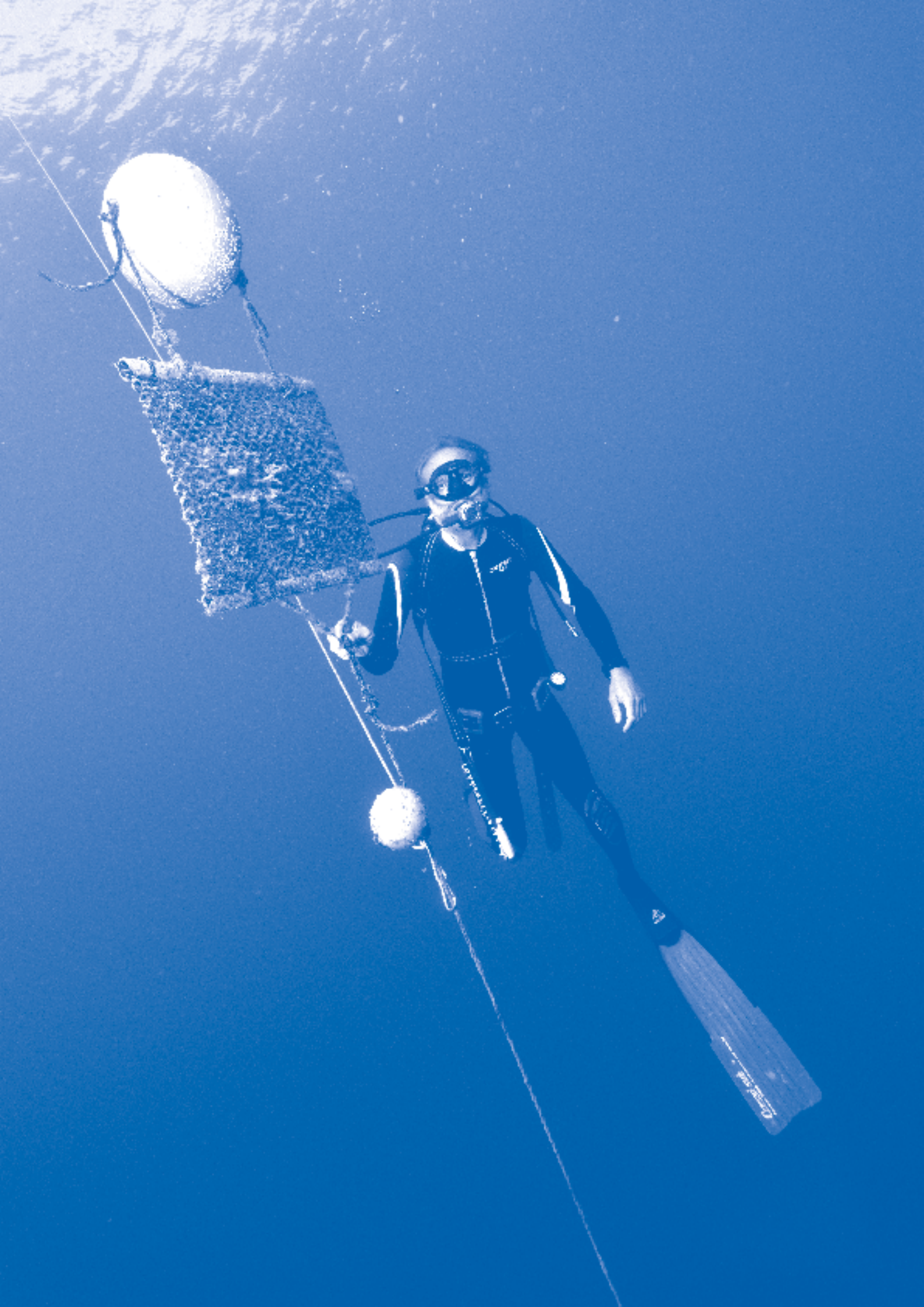
LE RÉSEAU INTÉGRATEUR BIOLOGIQUE (RINBIO)

Le réseau RINBIO a pour objectif l'évaluation de la qualité chimique des eaux littorales basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée. Il a été développé par l'Ifremer à la demande de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse pour pallier à l'absence de gisements naturels de moules répartis sur toute la côte méditerranéenne mais aussi pour s'adapter à la stratégie spatiale de la surveillance de la contamination chimique mise en place. Par nature très proche de la côte, les gisements naturels de mollusques relèvent souvent plus d'une logique de champ proche qu'une logique de champ moyen ou de référence.

Le réseau RINBIO est mis en œuvre depuis 1996. Ce biomonitoring actif repose sur l'hypothèse que le contenu en contaminant des mollusques bivalves reflète la concentration en contaminants biodisponibles dans l'eau sous formes particulaire et/ou dissoute, selon un processus de bioaccumulation. La moule de Méditerranée *Mytilus galloprovincialis* est le modèle biologique utilisé pour RINBIO, en raison des facilités d'approvisionnement, de sa robustesse et de la bonne connaissance de cette espèce.

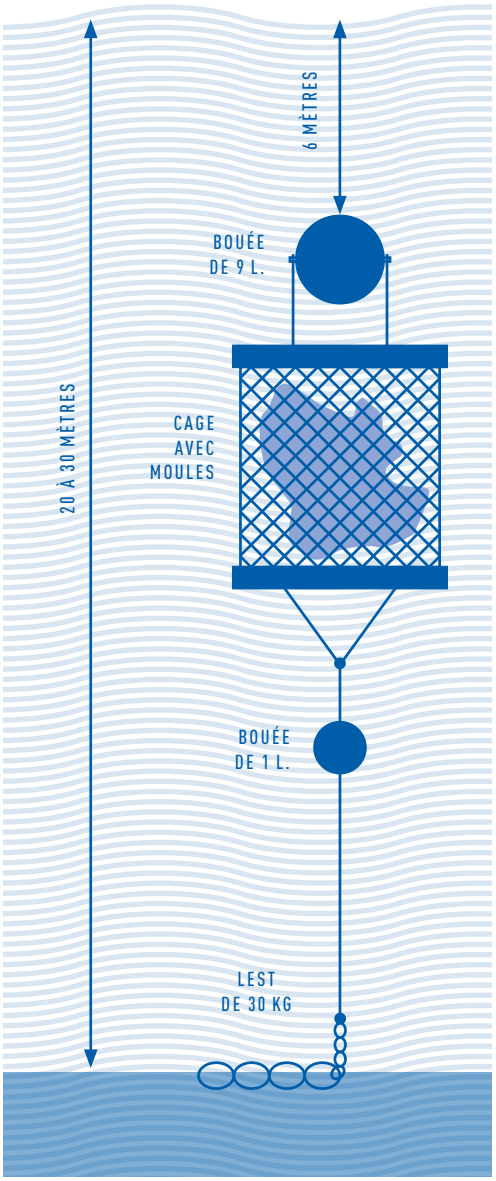
Un lot homogène (taille 50 mm), originaire d'une zone réputée peu contaminée (filières en mer des Aresquiers en Occitanie) est réparti dans des poches ostréicoles à raison de 2,5 kg par poche. Ces poches sont immergées sur les différentes stations pendant 2,5 mois entre mars et juillet. Pour les stations en mer, un mouillage de subsurface est constitué d'une poche conchylicole reliée à un lest de 30 kg, maintenue en pleine eau à une profondeur de 15 m grâce à un flotteur (voir figure double page suivante).

NOM DU DISPOSITIF	**Réseau Intégrateur Biologique (RINBIO)**
DESCRIPTION	Suivi de la concentration en contaminants et le cas échéant en radioéléments dans la chair de moules (*Mytilus galloprovincialis*) encagées
FRÉQUENCE DE SUIVI	Tous les 3 ans
SUBSTANCES SUIVIES	Liste variable selon les types de station (sentinelles, réglementaires et historiques ; cf. texte)
NOMBRE DE STATIONS	Entre 70 et 120 stations dans les champs proches et moyens en fonction des campagnes
DÉMARRAGE	Première campagne en 1996
NOMBRE DE CAMPAGNES RÉALISÉES EN MER DEPUIS LE DÉMARRAGE	9 (1996, 1998, 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015 et 2018)
RAPPORTAGE	DCE, DCSMM, Convention de Barcelone



Depuis son démarrage, 9 campagnes (1996, 1998, 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015 et 2018) ont permis d'évaluer la qualité chimique des eaux côtières méditerranéennes mais également pour une série limitée de campagnes de caractériser la présence des radioéléments. La campagne de 1996 a été la première à l'échelle du littoral. Elle a également permis d'apprécier la faisabilité technique et opérationnelle du protocole retenu et d'obtenir des premiers résultats.

mouillage RINBIO



RINBIO, UN RÉSEAU DE SURVEILLANCE À L'ÉCHELLE DE LA FAÇADE QUI S'ADAPTE

Le réseau RINBIO est un outil permettant l'évaluation la qualité chimique du milieu. Il permet de prioriser les zones d'intervention en termes de lutte contre la pollution, d'apprécier l'efficacité de mesures de gestion mais également définir le socle de la surveillance de demain. C'est pourquoi ni sa stratégie spatiale (liste des stations), ni la liste des contaminants suivis ne sont figées dans le temps. L'utilisation de stations artificielles de moules facilite les possibilités d'évolution de la stratégie spatiale.

- Le réseau RINBIO comprend trois types de stations :
- Des stations dites « réglementaires » permettent de répondre aux obligations réglementaires à l'échelle du bassin RMC,
- Des stations dites « historiques », suivies pour les mêmes contaminants depuis la création du réseau renseignent sur l'évolution de la contamination dans le temps,
- Des stations dites « sentinelles », positionnées devant les principales sources de contaminants (exutoires de grandes STEP et fleuves principalement) permettent à la fois d'opérer une veille sur les substances émergentes qui pourront être intégrées à l'avenir dans la surveillance mais également d'évaluer la pertinence du suivi de certains contaminants des stations réglementaires.

Les résultats de chaque campagne RINBIO permettent de faire évoluer la stratégie spatio-temporelle du réseau afin de garantir qu'il continue à répondre à ses objectifs.

Outre les limites liées à l'utilisation des mollusques bivalves pour la surveillance de la contamination chimique exposées dans la partie précédente, l'utilisation de stations artificielles de moules pose une autre difficulté. Les bivalves transplantés ont besoin d'un certain temps pour bioaccumuler et excréter les contaminants et atteindre un état d'équilibre avec le milieu. En fonction des organismes, des contaminants et des milieux, ce temps est estimé entre 20 et 129 j. Pour le réseau RINBIO, ce temps a été estimé à trois mois. Or, cette estimation a été réalisée à l'origine du réseau RINBIO, au début des années 2000 (Casas, 2005[2]). Depuis, de nombreuses nouvelles molécules sont apparues dans les listes de surveillance et une réévaluation du temps nécessaire à l'atteinte de l'équilibre pour ces nouvelles substances doit être conduite.

LE RÉSEAU CONTAMINANTS DANS LA CHAÎNE TROPHIQUE EN MÉDITERRANÉE (CONTAMED)

Le réseau CONTAMED a débuté en 2012. Ses objectifs portent sur la documentation et la cartographie des niveaux de contamination des contaminants métalliques et organiques persistants de différents maillons de réseaux trophiques méditerranéens afin d'appréhender les phénomènes de bio-amplification et donc de transferts des contaminants tout au long de la chaîne alimentaire. Le suivi CONTAMED permet ainsi de mieux comprendre le fonctionnement des réseaux trophiques méditerranéens. Il est dans ce sens complémentaire du réseau RINBIO.

Actuellement, le programme CONTAMED porte sur le suivi tous les cinq ans des ratios isotopiques (δC13 et δN15), des niveaux de contamination en métaux lourds et contaminants organiques persistants chez des espèces démersales à l'échelle de la façade. Quatre espèces sont ciblées dans le golfe du Lion et en Corse : le merlu européen (*Merluccius merluccius*), le rouget barbet de vase (*Mullus barbatus*), le sébaste chèvre (*Helicolenus dactylopterus*) et la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*).

Les prélèvements sont réalisés lors des campagnes halieutiques MEDITS dans deux secteurs géographiques : l'Est du golfe du Lion et le plateau continental à l'Est de la Corse. À ces deux secteurs s'ajoutent deux tranches bathymétriques : l'une correspond au plateau continental (entre 75 et 150 m) et l'autre correspond au rebord du plateau continental près des têtes de canyon (> 400 m). De ce fait, quatre unités d'évaluation sont définies : GC (plateau continental dans le golfe du Lion), GL (> 400 m dans le golfe du Lion), CC (plateau continental en Corse), CL (> 400 m en Corse). CONTAMED permet de renseigner en partie deux descripteurs de la DCSMM :

- Descripteur 4 — Réseaux trophiques : le critère 1 intitulé « composition spécifique et leur abondance relative (diversité) dans la guilde trophique » qui vise à connaître les compositions isotopiques des espèces en carbone et en azote et mettre à jour les valeurs moyennes de niveaux trophiques particulièrement pour le calcul du descripteur 4. Ces compositions isotopiques permettent de replacer avec précision chaque espèce suivie dans la chaine trophique ;
- Descripteur 8 — Contaminants dans le milieu : critère 1 « concentration des contaminants dans le biote (poissons et céphalopodes) » permettant de connaître les concentrations en éléments traces métalliques et en polluants organiques persistants et de les confronter aux différents seuils réglementaires existants.

Par ailleurs, bien qu'il ne s'agisse pas d'un objectif initial du réseau CONTAMED, les données obtenues peuvent être utilisées pour répondre aux objectifs du descripteur 9 — Questions sanitaires : critère 1 « niveaux de contamination des tissus comestibles dans les produits de la pêche destinés à la consommation humaine capturés ou ramassés dans le milieu naturel » qui vise à suivre les tendances de concentrations en contaminants chimiques listés dans le règlement CE n° 1881/2006, ainsi que le nombre de contaminants pour lesquels les teneurs maximales réglementaires ont été dépassées. C'est également le cas pour des données du réseau RINBIO.

L'interprétation des résultats de contamination chimique dans les organismes supérieurs marins que sont les poissons est perturbée par de nombreux facteurs intrinsèques et extrinsèques, biotiques et abiotiques. Les suivis de la contamination chimique réalisés dans le cadre du réseau CONTAMED doivent donc obligatoirement être associés à des suivis de facteurs environnementaux (température, salinité, production primaire, etc.) et des paramètres biologiques (taille, poids, sexe, maturité, etc.) pour pouvoir être interprétés.

NOM DU DISPOSITIF	**Réseau Contaminants dans la chaîne trophique en Méditerranée (CONTAMED)**
DESCRIPTION	Suivi de la concentration en contaminants chez les poissons
FRÉQUENCE DE SUIVI	Tous les 5 ans
SUBSTANCES SUIVIES	7 métaux : Hg, Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb — 7 PCB - Dioxines et composés dioxine-like
NOMBRE DE STATIONS	Approche par secteurs. 4 unités d'évaluation identifiés : plateau continental Golfe du Lion, plateau continental Est Corse, Golfe du Lion > 400 m et Est Corse > 400 m
DÉMARRAGE	2012
NOMBRE DE CAMPAGNES RÉALISÉES EN MER DEPUIS LE DÉMARRAGE	2 : 2012-2013 et 2017
RAPPORTAGE	DCSMM

LES RÉSEAUX D'OBSERVATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DANS LE MILIEU

LE RÉSEAU D'OBSERVATION DES CONTAMINANTS CHIMIQUES SÉDIMENTAIRES (ROCCH SED)

En 1993, le dispositif ROCCH s'est doté d'un volet de suivi des contaminants chimiques dans le sédiment superficiel en complément de son volet sur les mollusques.

L'observatoire dans le sédiment s'appuie sur la propriété que possèdent de nombreux contaminants chimiques (comme les métaux et les POP) de se fixer d'une manière quasi-irréversible à la surface des particules qui sédimentent.

En fonction des vitesses de sédimentation, des remises en suspension, de la bioturbation, etc., le premier centimètre superficiel des sédiments peut intégrer plusieurs années de contamination.

NOM DU DISPOSITIF	**Réseau d'Observation des Contaminants Chimiques Sédiment (ROCCH Sed)**
DESCRIPTION	Observatoire national de la concentration en contaminants chimiques du milieu marin à partir de dosages dans le sédiment superficiel
FRÉQUENCE DE SUIVI	Initialement tous les 10 ans, aujourd'hui tous les 6 ans pour s'adapter aux cycles des directives européennes
SUBSTANCES SUIVIES	Liste variable selon les objectifs des points (conventions de mer régionale, DCSMM)
NOMBRE DE STATIONS	Environ 60 stations en mer dans les champs proche et moyen
DÉMARRAGE	Démarrage du réseau en 1993, première campagne en Méditerranée en 1994
NOMBRE DE CAMPAGNES RÉALISÉES EN MER DEPUIS LE DÉMARRAGE	4 (1994-1995, 2004-2005, 2010-2011 et 2016)
RAPPORTAGE	DCSMM, convention de Barcelone

Dans ces conditions, il n'est pas nécessaire de visiter fréquemment un même lieu. Ainsi, jusqu'en 2006, une campagne annuelle portant sur des façades différentes chaque année était réalisée dans un cycle permettant de couvrir l'ensemble du littoral en dix ans. À partir de 2007, la fréquence du suivi est passée à une fois tous les six ans (campagnes ROCCHSED…). Les contaminants recherchés sont les mêmes que dans la matière vivante, accompagnés des paramètres descriptifs et normalisateurs propres à cette matrice, tels que granulométrie, carbone organique, carbonates, aluminium, fer, lithium, manganèse. La liste est cohérente avec les attentes de la DCE.

En Méditerranée, en 1994-1995 puis 2004-2005, sur quelques points sélectionnés, des carottes profondes ont été prélevées et découpées en de nombreuses couches (horizons). L'analyse des contaminants dans chacun de ces horizons et leur datation a permis de retracer l'historique de la contamination sur plusieurs dizaines d'années. Grâce à la couverture géographique importante et côtière du réseau ROCCH Sed, les niveaux de contamination de chaque zone sont mesurés.

À l'image de celle du réseau RINBIO, la stratégie spatiale du réseau ROCCH Sed est ajustée à chaque campagne notamment pour intégrer de nouvelles questions (nouveaux paramètres, nouveaux points…). Par ailleurs, les campagnes ROCCH Sed sont les supports logistiques du réseau REMTOX non présenté dans ce rapport (cf. encadré).

REMTOX, UN RÉSEAU DE SURVEILLANCE DU POTENTIEL TOXIQUE DES SÉDIMENTS

L'étude de la toxicité d'un échantillon sédimentaire provenant du milieu naturel repose sur la présence dans le sédiment d'une ou de plusieurs substances potentiellement toxiques pouvant provoquer un effet biologique négatif sur la biocénose environnante. La caractérisation chimique détermine la nature (et la quantité) de tel ou tel contaminant, alors que la caractérisation écotoxicologique vise à déterminer l'effet biologique de l'échantillon sur une espèce de référence caractéristique du milieu étudié, en s'affranchissant des paramètres de contamination.

La première approche mesure un niveau, la deuxième un impact. Ces deux approches sont complémentaires. Les larves et embryons de bivalves sont parmi les organismes cibles les plus employés pour les tests écotoxicologiques en raison de leur forte sensibilité aux contaminants. Le réseau REMTOX est basé sur l'évaluation du potentiel toxique des sédiments par un bio-essai larves d'huîtres.

Son objectif est d'apporter une information complémentaire aux mesures chimiques pour identifier des sources de perturbation, à travers une méthode d'analyse globale non spécifique. Ce réseau est intégré au Programme de Surveillance de la DCSMM pour contribuer au volet effet des contaminants chimiques.

Malgré l'intérêt des sédiments dans la surveillance de la contamination chimique en zone côtière, certaines limites demeurent :

- La comparaison spatio-temporelle des stations nécessite la prise en compte de paramètres descriptifs et « normalisateurs » (granulométrie, carbonates, Al,

COP…). Ceci repose sur la mise en évidence d'une corrélation entre contaminant et paramètre normalisateur ;

- En zone littorale, du fait des taux de sédimentation et de mélange de la couche superficielle, on ne peut retourner sur un site donné qu'après cinq à dix ans pour pouvoir mettre en évidence une baisse ou une augmentation de la contamination. Les sédiments de surface ne permettent donc pas une évaluation de l'évolution temporelle précise de la contamination (le premier centimètre superficiel pouvant intégrer plusieurs années, qui de plus ont de grandes chances d'être « mélangées »). Les carottages (dans certaines conditions de dépôt) sont un des seuls moyens de pouvoir retracer l'historique de la contamination.
- Tout comme pour les organismes vivants, il est difficile de mettre en relation directe la concentration mesurée dans le sédiment avec celle de la masse d'eau. Cette difficulté est en grande partie liée au fait qu'un contaminant est souvent associé à différentes phases particulaires dont certaines ne sont pas « à l'équilibre », que les phases présentes ne sont pas connues *a priori* (ni leur pourcentage, ni la quantité de contaminant associé à chacune de ces phases) et que la concentration du contaminant dans le sédiment sera aussi fonction des processus diagénétiques. Sur un site donné, les variations spatiales des concentrations mesurées dans les sédiments seront souvent le résultat d'un éloignement par rapport à la source et/ou le résultat des variations des caractéristiques des particules (granulométrie, COP…) pouvant être induites par l'hydrodynamique.

LES ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS INTÉGRATIFS

Malgré des avancées importantes en termes de techniques analytiques au cours des dernières années, une multitude de contaminants à caractère hydrophile (pesticides, médicaments, alkylphenols…), demeurent invisibles aux techniques de biomonitoring, ce qui rend la caractérisation de la contamination de la colonne d'eau partielle. Pour pallier cette lacune, l'Ifremer et l'agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse ont lancé dès 2008 le projet PEPS Méditerranée (Pré étude : Échantillonnage Passif pour la Surveillance de la contamination chimique — Gonzalez et *al.* 2009[3], Munaron *et al.* 2013[4]).

L'utilisation d'échantillonneurs passifs intégratifs (ou échantillonneurs passifs) permet en effet, pour certains composés, de les extraire et de les concentrer *in situ* réduisant ainsi une partie des difficultés, et du coût lié à l'analyse des contaminants à l'état de traces et facilitant ensuite leur détection analytique en laboratoire.

Ces techniques permettent de perturber au minimum la spéciation des contaminants échantillonnés et présentent l'avantage de pouvoir être mis en œuvre rapidement. De plus, ces systèmes permettent une mesure de la concentration en contaminant dissous la plus « biodisponible » pour le phytoplancton, base des réseaux trophiques, alors que souvent les techniques classiques ne le permettent pas (mesures de la concentration dissoute « totale »). Dans le cadre de la DCE, les échantillonneurs passifs ont été utilisés pour le suivi de la contamination chimique des masses d'eau côtières en 2009 et 2012 et pour de suivi des masses d'eaux de transition en 2012, 2015 et 2018.

NOM DU DISPOSITIF	**Réseau échantillonneurs passifs (EP)**
DESCRIPTION	Suivi de la contamination de la colonne d'eau via l'utilisation d'échantillonneurs passifs
FRÉQUENCE DE SUIVI	Non définie. Les suivis pour les masses d'eau côtières se font en compléments des suivis RINBIO
SUBSTANCES SUIVIES	Liste variable selon les objectifs
NOMBRE DE STATIONS	Non défini
DÉMARRAGE	Démarrage du réseau 2009
NOMBRE DE CAMPAGNES RÉALISÉES EN MER DEPUIS LE DÉMARRAGE	2 (2009, 2012)
RAPPORTAGE	Bassin, DCE

Pour les masses d'eau côtières méditerranéennes il n'existe pas à ce jour de stratégie spatio-temporelle définie pour l'utilisation en routine des échantillonneurs passifs dans les programmes de surveillance. Ces derniers sont utilisés en complément du réseau RINBIO.

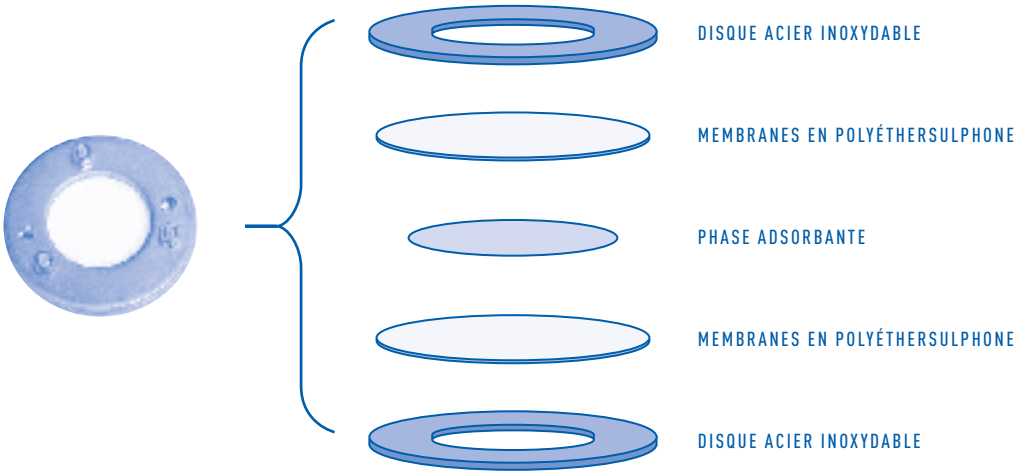
Il existe différents échantillonneurs passifs, dépendamment des composés ciblés. Ainsi, pour le suivi au titre de la DCE, l'utilisation des échantillonneurs POCIS, pour les composés hydrophiles, des DGT pour les métaux et des SBSE pour les composés hydrophobes ont été utilisés en Méditerranée à la caractérisation de l'état chimique des masses d'eau.

POCIS (POLAR ORGANIC CHEMICAL INTEGRATIVE SAMPLER)

Les POCIS ont été conçus pour l'échantillonnage intégratif des composés organiques hydrophiles. Ils permettent de détecter leur présence (analyse qualitative) et, après « calibration » en laboratoire, leur concentration moyenne « intégrée » sur le temps d'exposition de une à quatre semaines (analyse quantitative), lorsque les limites de détection le permettent.

Ci-dessus : Mise à l'eau de la « cage » POCIS

Ci-dessous : Vue éclatée d'un POCIS.



SBSE (STIR BAR SORPTIVE EXTRACTION)

La SBSE permet d'extraire et de concentrer des composés organiques hydrophobes (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), Polychlorobiphényles (PCB), pesticides). Cette technique est basée sur l'extraction par sorption des molécules hydrophobes dissoutes sur un polymère, le polydiméthylsiloxane (PDMS).

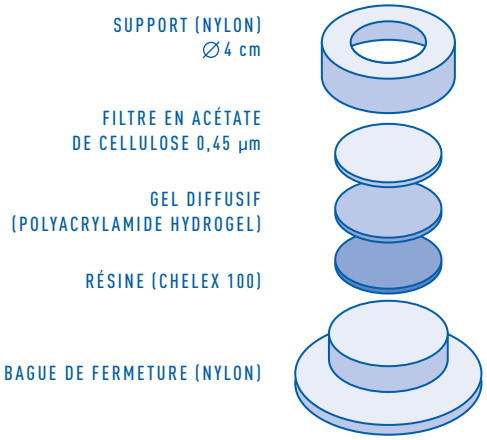
Ce polymère recouvre un barreau d'agitation aimanté immergé dans l'échantillon d'eau à analyser. Après la phase d'extraction (quelques heures dans 100 ml d'échantillon), l'analyse des composés est faite « en direct » à partir du barreau, par thermo-désorption et analyse par GC-MS.

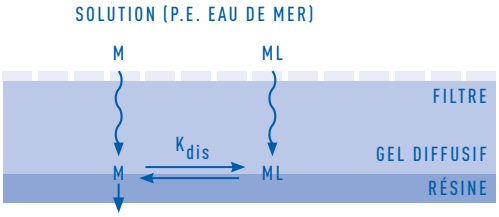
DGT (DIFFUSIVE GRADIENTS IN THIN-FILMS)

La technique DGT est utilisée pour extraire et concentrer *in situ* les contaminants métalliques pris en compte pour la surveillance DCE (cadmium, nickel et plomb). Les DGT sont des dispositifs très simples à mettre en œuvre qui permettent, après un temps d'immersion relativement court (quelques heures), une évaluation des espèces métalliques dissoutes les plus biodisponibles. Au cours de leur immersion, les DGT accumulent (sur une résine Chelex 100) les cations métalliques dissous les plus labiles (ions hydratés, complexes minéraux, « petits » complexes organiques) en fonction de leur concentration dans le milieu et du temps d'immersion de l'échantillonneur.

Ci dessus : DGT : mesure en triplicat

Ci dessous : Principe de fonctionnement de la technique DGT : vue en coupe et principe [M : « métal librel » ; L : ligand ; kdiss : constante de dissociation du complexe ML] (adapté d'après Gourlay and Gonzalez, 2010).





CONTAMINANTS

En 2018, 65 contaminants incluant des métaux et des composés organiques persistants étaient suivis dans le cadre en réseau RINBIO. En 2016, le ROCCH et en particulier son volet sédiment en suivait également 65 et CONTAMED 50 en 2017. Cette liste a évolué au cours du temps avec les obligations réglementaires et les avancées technologiques dans le domaine de la chimie analytique.

Parmi tous ces contaminants, seule une sélection est présentée dans les paragraphes suivants. Ces contaminants ont été sélectionnés sur la base de leur pertinence, de leur toxicité et de la représentativité de leurs suivis dans le temps. La liste est donc réduite par rapport à la liste complète des contaminants suivis. L'ensemble des résultats est toutefois accessible sur le site SURVAL de l'Ifremer (https://wwz.ifremer.fr/surval/) et dans les différents rapports d'étude.

MÉTAUX

Les éléments traces métalliques (ETM) sont une classe à part en matière de contaminants chimiques. Ils sont en effet des constituants naturels de l'environnement à l'état de trace, contrairement à de nombreux contaminants organiques qui sont uniquement d'origine anthropique (ex. PCB, pesticides). Cependant, les activités anthropiques contribuent très largement à leur propagation dans le milieu marin. Certains de ces métaux sont essentiels, à faibles teneurs, à la vie des organismes et jouent un rôle clé dans leur métabolisme (processus enzymatiques, transport de l'oxygène, etc.). Ces métaux essentiels, ou oligo-éléments, sont régulés par les organismes. Toutefois, à forte teneur, ces oligo-éléments deviennent toxiques pour les organismes vivants. D'autres métaux non-essentiels sont toxiques même en petite quantité. N'étant pas régulés, leur concentration dans les organismes reflète généralement les concentrations environnementales. Qu'ils soient essentiels ou non, tous les métaux deviennent donc toxiques pour les organismes au-delà d'un certain seuil, avec des conséquences sur leur croissance, leur condition et leur état de santé général.

La bioaccumulation des métaux dans les organismes vivants est un processus complexe qui dépend d'une part de leur biodisponibilité, et donc de leur spéciation dans les compartiments abiotiques et biotiques des écosystèmes, et d'autre part de paramètres biologiques des organismes comme l'alimentation, l'âge, la taille, le sexe ou l'habitat. Ainsi, il n'existe généralement pas de relation linéaire entre la mesure d'un métal dans le milieu et celle dans un organisme vivant supérieur. La compréhension de ces relations fait encore à ce jour l'objet de nombreuses études.

Trois métaux sont des indicateurs communs aux obligations de suivi de la DCE, de la Convention de Barcelone et de la DCSMM : le cadmium, le mercure et le plomb. Ces trois métaux sont également réglementaires au niveau sanitaire.

Symbole	Élément
Al	Aluminium
Sb	Antimoine
Ag	Argent
As	Arsenic
Cd	**Cadmium**
Cr	Chrome
Co	Cobalt
Cu	**Cuivre**
Fe	Fer
Li	Lithium
Mn	Manganèse
Hg	**Mercure**
Mo	Molybdène
Ni	**Nickel**
Pb	**Plomb**
Se	Sélénium
V	Vanadium
Zn	**Zinc**

Éléments trace métalliques mesurés dans au moins un des réseaux RINBIO, ROCCH et CONTAMED. Les éléments en gras sont ceux inclus dans ce rapport.

CONTAMINANTS ORGANIQUES

Les contaminants organiques sont des substances qui contiennent du carbone (par opposition aux polluants inorganiques). Ils peuvent être d'origine naturelle (ex : certains hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP) ou, plus largement, d'origine anthropique. Certains se dégradent dans l'environnement assez rapidement alors que d'autres sont dits persistants car leurs capacités de dégradation sont limitées. Les composés issus de la dégradation de ces substances, appelés métabolites, peuvent parfois avoir des effets néfastes sur les organismes.

À ce jour, plusieurs centaines de contaminants organiques sont référencées et détectées dans l'environnement, notamment marin, dont certains métabolites. Cependant, les moyens financiers et techniques actuels ne permettent pas d'étudier de manière régulière et approfondie leurs concentrations, leurs comportements, leurs dispersions, et leurs devenirs. De plus, de nouvelles molécules actives, mises sur le marché, viennent s'ajouter au fur et à mesure à la liste. Alors, à quelles molécules doit-on s'intéresser, et dans quelles matrices de l'environnement devons-nous les étudier en priorité ?

La plupart des contaminants organiques présentés dans ce rapport sont produits par l'Homme et dispersés dans l'environnement de manière intentionnelle (*e.g.* pesticides), accidentelle ou en conséquence de diverses activités anthropiques dont industrielles (*e.g.* PCB). Ce rapport se focalise principalement sur les POP.

CLASSE DE COMPOSÉS	**Composés organiques**
PCB (POLYCHLOROBIPHÉNYLES) SOMME 6 PCB-NDL	PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180
HAP (HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES) SOMME 16 HAP	Naphtalène, Acénaphtylène, Acénaphtène, Fluorène, Phénanthrène, Anthracène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo (a) anthracène, Chrysène, Benzo (b) fluoranthène, Benzo (k) fluoranthène, Benzo (a) pyrène, Dibenzo (a, h) anthracène, Benzo (g, h, i) pérylène, Indéno (1,2, 3 — cd) pyrène
DDT (DICHLORODIPHÉNYLTRICHLOROÉTHANE) SOMME 6 COMPOSÉS	o, p » — DDD ; o, p » — DDE ; o, p » — DDT ; p, p » — DDD ; p, p » — DDE ; p, p » — DDT

Contaminants organiques présentés dans ce rapport.
La liste exhaustive des contaminants mesurés dans les réseaux RINBIO, ROCCH Sed et CONTAMED est fournie dans les rapports *ad'hoc*.

SUBSTANCES ÉMERGENTES : NOUVELLES SUBSTANCES OU PROBLÉMATIQUES ÉMERGENTES ?

Au sens de la définition donnée par le réseau européen NORMAN (norman-network.ne), une substance émergente est une substance qui a été détectée dans l'environnement mais qui n'est pas incluse dans des programmes de surveillance de routine et dont le comportement, le devenir et les effets sont mal connus.
La prise en compte des substances émergentes dans l'environnement marin est très souvent liée aux progrès faits dans les technologies d'analyses. C'est pourquoi certaines substances aujourd'hui considérées comme « émergentes » sont en fait utilisées depuis de nombreuses années.

Exemples de substances émergentes :

- médicaments (et produits de dégradation) ;
- des produits d'usages quotidien (détergents, désinfectants, écrans solaires, etc.) ;
- produits d'origine industrielle (retardateurs de flammes, nanoparticules, terres rares, platinoïdes, etc.) ;
- pesticides hydrophiles et leurs produits de dégradation ;
- nouvelles toxines algales, etc. ;
- microplastiques.

ASSURANCE QUALITÉ ET BANCARISATION DES DONNÉES

ASSURANCE QUALITÉ

Dès les années 70, les réseaux de surveillance de la qualité chimique ont été opérés par l'Ifremer sous le couvert de démarches d'assurance qualité. Aujourd'hui, les méthodes d'échantillonnage et de préparation des échantillons de l'ensemble des réseaux de surveillance de la contamination chimique opérés par l'Ifremer en Méditerranée répondent aux cahiers des charges des méthodes référencées par le Laboratoire National de Référence pour la Surveillance des Milieux Aquatiques (Aquaref). Les analyses sont effectuées sous accréditation COFRAC. Les méthodes utilisées sont normalisées ISO (l'International Standard Organisation), CEN (Comité Européen de Normalisation) et AFNOR (Association Française de NORmalisation).

Différents contrôles qualité internes sont mis en place et permettent d'assurer la fiabilité des résultats d'une analyse suivant des critères prédéfinis. Ils consistent en une vérification des résultats par l'analyse de matériau(x) de référence ou d'ajouts, d'étalons de contrôle, d'essais à blanc conduits en parallèle lors de chaque série d'analyse. Les laboratoires qui réalisent les analyses participent régulièrement aux essais inter-laboratoires internationaux adaptés au milieu marin de Quasimeme (Quality Assurance of Information for Marine Environmental Monitoring in Europe) ou équivalent. À noter que pour les résultats du ROCCH a vocation sanitaire, l'agrément de la Direction Générale de l'Alimentation est nécessaire.

BANCARISATION DES DONNÉES

Pour gérer les données de la surveillance du littoral, l'Ifremer a développé le système d'information Quadrige, qui associe à une base de données une panoplie d'outils d'interprétation et d'élaboration de produits d'information. Quadrige constitue un élément du Système d'Information sur l'Eau (SIE), et à ce titre, contribue aux travaux du Secrétariat d'Administration National des Données Relatives à l'Eau (SANDRE).

La banque thématique Quadrige a eu pour mission première la gestion et la valorisation des données issues des réseaux de surveillance mis en œuvre par l'Ifremer. Elle est constituée des données de la base Quadrige et des produits décrits ou mis à disposition sur le site Ifremer Envlit. La base Quadrige contient des résultats sur la plupart des paramètres physiques, chimiques et biologiques de description de l'environnement. Les premières données datent de 1974 pour les paramètres de la qualité générale des eaux et les contaminants.

Un système d'information comme Quadrige joue un rôle essentiel. Il assure plusieurs fonctions qui le rendent indispensable :

- la bancarisation des données élémentaires de la surveillance, c'est à dire des résultats d'analyses de l'ensemble des réseaux de surveillance. Cette bancarisation est sécurisée, optimisée, encadrée et évolutive. Il s'agit, dans tous les sens du terme, d'une « banque », avec toute la rigueur de gestion que cela sous-entend ;
- l'interprétation et la valorisation de la donnée. Dès lors que la donnée est bancarisée et qu'un niveau de qualité lui a été associé, elle devient disponible pour un grand nombre d'applications

Ce système est donc central : il est le passage obligé des données de la surveillance entre la « récolte » terrain et sa mise à disposition sous de très nombreuses formes.

ANALYSE ET INTERPRÉTATION

Les résultats pour chaque contaminant présenté dans ce rapport sont divisés en deux sections. L'état fournit une mesure du degré actuel de contamination dans l'environnement alors que les tendances informent sur l'évolution temporelle des concentrations. Compte tenu du nombre réduits d'années de suivis disponibles pour les campagnes ROCCH Sed (4), CONTAMED (2) et échantillonneurs passifs (2) l'analyse des tendances n'a été réalisée que pour les données issues du RINBIO qui sont principalement utilisées dans le bassin RMC pour évaluer l'état chimique et définir les priorités en matière de lutte contre la pollution.

ÉTAT

Deux approches ici sont utilisées pour l'évaluation de l'état de la contamination chimique pour une substance : l'approche dite « normative » et l'approche dite « relative ». La combinaison de ces deux approches permet de qualifier l'état chimique des eaux côtières.

APPROCHE NORMATIVE

L'approche normative est la plus évidente des deux approches pour qualifier l'état de la contamination en une substance. Elle consiste à comparer la valeur mesurée à une valeur seuil, dite de qualité environnementale, établie pour garantir l'absence d'effets dus à la pollution. Pour chaque substance, plusieurs seuils réglementaires peuvent exister (définis dans le cadre de la DCE, de la Convention de Barcelone, etc.). Même si le choix du seuil reste un sujet de discussion, la robustesse de cette méthode est reconnue.

Compte tenu des travaux entrepris depuis plus d'une décennie dans le cadre de la DCE, les seuils établis dans le cadre de cette directive ont été ici retenus pour les matrices « eau » et « moule ». Pour la DCE, des normes de qualité environnementale (NQE) ont été construites à partir de l'évaluation du risque que la substance concernée fait courir à l'environnement ou à la santé humaine. Ces NQE sont définies comme « *la concentration en un polluant ou groupe de polluants dans l'eau, le sédiment ou le biote qui ne doit pas être dépassée afin de protéger la santé humaine et l'environnement* » (art. 2 § 35 de la DCE). Parmi les 45 substances prioritaires de la DCE, 11 disposent de NQE fixées dans le biote. Le « biote » correspond à un poisson théorique de niveau trophique 4.

Toutefois, la Directive précise qu'un autre taxon ou une autre matrice peut faire l'objet de la surveillance pour autant que la NQE appliquée assure un niveau de protection équivalent. Pour les 34 autres substances, les NQE sont fixées dans l'eau. En 2015, une étude a été initiée par l'Ifremer en partenariat avec l'ONEMA (aujourd'hui Office Français de la Biodiversité – OFB) dans l'objectif de déterminer des seuils sur les mollusques alternatifs aux NQE fixées dans l'eau. Ces valeurs Guides Environnementales (VGE) mollusques sont dérivées de NQEeau en utilisant un facteur de conversion : facteur de bioaccumulation (BAF) ou de bioconcentration (BCF).

Ces facteurs sont déterminés de façon à être au moins aussi protecteurs que les NQE_{eau}. Pour une substance donnée, la norme de qualité fixée arrêtée est respectée lorsque la concentration mesurée est inférieure ou égale à la NQE_{biote} ou la VGE. Parmi les substances dosées, certaines ne possèdent pas encore de seuil ou disposent d'un seuil à consolider (cas du TBT par exemple). Pour ces substances, d'autres seuils pertinents, définis par les Convention des Mers Régionales, ont été retenus pour les matrices « biote ». L'interprétation des résultats des analyses chimiques dans le

sédiment est ici basée prioritairement sur les travaux de la DCSMM (Mauffret et al. 2018[5]). Deux seuils ont été ici retenus :

- le seuil EAC (Environmental Assessment Criteria) : Concentration au-dessous de laquelle aucun effet chronique n'est attendu pour les espèces marines,
- le seuil ERL (US Effects Range Low sediment toxicological) : Niveau défini comme le plus bas 10ème percentile des données qui seraient associées à des effets biologiques.

Lorsque les concentrations dépassent ces seuils, l'état chimique est jugé inacceptable. L'interprétation par rapport aux EACs doit être effectuée avec prudence car ceux-ci ne prennent pas en compte les effets biologiques spécifiques à long-terme, comme la carcinogénotoxicité, la génotoxicité et n'inclut pas les effets cumulés. De plus, la procédure par laquelle les critères ERL sont dérivés est très différente de la méthode de dérivation des EACs, aussi une équivalence précise entre ces deux séries de critères ne doit pas être attendue.

À noter que dans le sédiment et à ce jour, les EAC et ERL adoptés par les commissions OSPAR et MedPol sont identiques. Par ailleurs, ces critères ont été pris comme référence sans valeur réglementaire. Ils ne peuvent pas à ce stade être utilisés pour qualifier la qualité environnementale d'un sédiment.

APPROCHE RELATIVE

Cette approche, dont le principe est de classer les stations les unes par rapport aux autres, n'est appliquée que pour les résultats issus du réseau RINBIO. Sa validité est garantie par la stratégie spatiale du réseau qui intègre des stations impactées mais également suffisamment de stations de référence, éloignée des principales sources de pression anthropiques, qui permettent de quantifier le « bruit de fond » de la contamination côtière (Tableau ci-après).
Un programme de surveillance de la contamination chimique utilisant des transplants biologiques à large échelle spatiale se trouve nécessairement confronté au suivi de secteurs hétérogènes du point de vue physico-chimique et trophique. La variabilité des milieux peut brouiller le signal obtenu par la mesure directe des contaminants dans la chair de la moule : pour certains contaminants, la croissance agit comme un facteur de dilution de la quantité de contaminant incorporée, l'amaigrissement comme un facteur de concentration. Les cinétiques de bioaccumulation peuvent ainsi varier en fonction de facteurs énergétiques, ou selon les propriétés physico-chimiques et hydrologiques du milieu.

En conséquence, si l'effet de la physiologie est négligé, la comparaison des niveaux de contamination n'est justifiée qu'à l'intérieur de secteurs géographiques homogènes du point de vue de leurs potentiels trophiques. Chez les mollusques bivalves, notamment les moules, les indices de conditions constituent de bons indicateurs de l'état physiologique et de la croissance. Les résultats acquis dans le cadre de la surveillance RINBIO ont permis de vérifier l'existence d'une corrélation entre indice de condition, définit comme le rapport entre le poids sec de chair et le poids de coquille, et concentration en contaminant quel que soient le secteur et les contaminants.

Des modèles statistiques simples (régressions linéaires robustes) permettent de modéliser l'effet de la variable biologique sur les capacités accumulatrices de la moule. Il est alors possible de déterminer pour chaque contaminant un modèle de correction des effets biologiques et d'obtenir une concentration représentative de la concentration en contaminant biodisponible du milieu. Ce modèle permet, à l'échelle du réseau, d'ajuster les résultats à un individu standard et de les comparer indépendamment de l'hétérogénéité physico-chimique et trophique du milieu. Ce modèle permet également de réaliser une classification des données (Tableau ci-après). Il répond ainsi aux besoins de l'agence de l'eau qui consiste à disposer d'un outil d'évaluation et de comparaison des zones littorales à l'échelle des trois régions méditerranéennes.

CLASSE	Limite	Description
CLASSE 0	Concentration donnée par le modèle pour une valeur moyenne de l'indice de condition	Bruit de fond de la contamination côtière
CLASSE 1	Borne supérieure de la classe 0 de deux fois la valeur de l'intervalle de prédiction du modèle	Faible contamination, voire incertaine. La classe 1 permet de tenir compte de la variabilité inhérente à l'utilisation d'un biointégrateur et à la précision des méthodes analytiques
CLASSE 2	Borne supérieure de la classe 1 de deux fois la valeur de l'intervalle de prédiction du modèle	Valeurs de contamination sub-normales par rapport au bruit de fond. Pollution certaine mais modérée du milieu
CLASSE 3	Borne supérieure de la classe 2 de deux fois la valeur de l'intervalle de prédiction du modèle	Valeurs anormales de contamination par rapport au bruit de fond
CLASSE 4	> Classe 3	Valeurs très élevées de contamination

Ci-dessus: définition des classes de qualité utilisées dans le cadre du réseau RINBIO.

TENDANCES

Les tendances ont été évaluées à partir de données des campagnes RINBIO entre 1998 et 2018. Un modèle de régression linéaire est ajusté sur le logarithme des données transformées (corrigées des effets biologiques – cf. paragraphe précédent) de la série temporelle. La métrique « tendance » est déterminée par la significativité et le sens de la droite de régression. Pour chaque contaminant, elle peut prendre trois valeurs : « Amélioration significative » (c'est-à-dire une diminution significative des concentrations), « Dégradation significative » (c'est-à-dire une augmentation significative des concentrations) ou encore « Absence de tendance significative ». Il est à noter qu'une absence de tendance n'est pas signe d'une absence de mesures de gestion ou de mauvais état. Pour des concentrations faibles, voire proches du bruit de fond, il est peu probable d'observer de diminution significative. C'est pourquoi, les informations sur les tendances ne doivent être interprétées qu'au regard de celles sur les états.

RÉSULTATS

SOURCES DES DONNÉES :
AGENCE DE L'EAU RMC,IGN,
IFREMER, SHOM

CADMIUM (Cd)

EN UN COUP D'ŒIL

Les concentrations en cadmium en Méditerranée sont globalement faibles. Elles sont toutes inférieures au seuil réglementaires dans les moules et cinq stations montrent des tendances significatives à l'amélioration au cours des 20 dernières années. Même constat dans le sédiment avec cependant des concentrations élevées, dépassant l'ERL, mesurées devant l'émissaire de Marseille (Cortiou).

Le cadmium est biodilué dans les réseaux trophiques. Les concentrations dans les poissons sont inférieures au seuil réglementaire. Aucun dépassement de la NQE n'est observé dans l'eau. À l'échelle de la façade, le cadmium n'est pas un enjeu particulier excepté pour la station sédiment au droit du rejet de l'assainissement de l'agglomération de Marseille. Cette station illustre une pollution historique.

SOURCES ET TOXICITÉ

Le cadmium n'existe pas à l'état natif. Son minerai, très rare, est un sulfure, la greenockite (CdS), mais on le rencontre dans presque tous les minerais de zinc et il est exploité industriellement comme un sous-produit de la métallurgie du zinc.

Il est principalement utilisé pour la fabrication de batteries et le traitement de surface des aciers (revêtements anti-corrosion). Il est également employé pour la décoration des porcelaines, en peinture, en caoutchouterie, en émaillerie et pour la fabrication d'antiseptique. Dans l'environnement, les autres sources de cadmium sont la combustion du pétrole ainsi que l'utilisation de certains engrais chimiques où il est présent à l'état d'impuretés.

En milieu marin, le cadmium provoque des effets sur le développement larvaire de certains organismes, en particulier chez les crustacés. Les processus responsables de la détoxification des molécules organiques sont par ailleurs inhibés par le cadmium.

Au niveau national, le renforcement des réglementations de l'usage du cadmium et l'arrêt de certaines activités notoirement polluantes se sont traduits par une baisse générale des niveaux de présence observés. illustre une pollution historique.

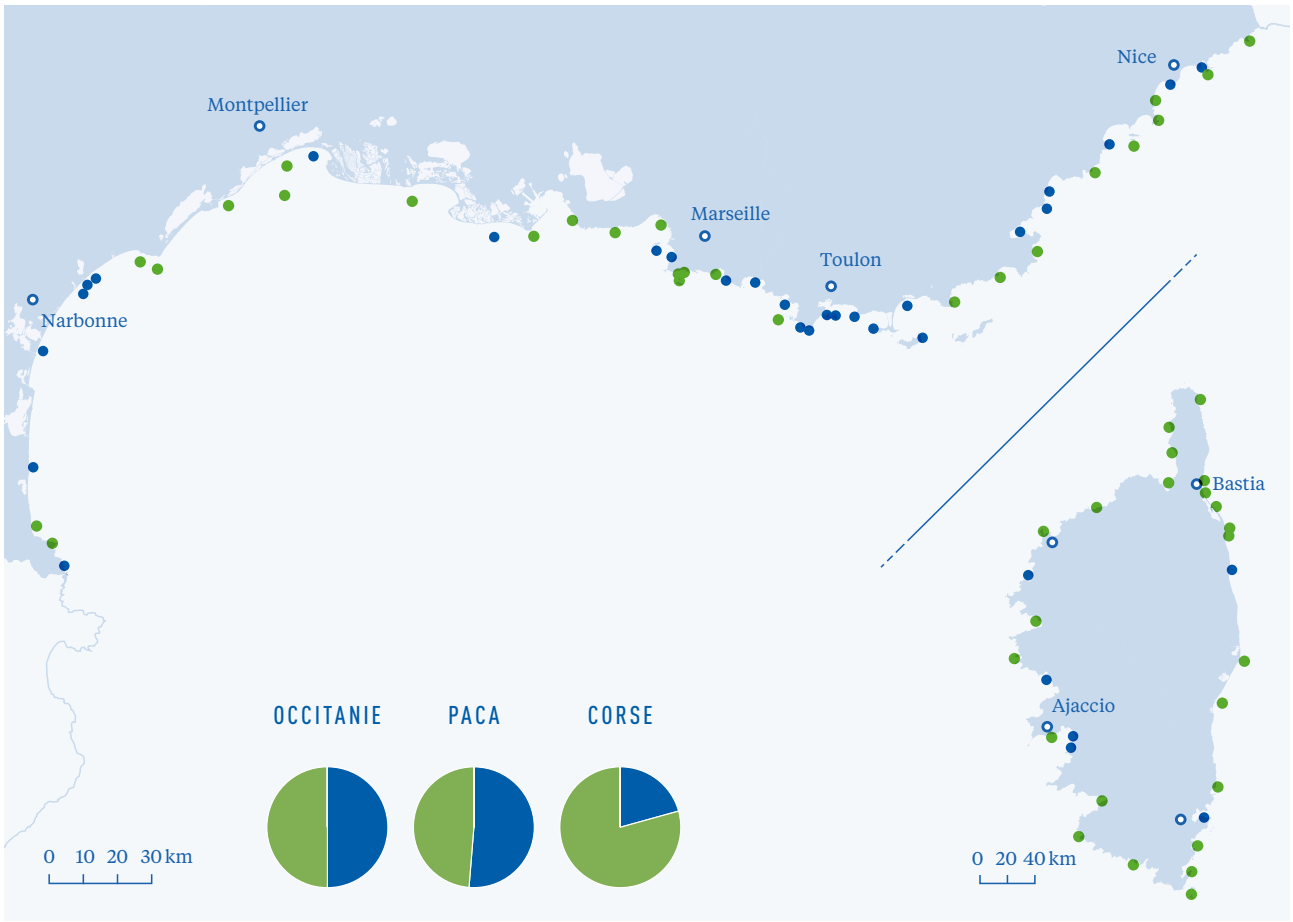
CADMIUM (Cd)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « MOULE »

Évaluation de la contamination en Cd à partir données de la campagne 2018 du programme RINBIO :

- classe 0
- classe 1
- classe 2
- classe 3
- classe 4



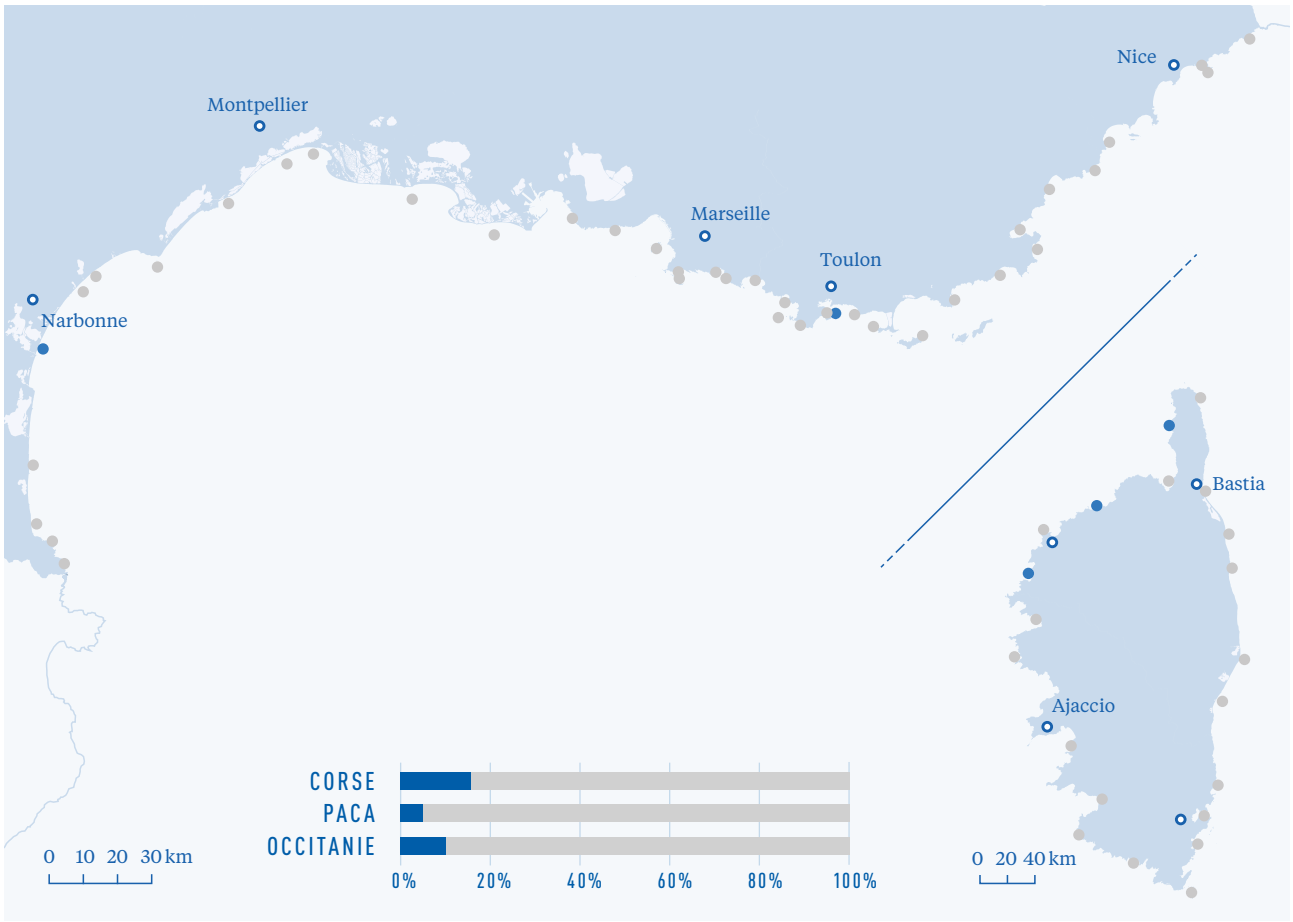
CADMIUM (Cd)

RÉSUMÉ DES TENDANCES

MATRICE « MOULE »

Évaluation des tendances de la contamination en Cd pour les stations RINBIO sur la période 1998-2018.

- amélioration
- dégradation,
- absence de tendance significative.



CADMIUM (Cd)

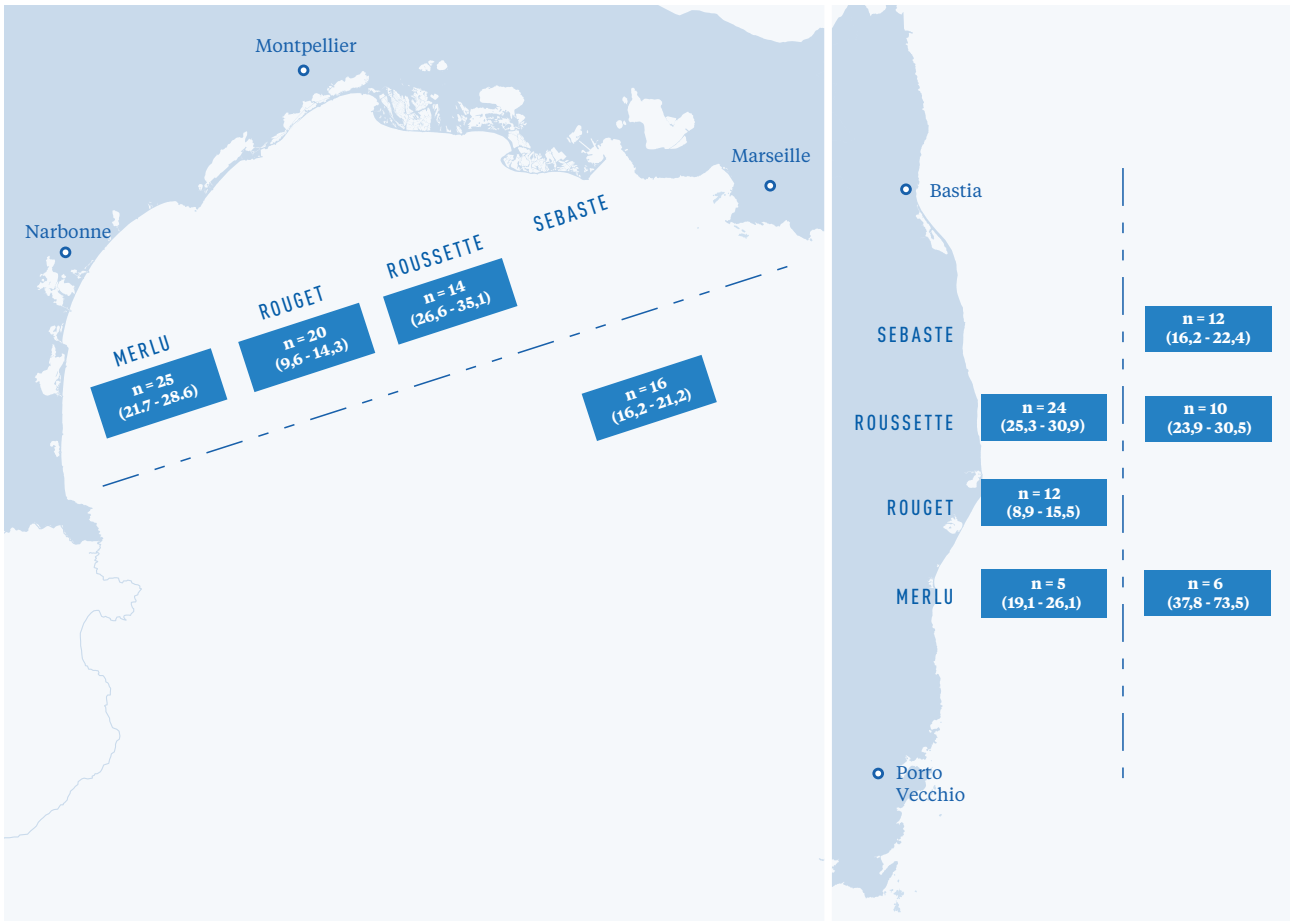
RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « POISSON »

Évaluation de la contamination en Cd à partir des données des actions 2017-2018 du programme CONTAMED. Le nombre de poissons (n) accompagné de la gamme de taille (entre parenthèses), utilisés pour réaliser l'évaluation, sont indiqués.

Les informations au-dessus de la ligne bleue dans de Golfe du Lion et à gauche pour le secteur Est Corse correspondent aux prélèvements sur le plateau continental. Celles respectivement en dessous et à droite correspondent au rebord du plateau.

- Non atteinte du bon état
- atteinte du bon état



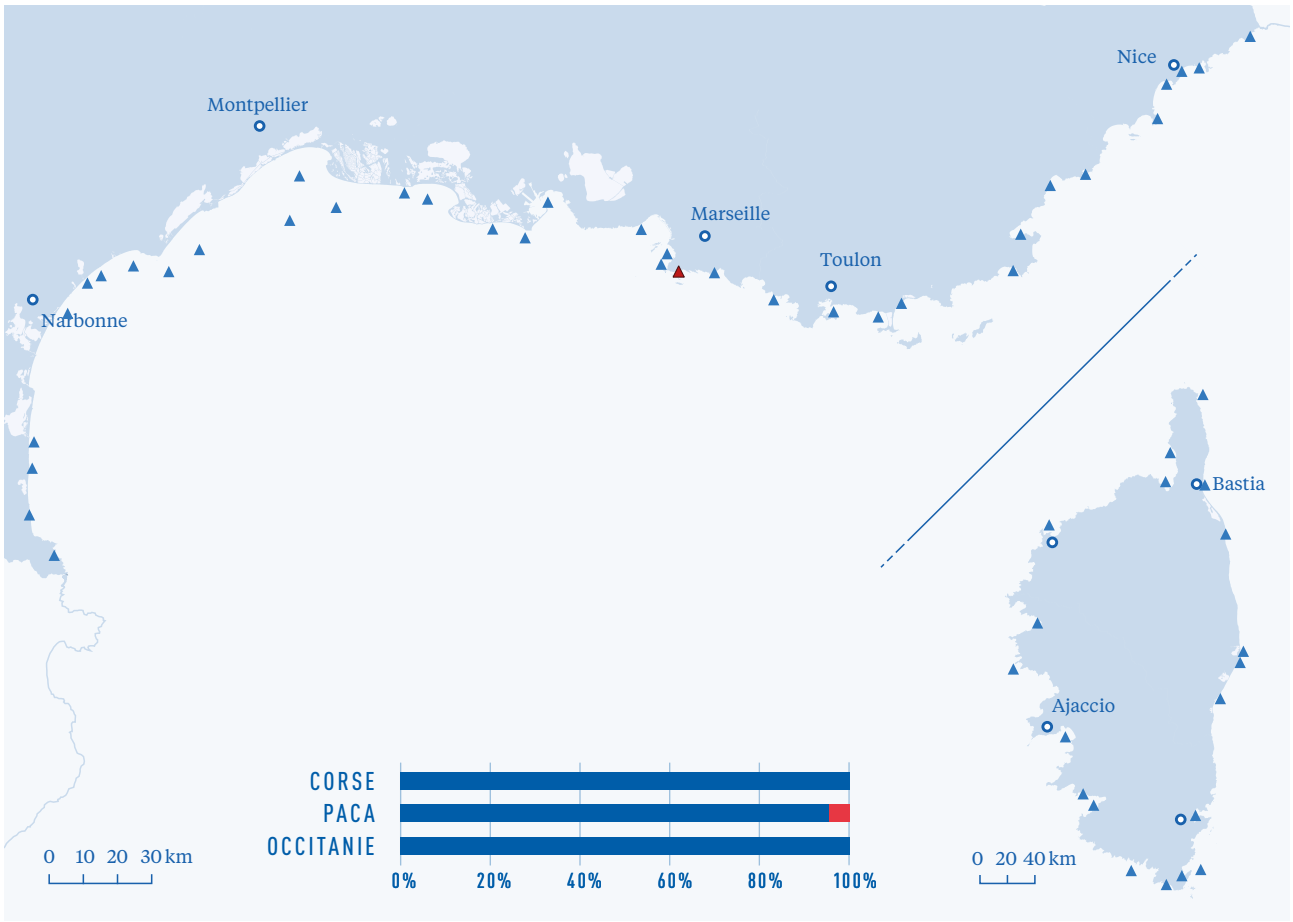
CADMIUM (Cd)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « SÉDIMENT »

Évaluation de la contamination en Cd à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016.

● bon état
● mauvais état



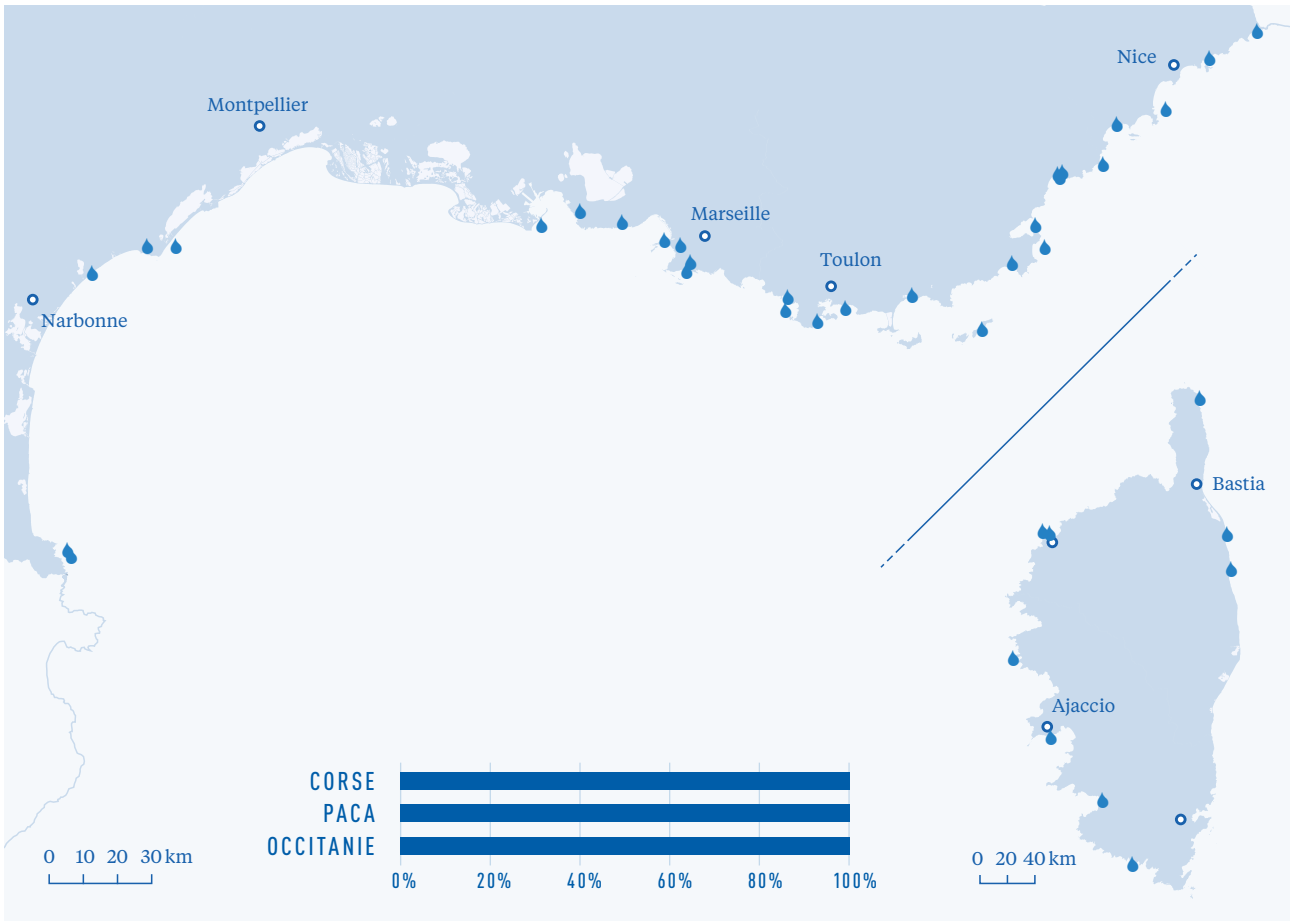
CADMIUM (Cd)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « EAU »

Évaluation de la contamination en Cd dans la colonne d'eau en utilisant des DGT, campagne de surveillance 2012.

- bon état
- mauvais état



CUIVRE (Cu)

EN UN COUP D'ŒIL

Comme le zinc, le fer, le manganèse, le cuivre fait partie des métaux dits essentiels, nécessaires au bon fonctionnement des organismes et impliqués dans de nombreux processus physiologiques. Il n'existe pas de seuil réglementaire pour le cuivre dans le biote et la colonne d'eau. Seules les approches relative et tendancielle peuvent ainsi être appliquées pour la matrice « moule ». Le cuivre est régulé par les moules.

En conséquence, les concentrations en cuivre mesurées par le réseau RINBIO à l'échelle de la façade sont globalement faibles et homogènes, à l'exception d'une station en Occitanie (Agde) qui a présenté en 2018 des valeurs élevées. Ce résultat inédit devra être vérifié au cours des prochaines campagnes de surveillance. Une station Rinbio, située dans la grande rade de Toulon, montre une amélioration significative des concentrations en cuivre sur les 20 dernières années. Comme pour d'autres métaux, les stations entre Marseille et Toulon ainsi que la Rade de Villefranche et Bonifacio montrent des concentrations en cuivre dans le sédiment au-dessus du seuil ERL.

À l'échelle de la façade, la contamination des eaux côtières par le cuivre ne constitue donc pas une problématique particulière à l'exception de certains secteurs bien identifiés pour le sédiment : au droit du rejet de la station d'épuration de Marseille, dans les calanques, dans la petite rade de Toulon et dans le goulet de Bonifacio. Ces deux dernières zones présentent une configuration géographique particulière et fermée.

SOURCES ET TOXICITÉ

L'emploi du cuivre est extrêmement diversifié, sa toxicité étant mise à profit dans les peintures antisalissures, dans le traitement des bois et dans des produits phytosanitaires (désherbants, insecticides, fongicides).

Le cuivre est un matériau de base de l'industrie électrique (en concurrence avec l'aluminium), de la construction (conduites d'eau) et de nombreux procédés d'usinage (emboutissage, forgeage, laminage, matriçage, tréfilage). Il agit sur le développement embryonnaire des bivalves et sur la croissance du phytoplancton.

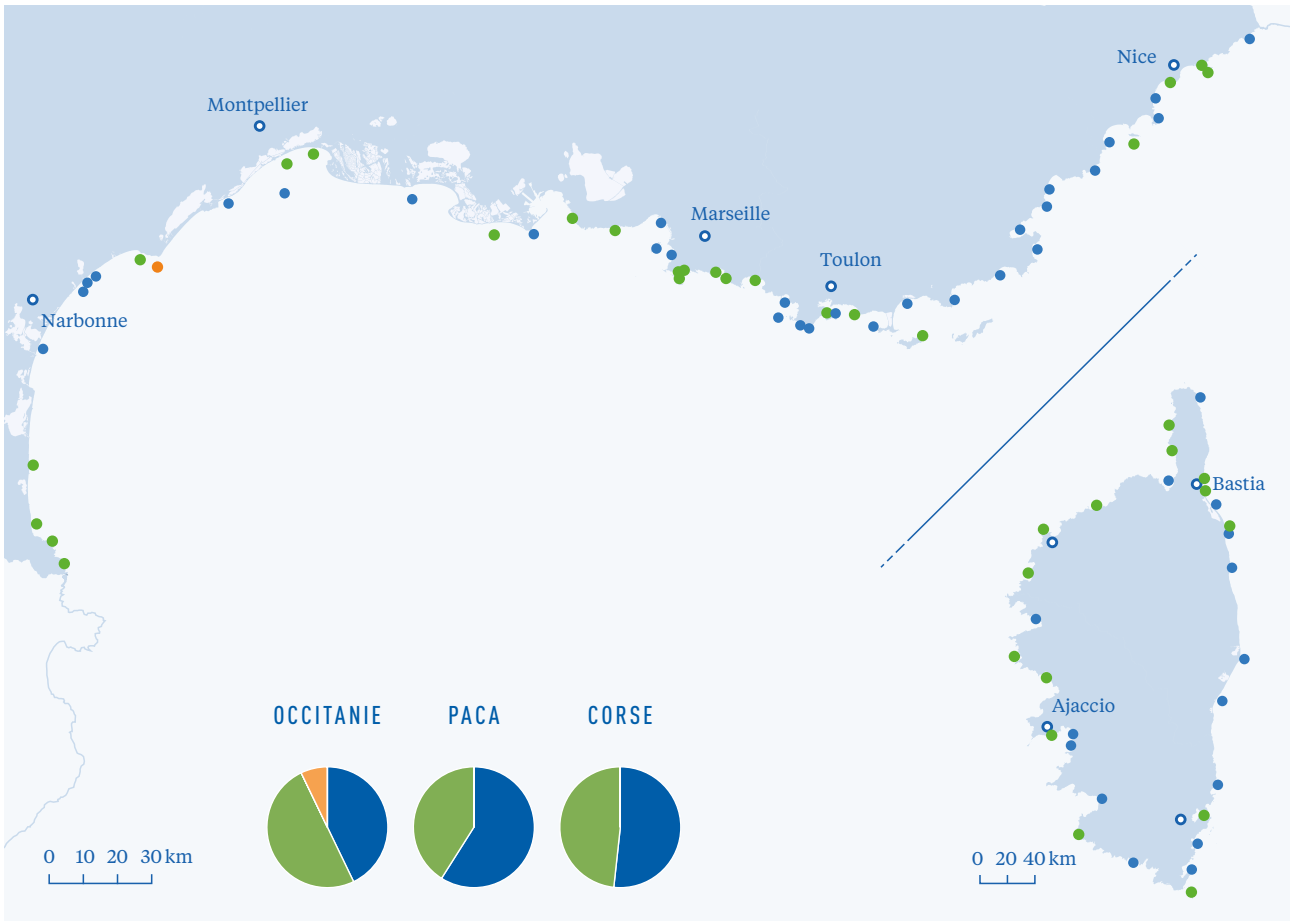
CUIVRE (Cu)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « MOULE »

Évaluation de la contamination en Cu à partir données de la campagne 2018 du programme RINBIO :

- classe 0
- classe 1
- classe 2
- classe 3
- classe 4



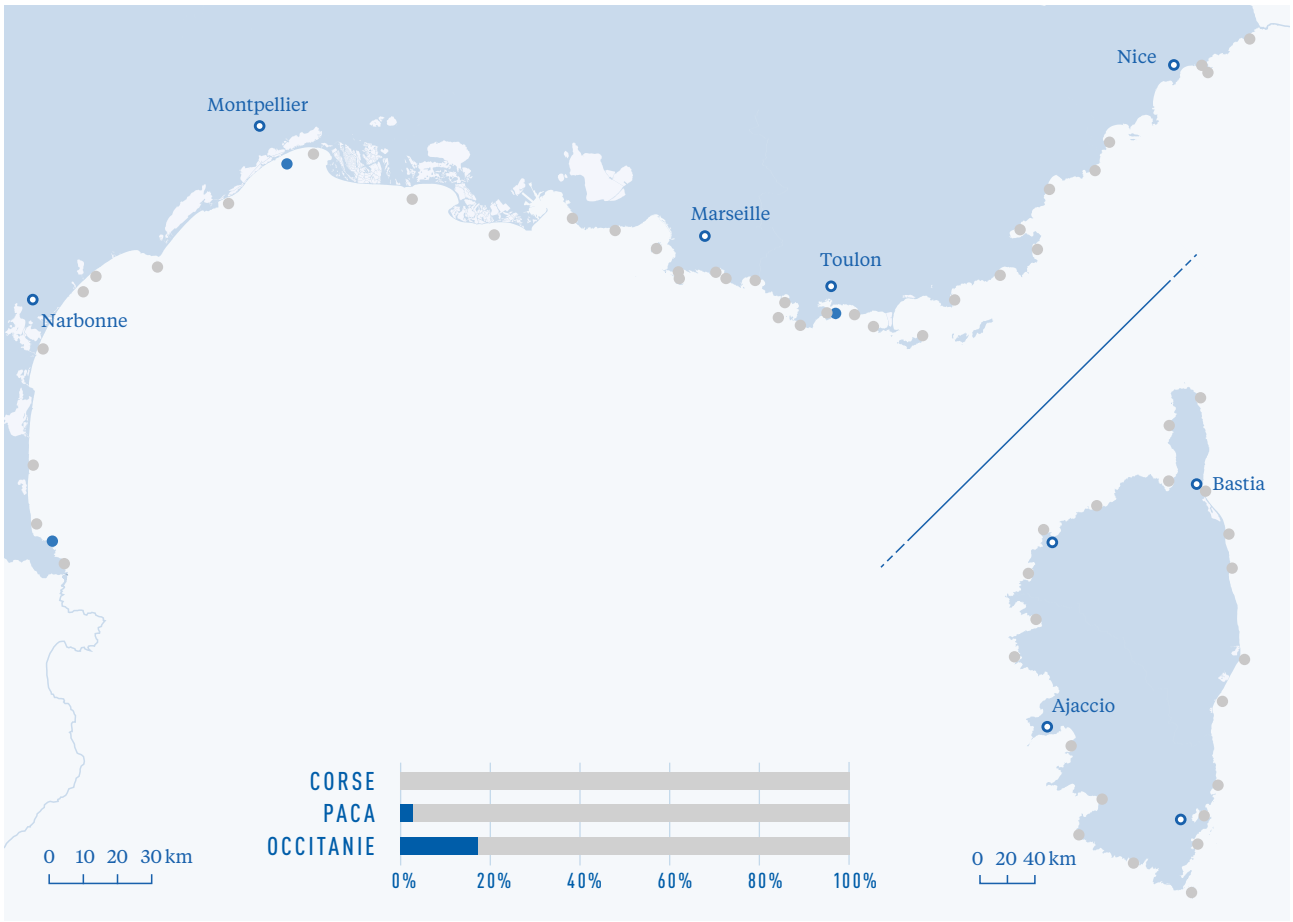
CUIVRE (Cu)

RÉSUMÉ DES TENDANCES

MATRICE « MOULE »

Évaluation des tendances de la contamination en Cu pour les stations RINBIO sur la période 1998-2018.

- amélioration
- dégradation,
- absence de tendance significative.



CUIVRE (Cu)

MATRICE « POISSON »

En l'absence de seuil de risque pour le biote, l'évaluation pour la matrice « poisson » n'a pas été réalisée.

MATRICE « EAU »

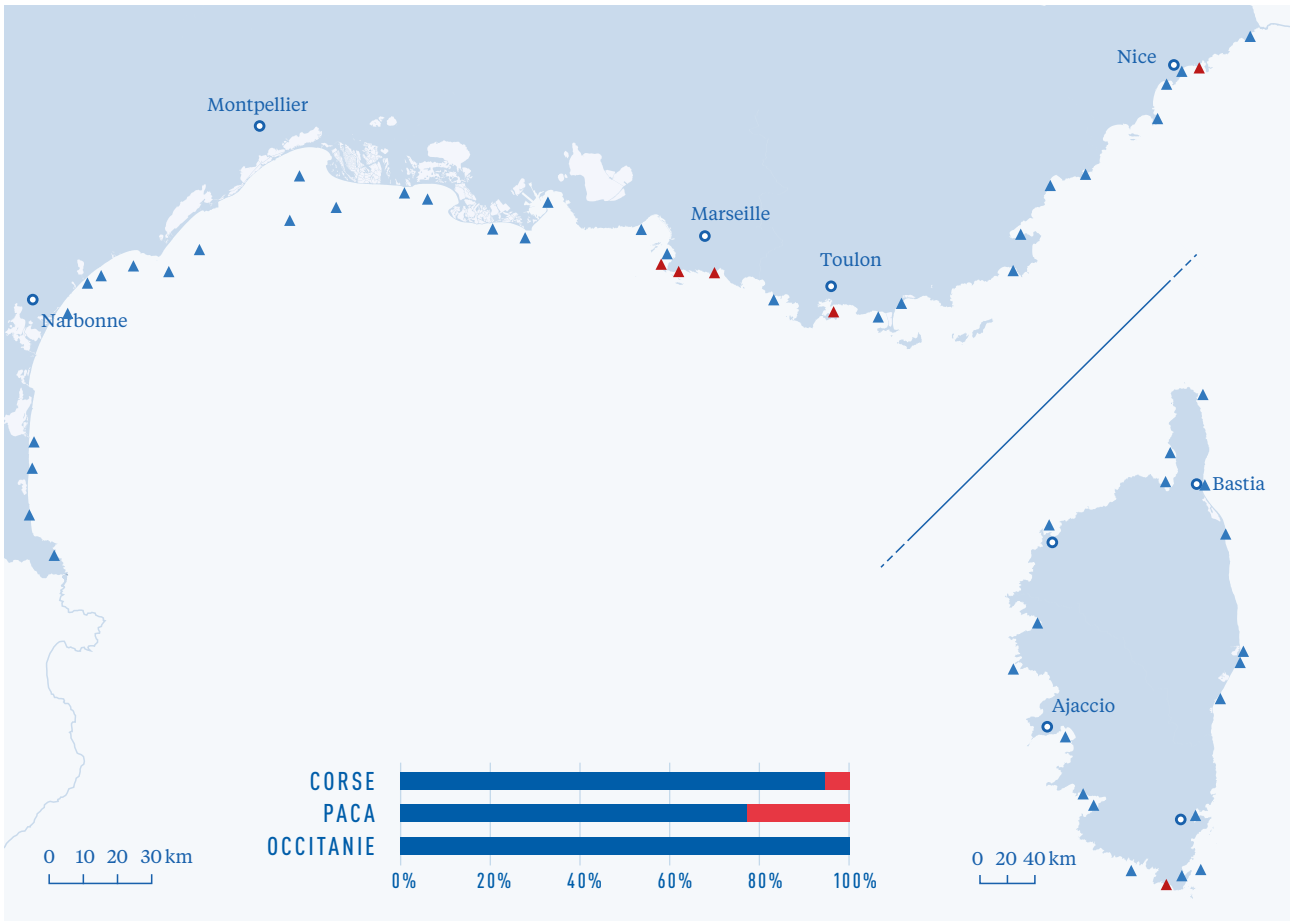
En l'absence de seuil réglementaire, l'évaluation pour la matrice « eau » n'a pas été réalisée.

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « SÉDIMENT »

Évaluation de la contamination en Cu à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016.

- bon état
- mauvais état



MERCURE (Hg)

EN UN COUP D'ŒIL

Par sa forme organique méthylée, le mercure est le plus bioamplifiable des éléments traces métalliques. Ainsi, plus de 65 % des roussettes (*Scyliorhinus canicula*) pêchées à la côte et 85 % des sébastes (*Helicolenus dactylopterus*) pêchées au large dans le cadre du réseau CONTAMED présentent des niveaux en mercure total supérieurs au seuil réglementaire alors que dans les moules l'ensemble des valeurs est inférieur à ce même seuil. À noter cependant que les moules de la station de la petite rade de Toulon présentent des niveaux relatifs très élevés par rapport au reste de la façade.

Par ailleurs, même si elles restent faibles, les concentrations en mercure dans les moules ont augmenté significativement au cours des 20 dernières années sur les stations Bastia Sud et Cassis. Dans le sédiment, l'ensemble des stations entre Marseille et Toulon ainsi que les stations Rade de Villefranche, Golo, Bonifacio et Figari-Bruzzi présentent des valeurs en mercure supérieures au seuil ERL. Les DGT utilisés dans le cadre de la campagne de surveillance 2012 n'ont pas permis de doser le mercure dans la matrice « eau ». À l'échelle de la façade, le mercure dans le milieu reste un sujet de préoccupation majeure notamment à cause de son accumulation dans les réseaux trophiques.

SOURCES ET TOXICITÉ

Le mercure est émis dans l'environnement par des sources naturelles et anthropiques. Les sources naturelles sont constituées principalement par les éruptions volcaniques et les feux de forêt. Les sources anthropiques concernent surtout l'activité pétrolière, l'incinération des déchets et les activités minières.

Les composés du mercure connaissent de nombreux emplois : industrie chimique, agriculture (fongicide), traitement du bois, explosif d'amorçage, peintures, piles ou batteries, plastiques et caoutchoucs. Le mercure pur est utilisé sous forme métallique comme électrode dans la fabrication de la soude et du chlore. Il est utilisé dans la fabrication d'instruments de mesures (thermomètres, baromètres etc.), d'appareillages électriques (contacts au mercure, etc.) et dans les lampes à décharge. Son utilisation industrielle a fortement diminué, excepté lors des procédés de fabrication du chlore et de la soude.

Le cycle du mercure est complexe et la répartition du Hg à la surface de la planète n'est pas étroitement dépendante des sources, qu'elles soient zonales ou ponctuelles. Sa volatilité élevée le prédispose à des transports atmosphériques, tandis que ses propriétés chimiques de complexation aux matériaux colloïdaux (matière organique et argiles) favorisent son transport par voie fluviale. Les océans recevraient environ deux fois plus de Hg par voie fluviale que par voie atmosphérique.
Le mercure est le plus toxique des métaux traces, plus particulièrement ses formes organiques. La méthylation du mercure est effective dans les sédiments sous l'action des microorganismes et, dans la colonne d'eau, en présence de phytoplancton. La croissance du plancton et de larves de bivalves est retardée à de très faibles concentrations. Le transfert du mercure est très important dans les chaînes trophiques. Des concentrations en méthylmercure toxiques pour l'homme peuvent être atteintes dans la chair de poissons situés en haut de chaînes alimentaires.

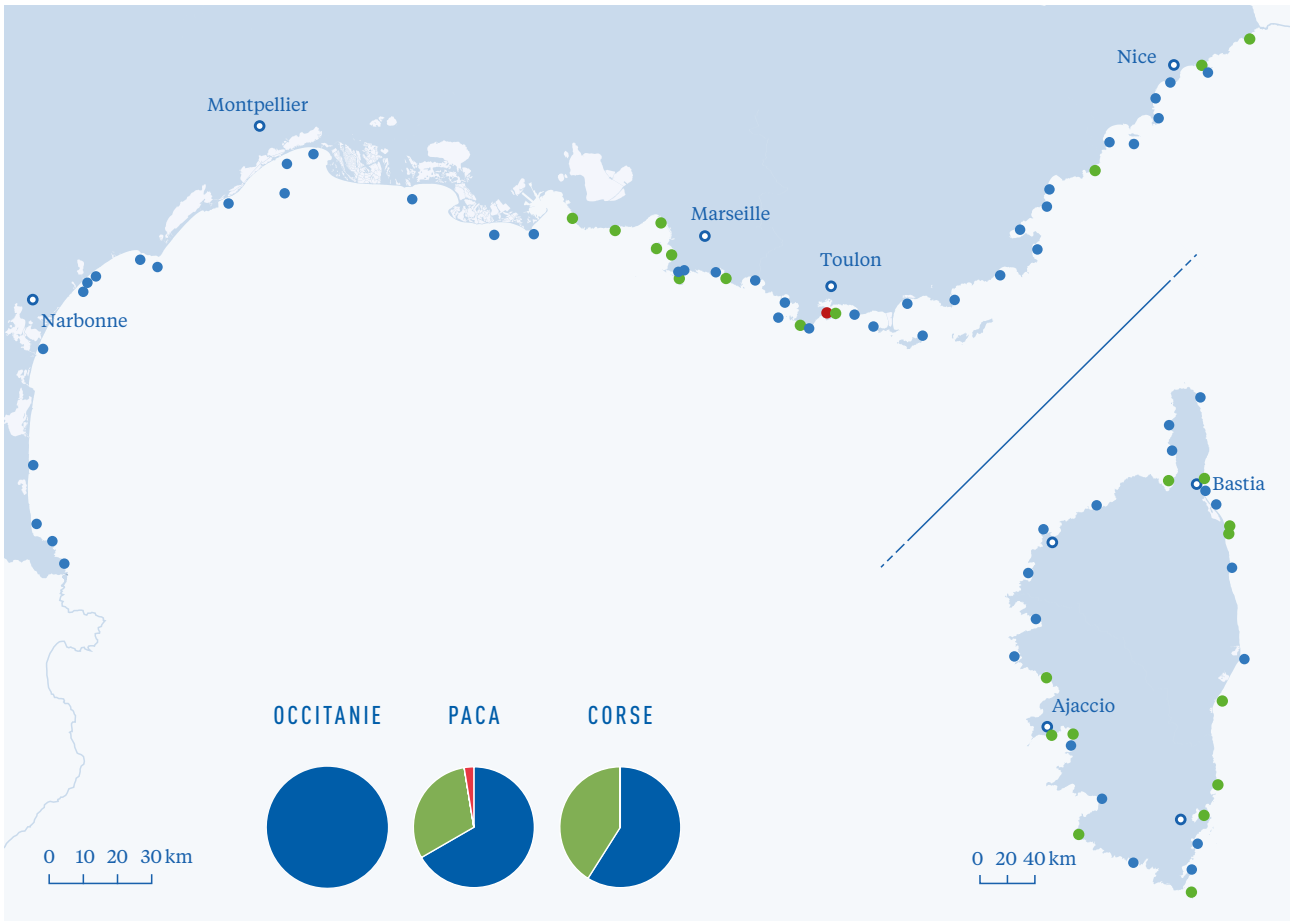
MERCURE (Hg)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « MOULE »

Évaluation de la contamination en Hg à partir données de la campagne 2018 du programme RINBIO :

- classe 0
- classe 1
- classe 2
- classe 3
- classe 4



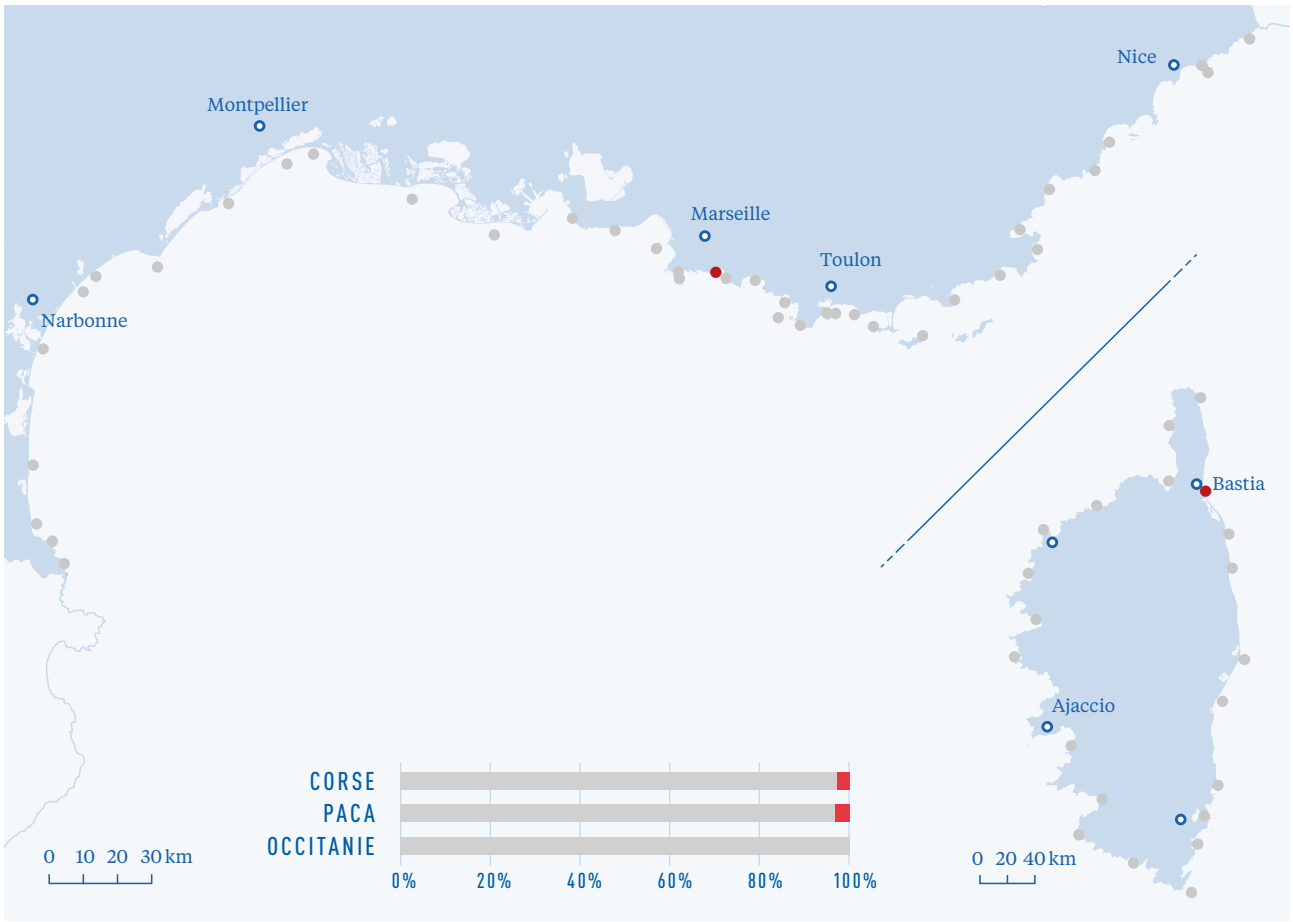
MERCURE (Hg)

RÉSUMÉ DES TENDANCES

MATRICE « MOULE »

Évaluation des tendances de la contamination en Hg pour les stations RINBIO sur la période 1998-2018.

- amélioration
- dégradation
- absence de tendance significative



MERCURE (Hg)

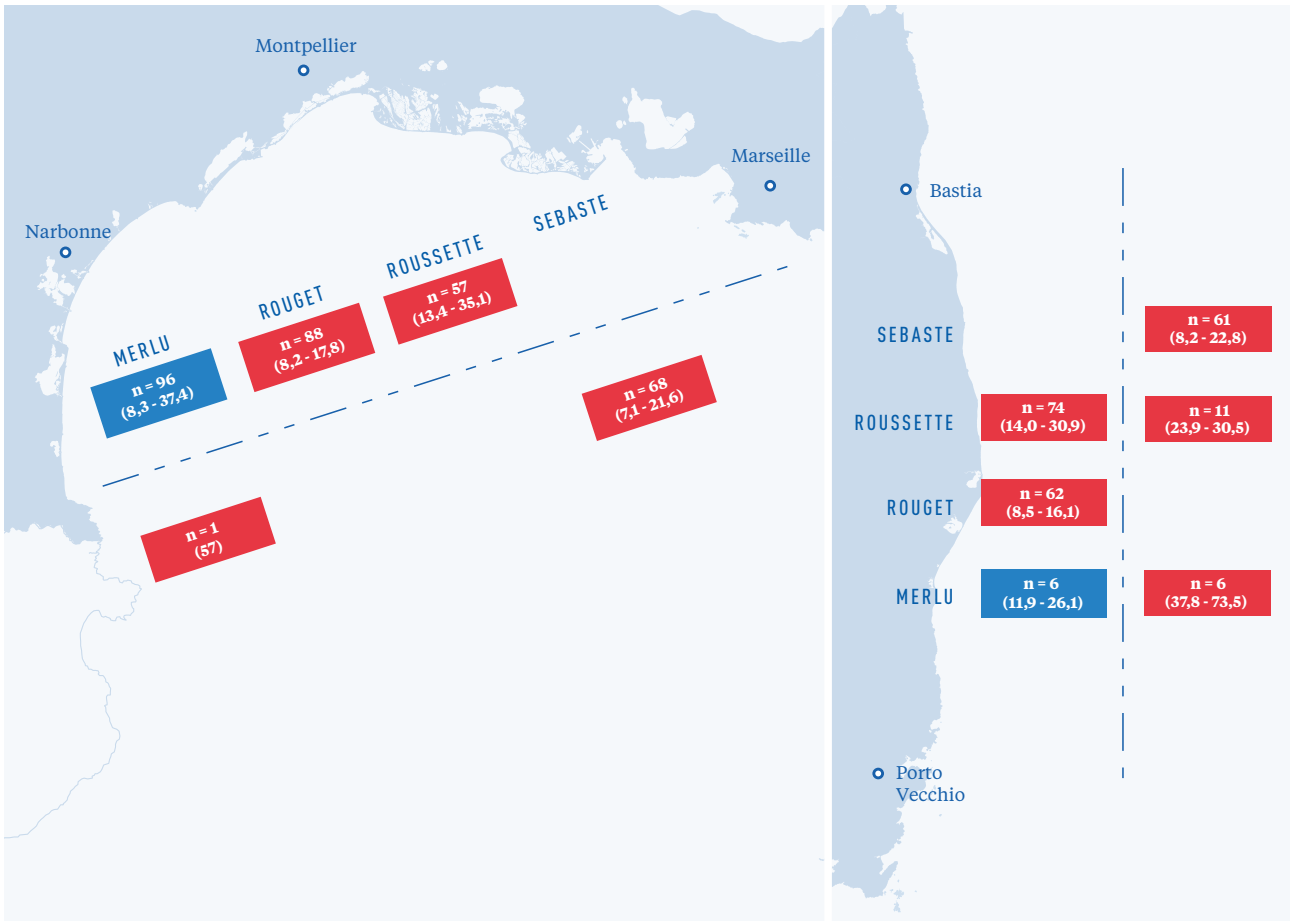
RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « POISSON »

Évaluation de la contamination en Hg à partir des données des actions 2017-2018 du programme CONTAMED. Le nombre de poissons (n) accompagné de la gamme de taille (entre parenthèses), utilisés pour réaliser l'évaluation, sont indiqués.

Les informations au-dessus de la ligne bleue dans de Golfe du Lion et à gauche pour le secteur Est Corse correspondent aux prélèvements sur le plateau continental. Celles respectivement en dessous et à droite correspondent au rebord du plateau.

- Non atteinte du bon état
- atteinte du bon état



MERCURE (Hg)

MATRICE « EAU »

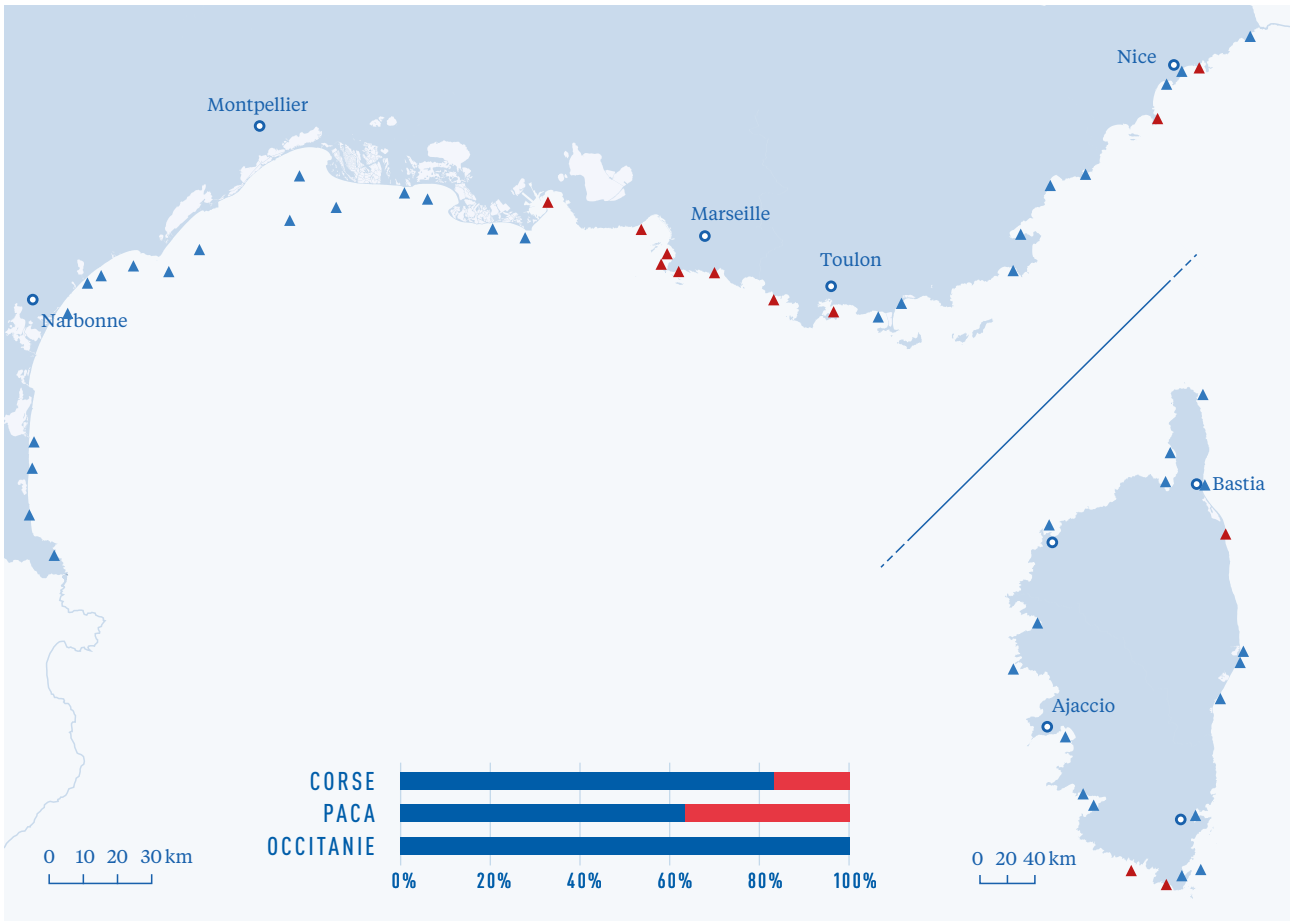
Les DGT utilisés lors de la campagne de surveillance. 2012 ne sont pas adaptés au suivi du mercure dans la colonne d'eau. L'évaluation pour la matrice « eau » n'a donc pu être réalisée.

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « SÉDIMENT »

Évaluation de la contamination en Hg à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016.

- bon état
- mauvais état



NICKEL (Ni)

EN UN COUP D'ŒIL

Il n'existe pas de seuil réglementaire pour le nickel dans le biote. Seules les approches relative et tendancielle peuvent ainsi être appliquées pour la matrice « moule ». Les concentrations en nickel dans les moules à l'échelle de la façade sont globalement faibles et homogènes, sauf pour la station Golo (Est Corse) qui présente des valeurs moyennes. Une station Rinbio, située sur la presqu'ile de Giens, montre une amélioration significative des concentrations en nickel sur les 20 dernières années.

Les stations Lavandou et Rogliano (Est Corse) montre quant à elles des dégradations significatives. À noter que de fortes concentrations en nickel ont été mesurées dans les moules prélevées autour de l'ancienne mine d'amiante de Canari (Est du Cap Corse) au cours des 20 dernières années. 75 % des stations montrent des concentrations en nickel dans le sédiment au-dessus du seuil ERL. La pertinence de ce seuil dans le contexte méditerranéen français peut être interrogée. La zone du Cap Corse est marquée par de fortes concentrations en nickel dans le sédiment, essentiellement au droit de la mine d'amiante de Canari. Cette signature est essentiellement liée à la nature géochimique de la roche. Les concentrations dans l'eau sont toutes inférieures à la NQE.

Le nickel ne présente pas d'enjeu particulier à l'échelle de la façade excepté pour les données sédiment. La question de l'interprétation de ces données et sa signification au regard du cycle géochimique est posée, tout comme la pertinence de la valeur de référence.

SOURCES ET TOXICITÉ

Les principales sources anthropiques de nickel sont la combustion de charbon ou de fuel, l'incinération des déchets, l'épandage des boues d'épuration, l'extraction et la production de nickel, la fabrication de l'acier, le nickelage et les fonderies de plomb. Présent aussi dans les pétroles bruts, le nickel y est sous forme peu mobile et passe très difficilement dans la chaîne trophique.

Dans l'environnement aquatique, on le retrouve principalement sous forme particulaire, une forme peu biodisponible, bien que certains mollusques comme la coque (Cerastoderma edule) le concentrent fortement. Aucun seuil biote n'est disponible pour le nickel, un ERL sédiment est disponible. Faiblement bio-accumulable, des effets sur le développement embryonnaire d'invertébrés marins ont cependant été observés.

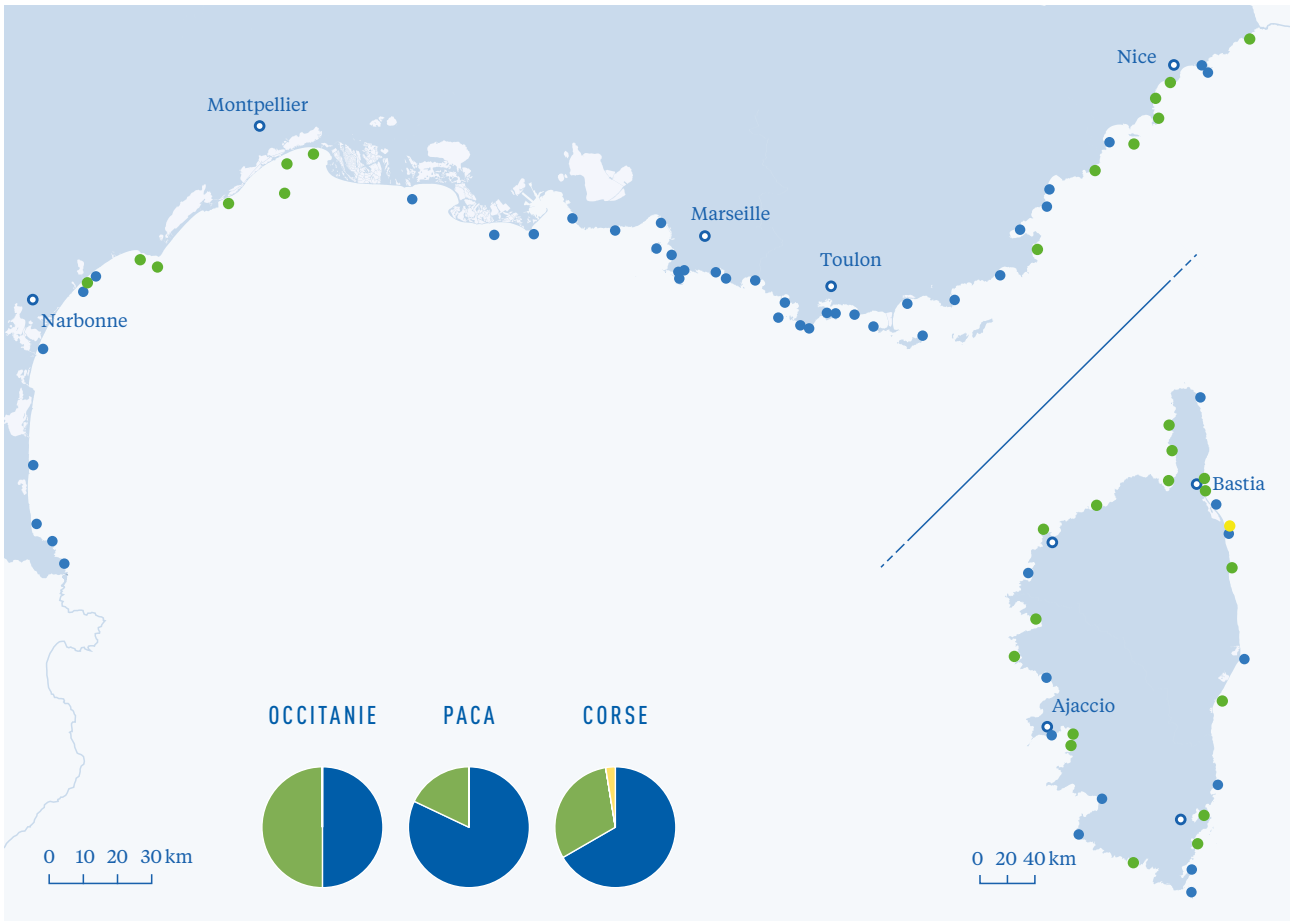
NICKEL (Ni)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « MOULE »

Évaluation de la contamination en Hg à partir données de la campagne 2018 du programme RINBIO :

- classe 0
- classe 1
- classe 2
- classe 3
- classe 4



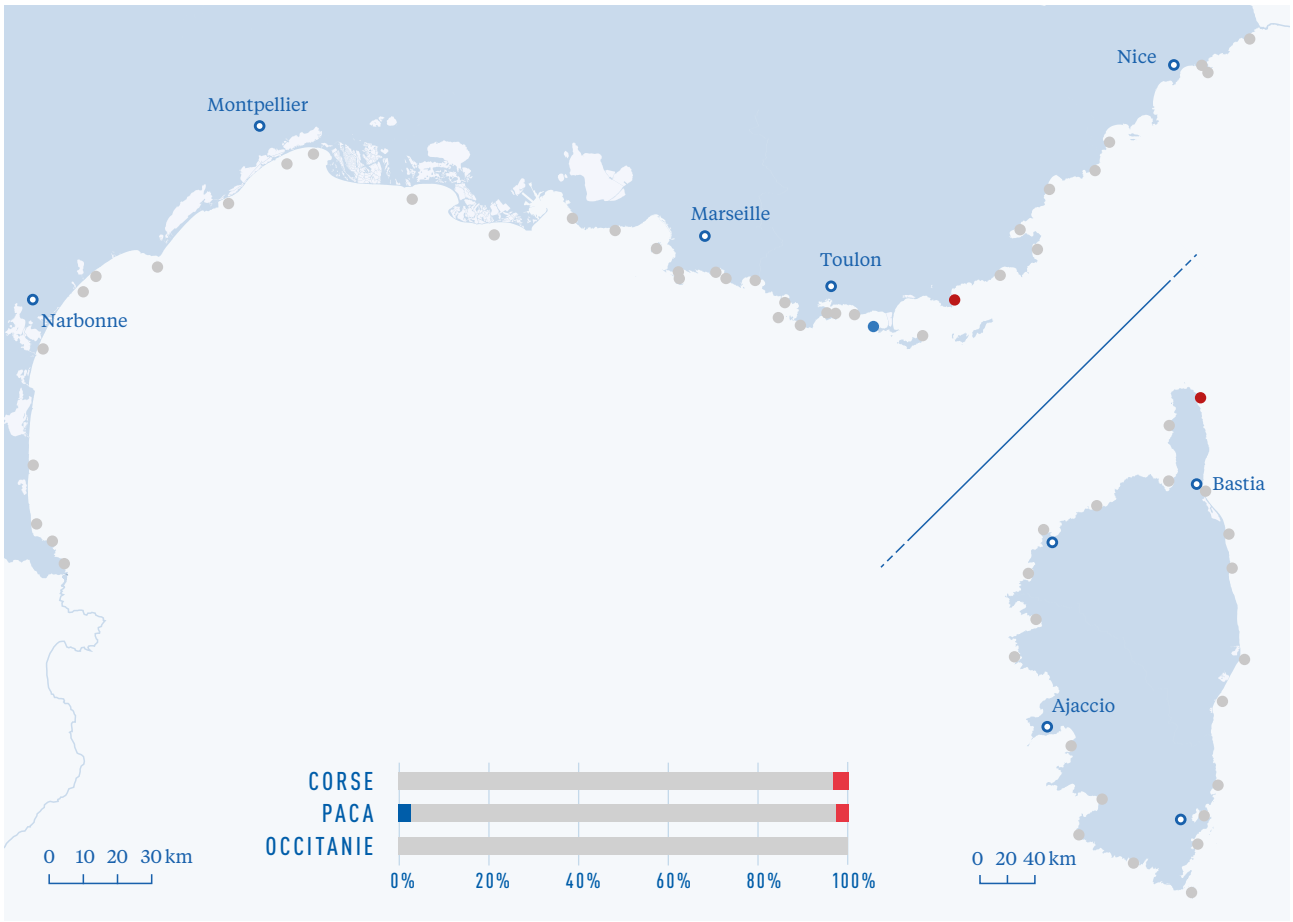
NICKEL (Ni)

RÉSUMÉ DES TENDANCES

MATRICE « MOULE »

Évaluation des tendances de la contamination en Cu pour les stations RINBIO sur la période 1998-2018.

- amélioration
- dégradation,
- absence de tendance significative.



NICKEL (Ni)

MATRICE « POISSON »

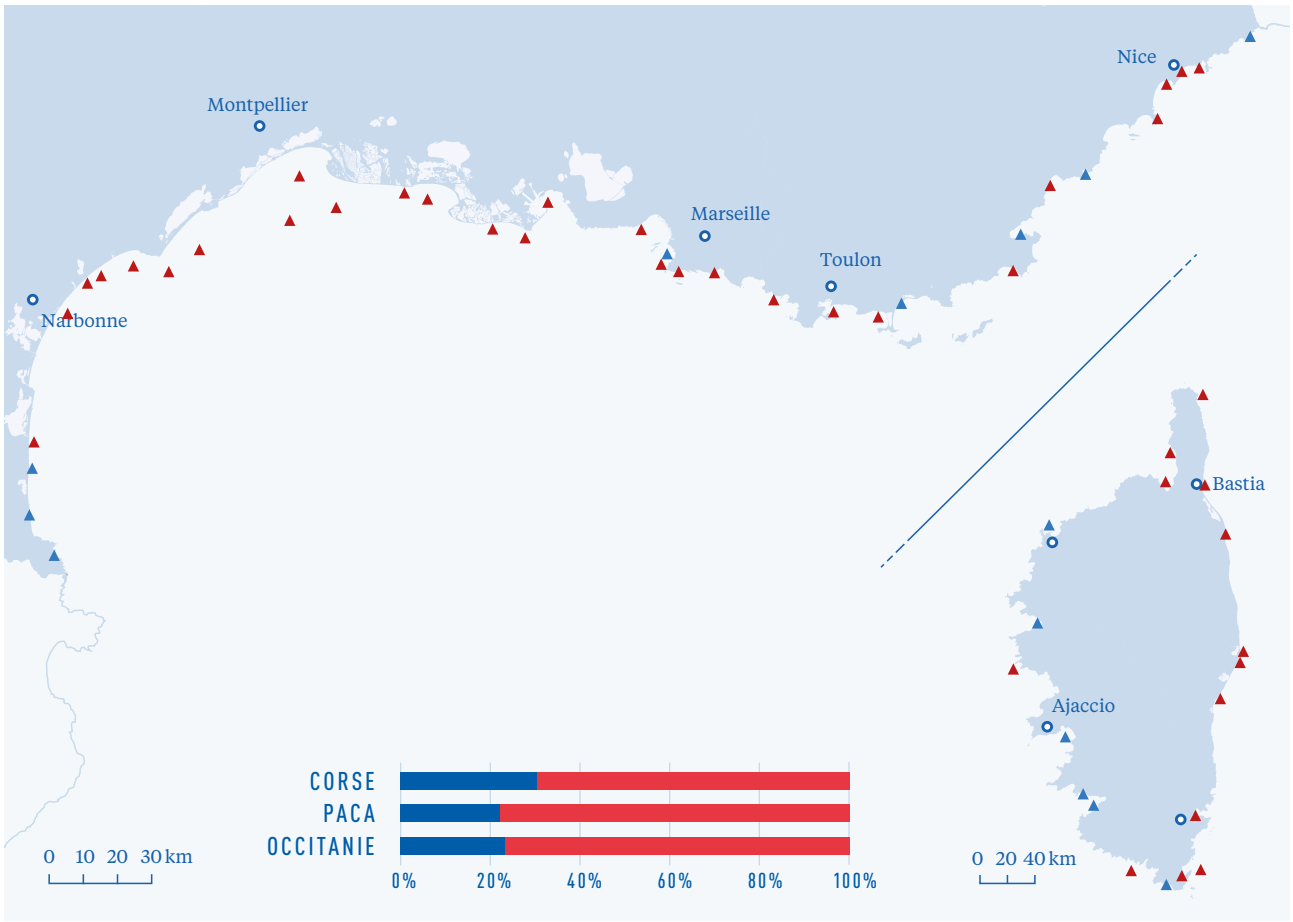
En l'absence de seuil de risque pour le biote, l'évaluation pour la matrice « poisson » n'a pas été réalisée.

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « SÉDIMENT »

Évaluation de la contamination en Ni à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016.

- bon état
- mauvais état



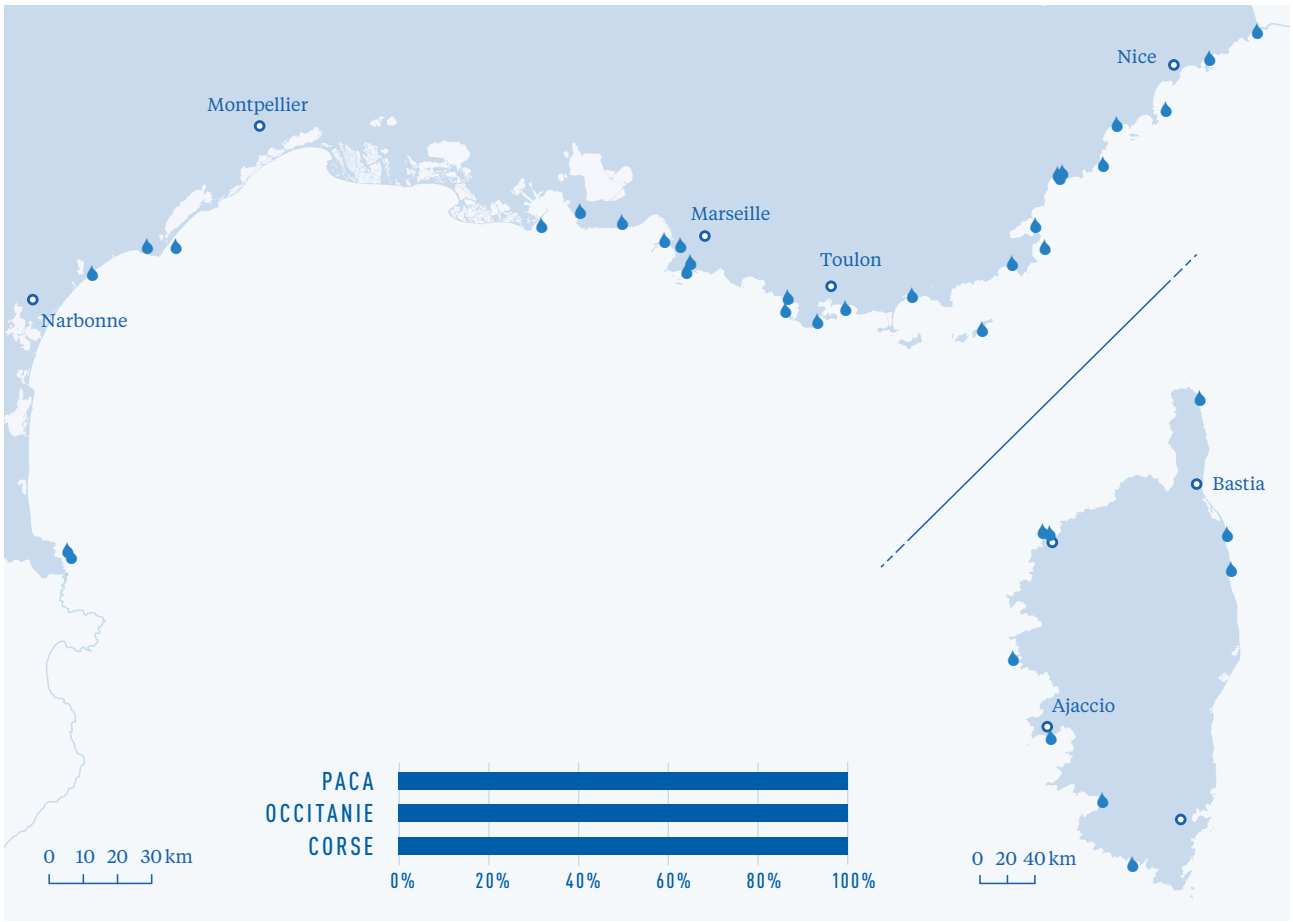
NICKEL (Ni)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « EAU »

Évaluation de la contamination en Ni dans la colonne d'eau en utilisant des DGT, campagne de surveillance 2012.

- bon état
- mauvais état



PLOMB (Pb)

EN UN COUP D'ŒIL

Le plomb est un indicateur commun MedPol partagé par l'ensemble des pays riverains de la Méditerranée. Tous les résultats obtenus dans le biote (matrice « moule » et « poisson ») sont inférieurs au seuil réglementaire. Les moules de la station située dans la petite rade de Toulon présentent néanmoins des valeurs très élevées au regard de l'ensemble des résultats. Le plomb est biodiminué dans les chaînes trophiques. Les valeurs à la base des réseaux trophiques sont plus élevées qu'aux niveaux supérieurs.

Dans le sédiment, l'ensemble des stations entre Marseille et Toulon ainsi que les stations Antibes, rade de Villefranche, Rogliano (Est du Cap Corse) et Bonifacio présentent des valeurs supérieures au seuil ERL. Les concentrations mesurées dans l'eau sont toutes inférieures à la NQE.

À l'échelle de la façade, le plomb n'est donc pas une problématique majeure sauf et de façon principale dans les sédiments au droit des agglomérations de Marseille, Toulon et Nice.

SOURCES ET TOXICITÉ

Rarement disponible à l'état natif, le plomb est présent dans de nombreux minerais, notamment la galène (PbS). Le plomb tétraéthyle, un additif des essences, est une substance qui a été longtemps émise dans l'atmosphère lors de la combustion des carburants. Il peut être ensuite transporté sur de très longues distances avant de se déposer par sédimentation des poussières ou lors des épisodes de pluie. Il atteint alors les zones marines soit par dépôt direct, soit par ruissellement après s'être déposé sur le continent.

De part cette source d'émission, il a fait partie des contaminants majeurs de l'environnement. Depuis son interdiction dans les carburants à la fin du XXème siècle, sa concentration dans l'atmosphère a très vite chuté. Le plomb étant un élément très peu soluble dans l'eau, il a aussi très rapidement décru de la colonne d'eau océanique. Actuellement, la principale source de contamination au plomb reste l'industrie minière. Les formes inorganiques sont moins toxiques que les formes organiques (composés alkylés) qui inhibent la croissance du phytoplancton. Le plomb peut également provoquer des anomalies dans le développement embryonnaire des bivalves.

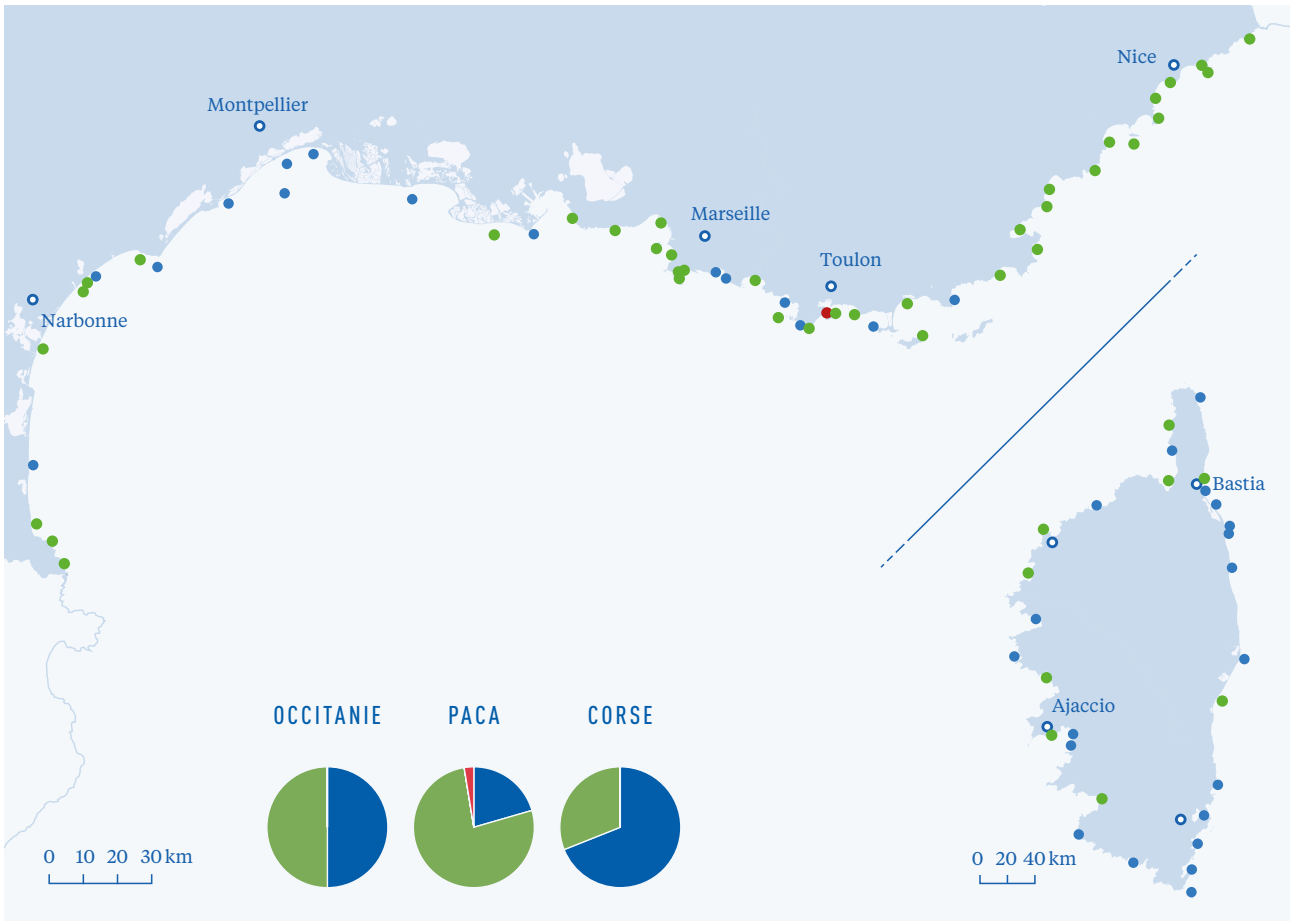
PLOMB (Pb)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « MOULE »

Évaluation de la contamination en Pb à partir données de la campagne 2018 du programme RINBIO :

- classe 0
- classe 1
- classe 2
- classe 3
- classe 4



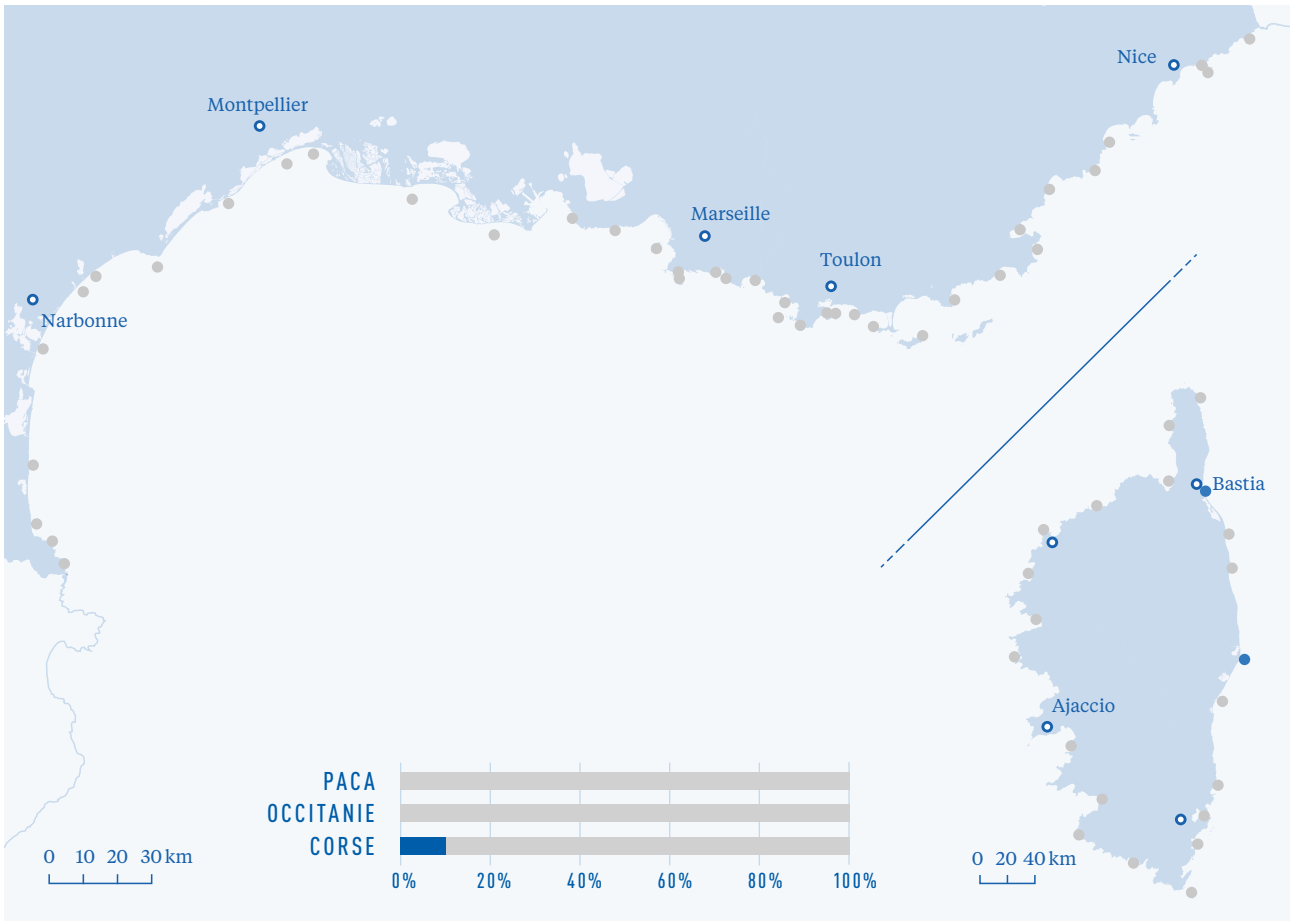
PLOMB (Pb)

RÉSUMÉ DES TENDANCES

MATRICE « MOULE »

Évaluation des tendances de la contamination en Pb pour les stations RINBIO sur la période 1998-2018.

- amélioration
- dégradation
- absence de tendance significative



PLOMB (Pb)

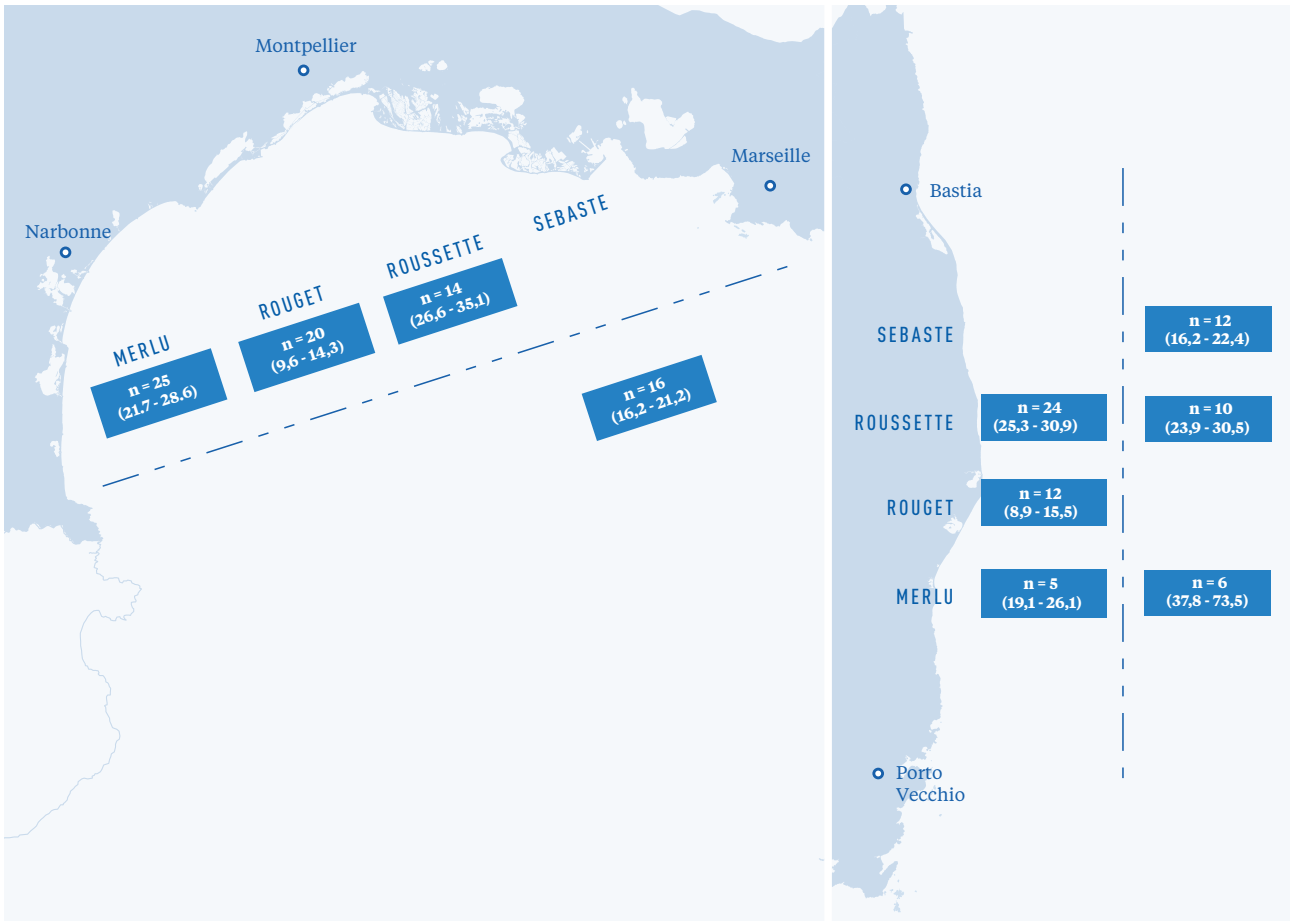
RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « POISSON »

Évaluation de la contamination en Pb à partir des données des actions 2017-2018 du programme CONTAMED. Le nombre de poissons (n) accompagné de la gamme de taille (entre parenthèses), utilisés pour réaliser l'évaluation, sont indiqués.

Les informations au-dessus de la ligne bleue dans de Golfe du Lion et à gauche pour le secteur Est Corse correspondent aux prélèvements sur le plateau continental. Celles respectivement en dessous et à droite correspondent au rebord du plateau.

● non atteinte du bon état
● atteinte du bon état



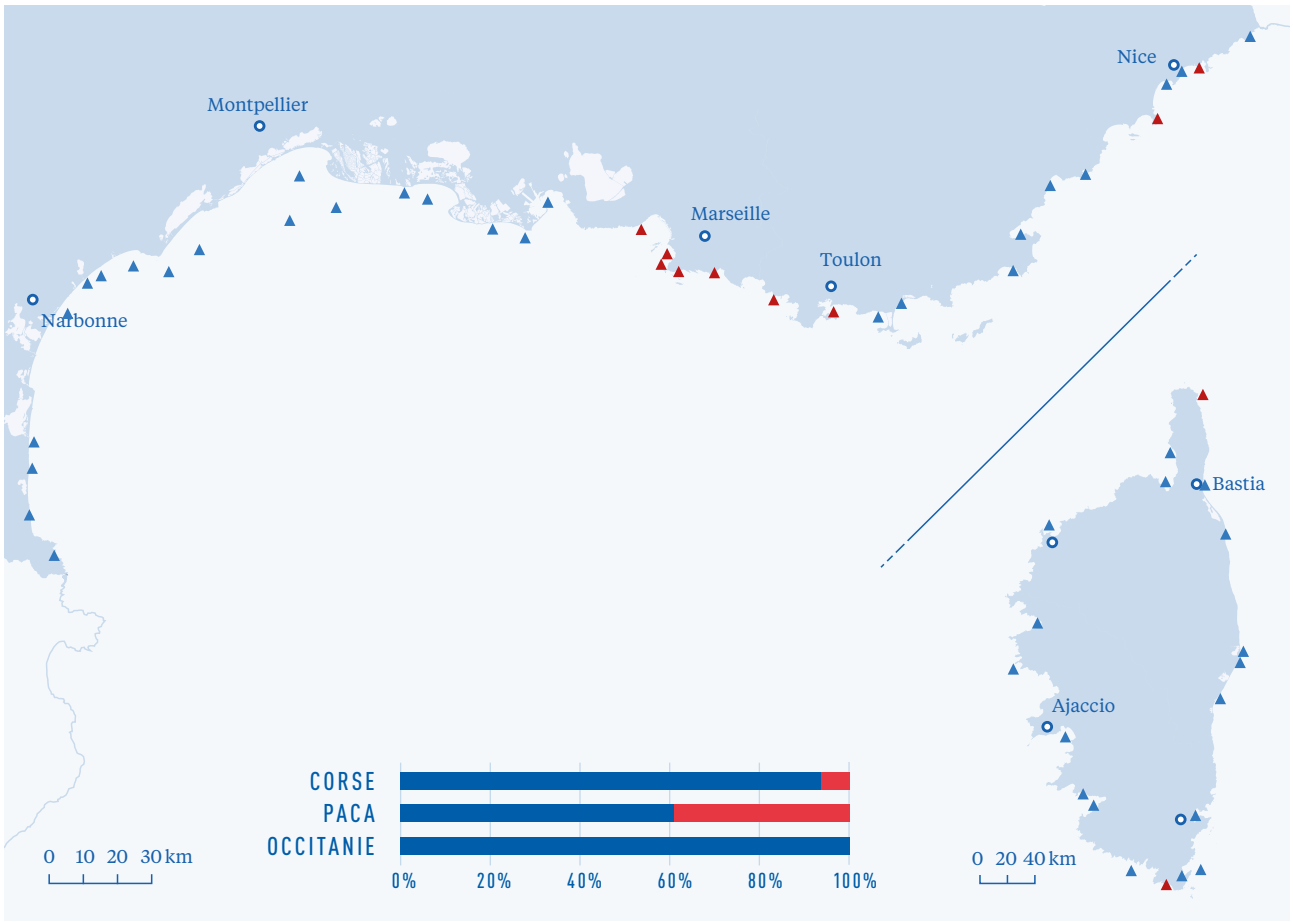
PLOMB (Pb)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « SÉDIMENT »

Évaluation de la contamination en Pb à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016.

● bon état
● mauvais état



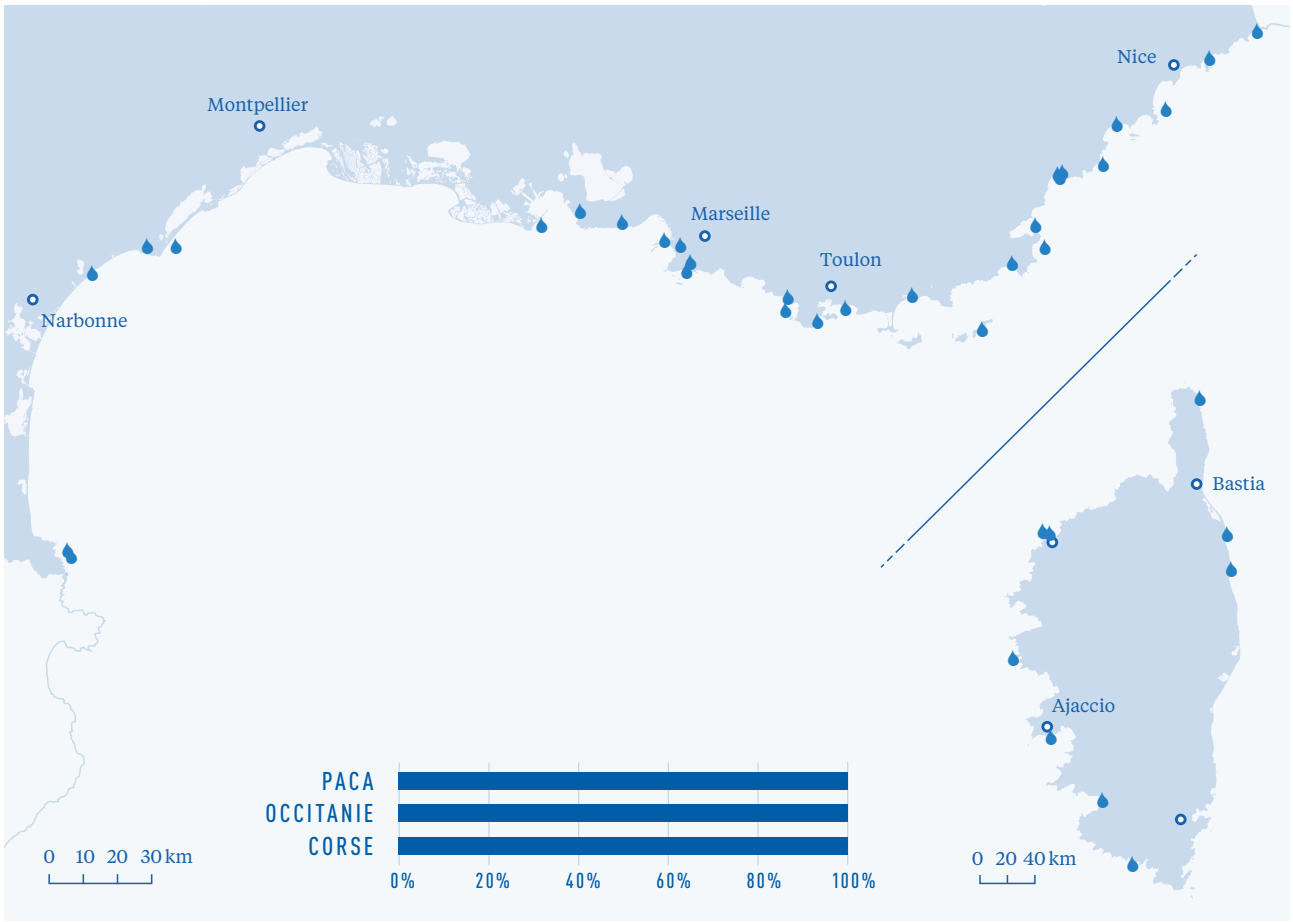
PLOMB (Pb)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « EAU »

Évaluation de la contamination en Pb dans la colonne d'eau en utilisant des DGT, campagne de surveillance 2012.

- bon état
- mauvais état



ZINC (Zn)

EN UN COUP D'ŒIL

Comme le cuivre, le fer, le manganèse, le zinc fait partie des métaux dits essentiels, nécessaires au bon fonctionnement des organismes vivants et impliqués dans de nombreux processus physiologiques. Il n'existe pas de seuil réglementaire pour le zinc dans le biote et la colonne d'eau. Seules les approches relative et tendancielle peuvent ainsi être appliquées pour la matrice « moule ».

Les résultats dans les moules à l'échelle de la façade sont globalement homogènes. Dans le sédiment, l'ensemble des stations entre Marseille et Toulon ainsi que les stations Rade de Villefranche et Bonifacio présentent des valeurs en zinc supérieures au seuil ERL.

À l'échelle de la façade, le zinc ne présente pas d'enjeu particulier sauf pour les données sédiments au droit de la zone littorale de Marseille à Toulon et à Bonifacio.

SOURCES ET TOXICITÉ

Le zinc est un oligo-élément indispensable au développement de la vie. Les usages du zinc sont multiples : peintures antisalissures, produits pharmaceutiques et phytosanitaires, conduits d'évacuation des eaux pluviales (gouttières, tuyaux de descente, etc.) et piles.

Une grande partie des apports en zinc dans l'environnement est imputable à la métallurgie, à la combustion des bois et des charbons, mais aussi aux épandages de certains engrais phosphatés où il est présent en quantités significatives comme impureté. Sa toxicité pour les organismes aquatiques n'en fait pas un contaminant prioritaire, bien qu'il agisse à de fortes concentrations sur la reproduction des huîtres et la croissance des larves.

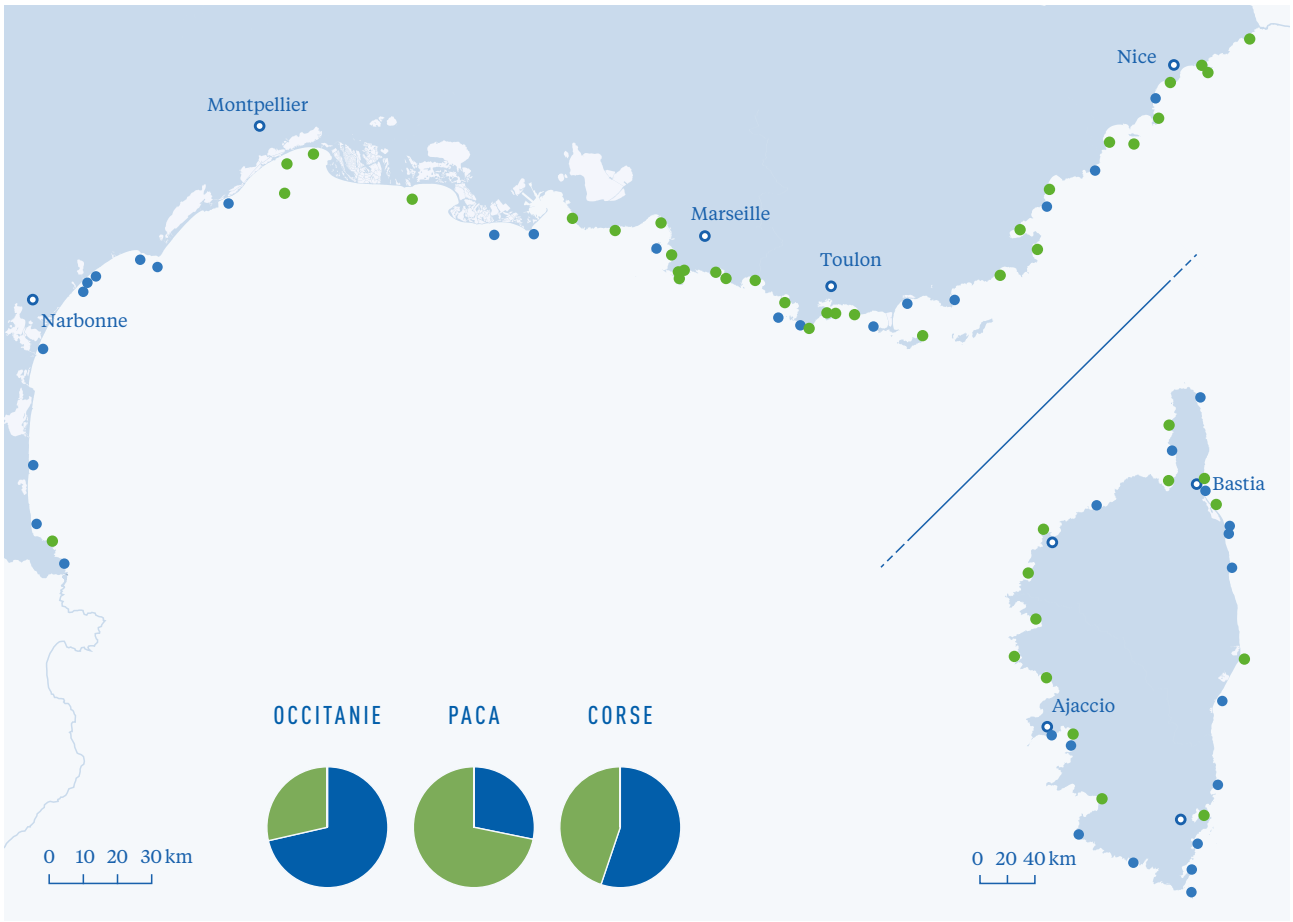
ZINC (Zn)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « MOULE »

Évaluation de la contamination en Pb à partir données de la campagne 2018 du programme RINBIO :

- classe 0
- classe 1
- classe 2
- classe 3
- classe 4



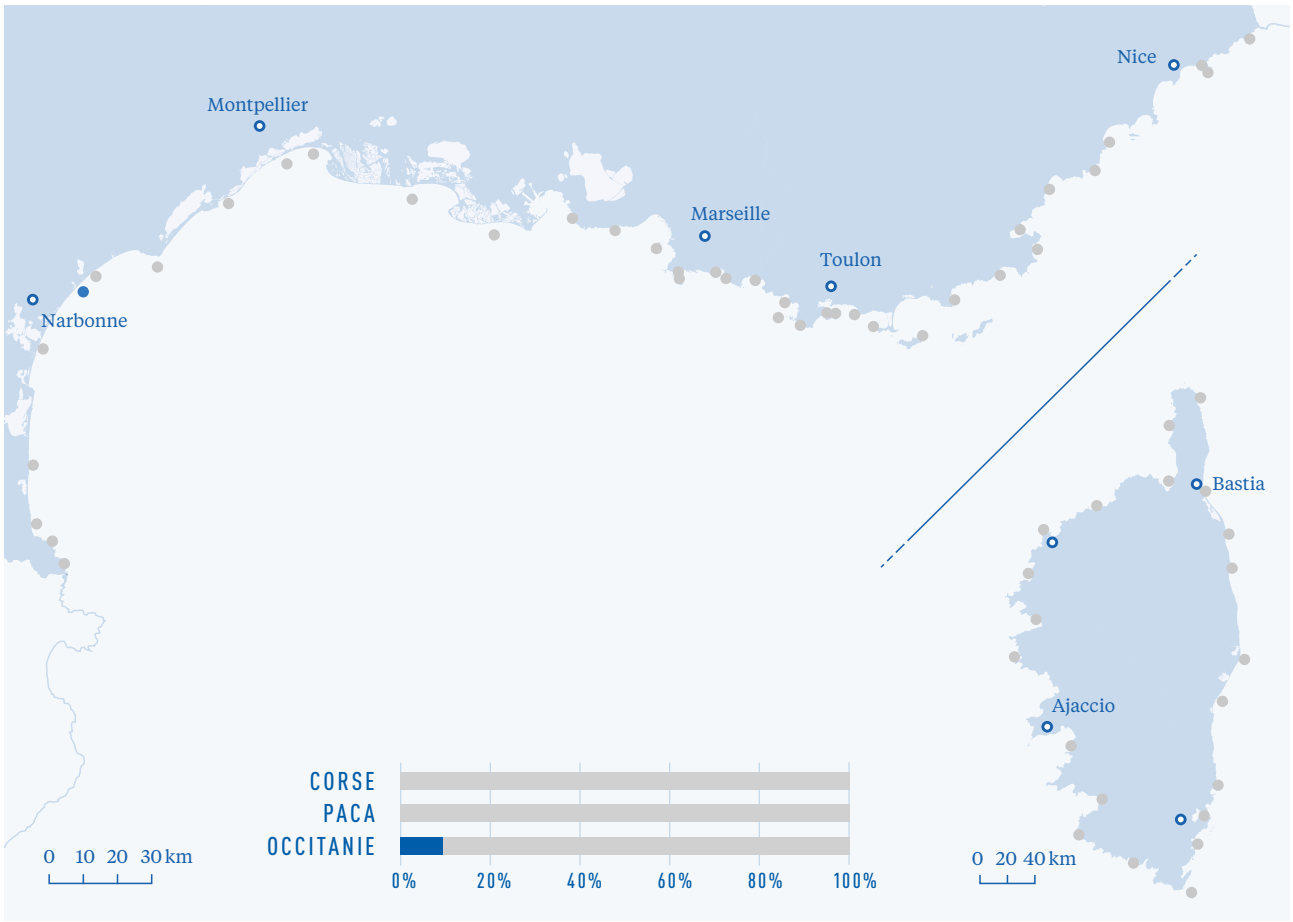
ZINC (Zn)

RÉSUMÉ DES TENDANCES

MATRICE « MOULE »

Évaluation des tendances de la contamination en Zn pour les stations RINBIO sur la période 1998-2018.

- amélioration
- dégradation
- absence de tendance significative



ZINC (Zn)

MATRICE « POISSON »

En l'absence de seuil risque pour le biote, l'évaluation pour la matrice « poisson » n'a pas été réalisée.

MATRICE « EAU »

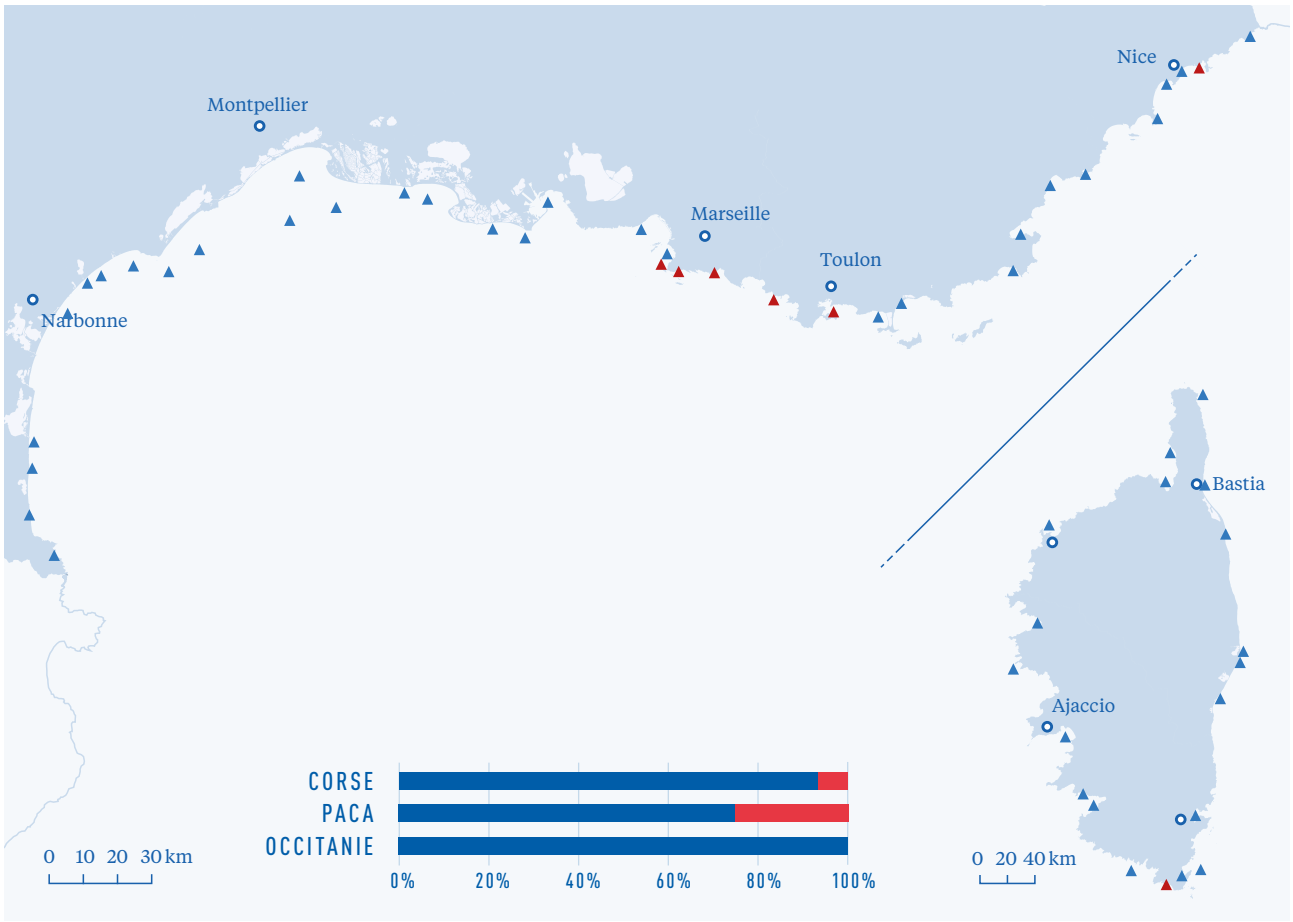
En l'absence de seuil réglementaire, l'évaluation pour la matrice « eau » n'a pas été réalisée.

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « SÉDIMENT »

Évaluation de la contamination en Zn à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016.

- bon état
- mauvais état



LES HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES (HAPs)

EN UN COUP D'ŒIL

Les résultats pour la somme des 16 HAPs prioritaires (naphtalène, acénaphtylène, acénaphtène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo (a)anthracène, chrysène, benzo (b)fluoranthène, benzo (k)fluoranthène, benzo (a) pyrène, dibenzo (a, h)anthracène, benzo (g, h, i)pérylène, indéno (1,2, 3-cd)pyrène) sont ici présentés. Dans la matrice moules, une valeur moyennement élevée (grande rade de Toulon) et une très élevée (petite rade de Toulon) sont mesurées en région Sud-PACA. L'ensemble des résultats restent néanmoins inférieurs aux seuils réglementaires existants. Pour le sédiment, deux stations en Corse (Figrari-Bruzzi et Aléria), huit stations en région Sud-PACA (Nice, Aéroport de Nice, Antibes sud, grande rade de Toulon, Cortiou, Fos/Mer et deux stations au droit du petit Rhône) ainsi que quatre stations en Occitanie (Grau du Roi, Orb, Narbonne et Barcarès) montrent des résultats supérieurs à au moins un des seuils pour les 12 HAPs qui en possèdent un. Les HAPs sont métabolisés par les poissons. Ils ne sont donc pas suivis dans le cadre du réseau CONTAMED.

Trois stations présentent des valeurs supérieures au seuil réglementaire dans l'eau pour la somme de l'indéno (1,2, 3-cd) pyrène et du benzo (g, h, i) pérylène. Elles sont situées respectivement au droit des émissaires de Montpellier, Sanary et Bastia sud.

SOURCES ET TOXICITÉ

La formation des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs) peut avoir de nombreuses origines. Ils sont ainsi regroupés en trois catégories : diagénétique, pétrogénique et pyrolytique. Les HAPs diagénétiques sont issus de la formation naturelle du pétrole. Les HAPs pétrogéniques sont introduits dans l'environnement à partir de produits pétroliers et leurs dérivés ; cette source est responsable d'émissions plus localisées qui peuvent être chroniques (activité portuaire, raffinerie, lessivage des infrastructures routières) ou accidentelles (marée noire). Les HAPs d'origine pyrolytique proviennent de la combustion incomplète de matière organique d'origine naturelle (feux, volcanisme) ou anthropique (activité domestique ou industrielle). Cette source est responsable de la majorité des émissions de HAPs dans l'atmosphère. En France, les émissions anthropiques de HAP sont dominées par le secteur domestique du fait de la consommation énergétique. Les HAPs font partie des polluants prioritaires. Ainsi, seize HAP sont suivis dans les différents programmes de surveillance et font partie des listes réglementaires de l'US EPA.

Toxiques (certains étant cancérigènes) pour l'Homme, la flore et la faune marine, les HAPs pétrogéniques sont très rémanents dans l'environnement et moins biodégradables que les autres hydrocarbures.

LES HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES (HAPs)

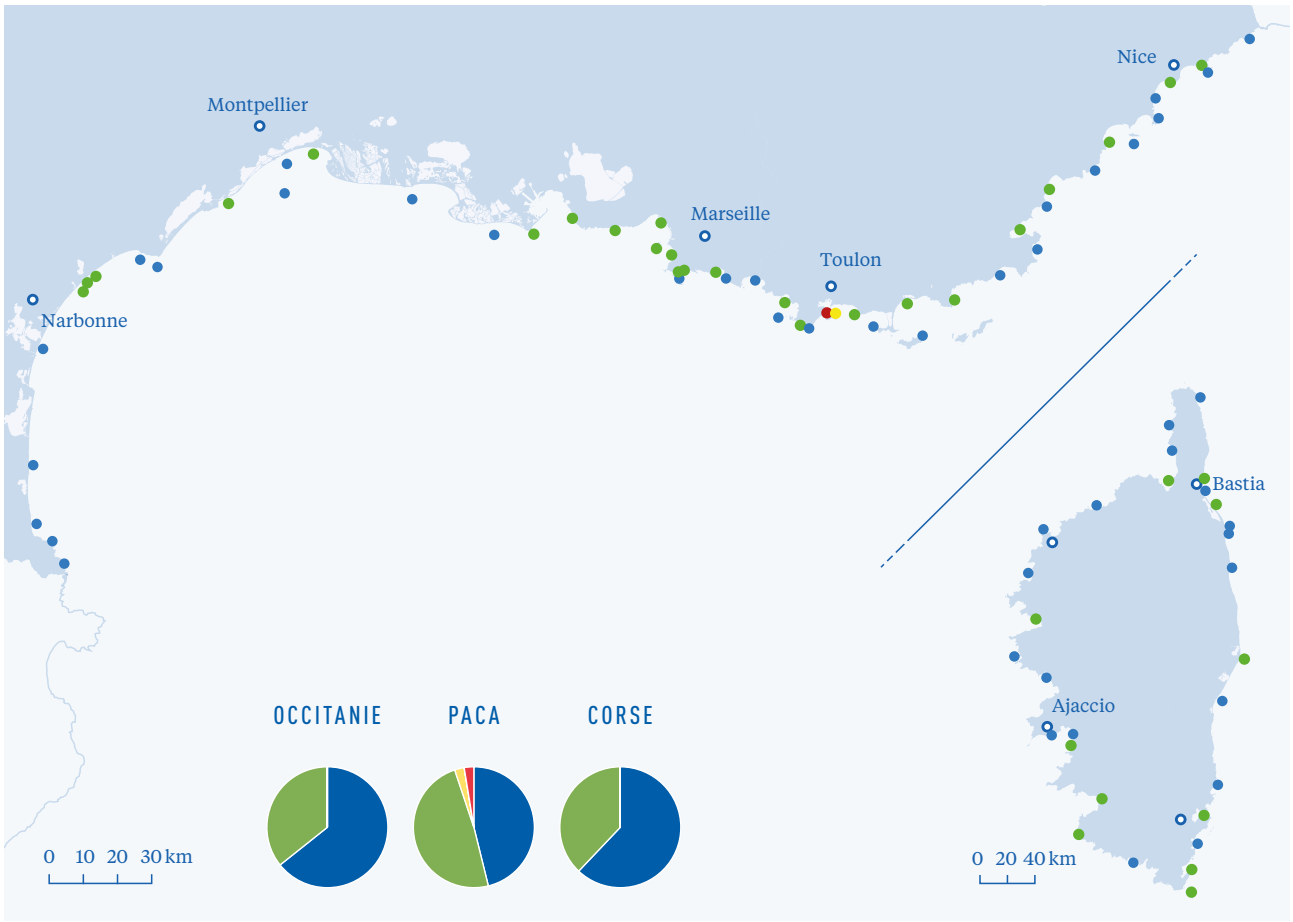
RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « MOULE »

Le graphique et la carte ci-dessus présentent les résultats pour la somme des 16 HAPs suivants : naphtalène, acénaphtylène, acénaphtène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo (a) anthracène, chrysène, benzo (b) fluoranthène, benzo (k) fluoranthène, benzo (a) pyrène, dibenzo (a, h) anthracène, benzo (g, h, i) pérylène, indéno (1,2, 3-cd) pyrène. Pour le calcul des sommes, les valeurs en-dessous des seuils de détection ont été considérées comme nulles ; celles en-dessous du seuil de quantification ont été considérées égales au seuil de détection.

Évaluation de la contamination en HAP à partir données de la campagne 2018 du programme RINBIO :

- classe 0
- classe 1
- classe 2
- classe 3
- classe 4



LES HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES (HAPs)

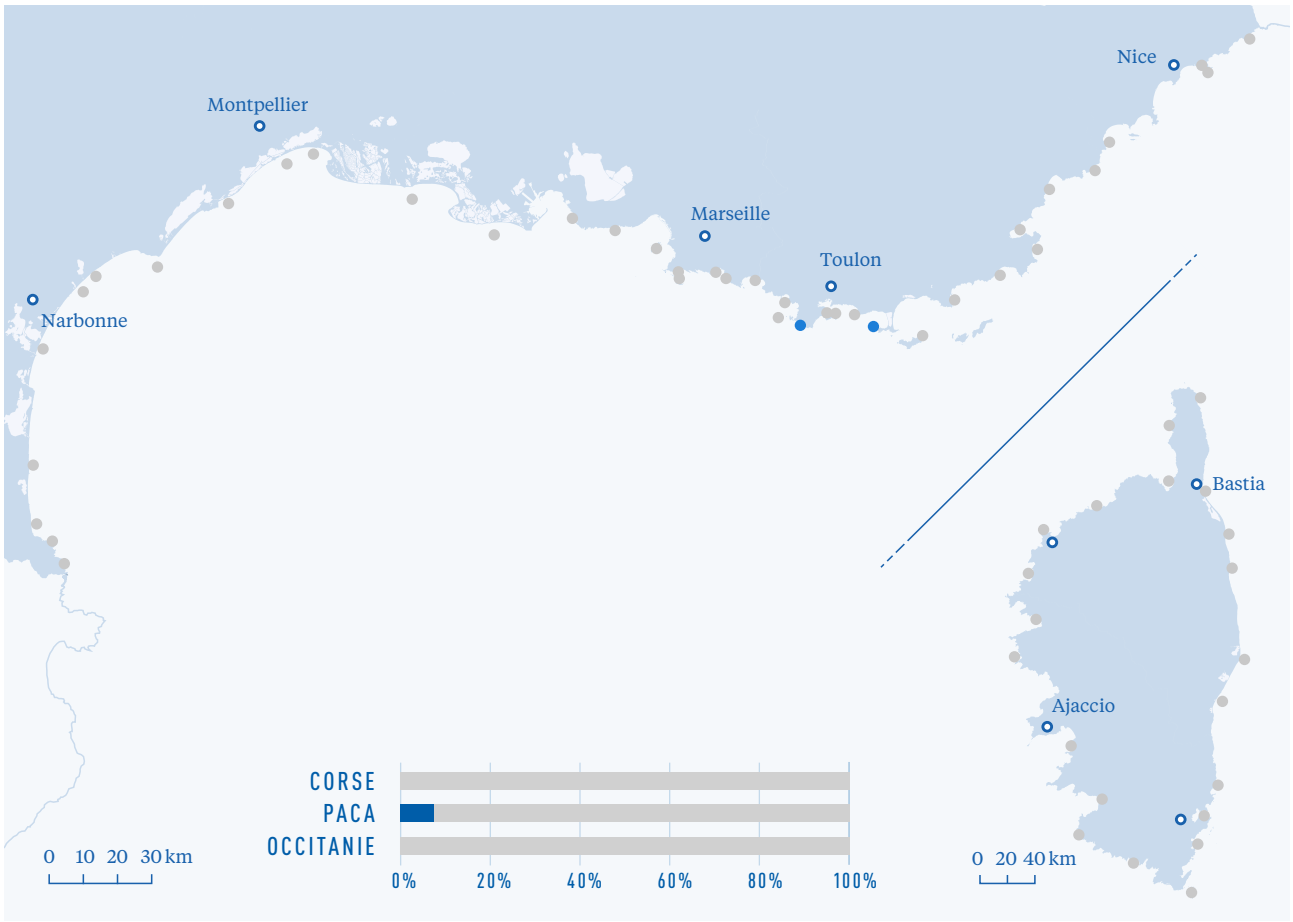
RÉSUMÉ DES TENDANCES

MATRICE « MOULE »

Le graphique et la carte précédents présentent les tendances de l'évolution de la somme des 16 HAP précédemment décrits sur la période 2003-2018. En effet, de 1998 à 2003, seul le fluoranthène était mesuré dans le réseau RINBIO.

Évaluation des tendances de la contamination en HAP pour les stations RINBIO sur la période 1998-2018.

- amélioration
- dégradation
- absence de tendance significative



LES HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES (HAPs)

MATRICE « POISSON »

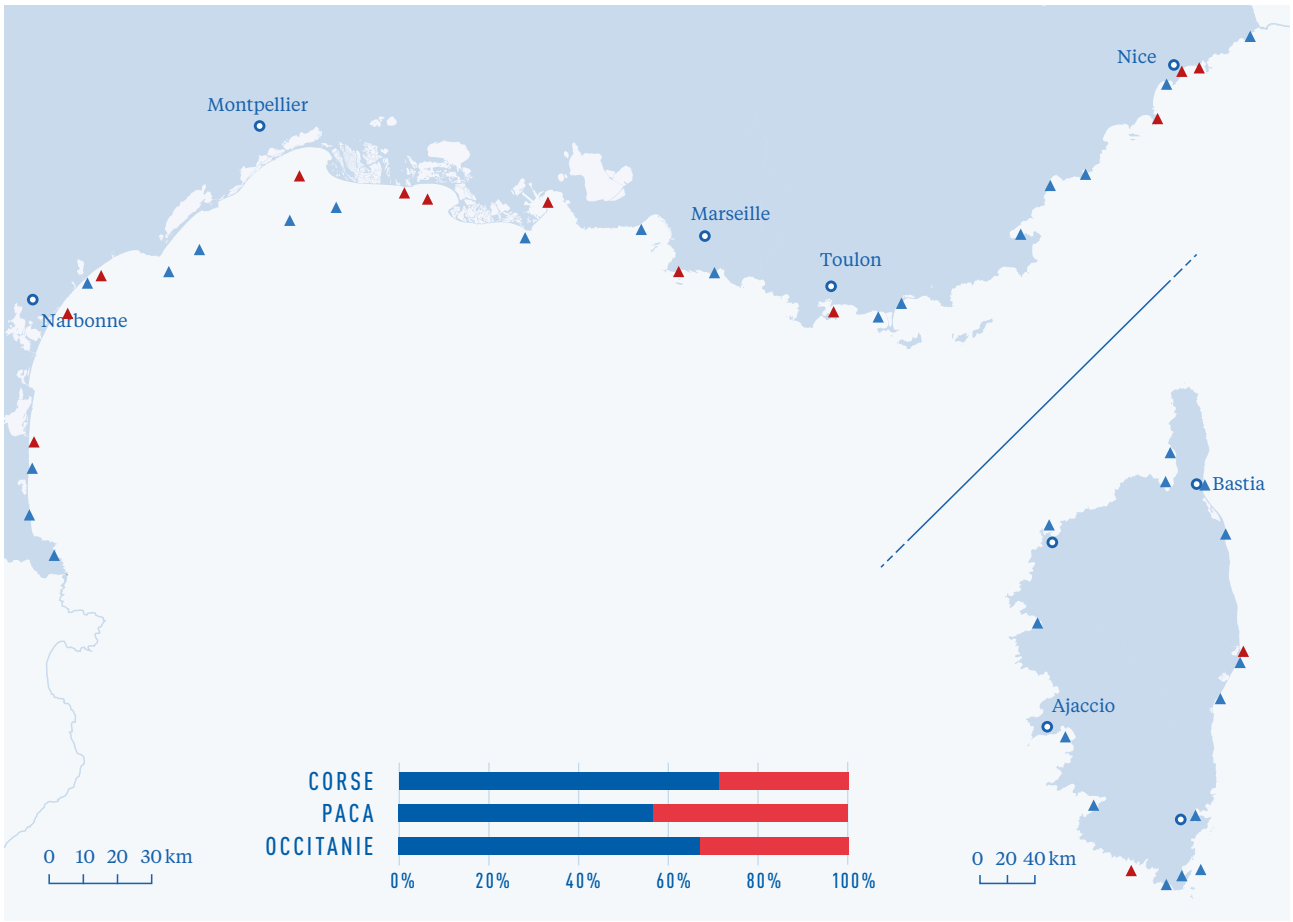
Les hydrocarbures étant métabolisés par les poissons, ces derniers n'ont pas été dosés dans cette matrice.

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « SÉDIMENT »

Seuls 12 HAPs présent un seuil réglementaire dans le sédiment. Les résultats ci-dessus ne tiennent donc pas compte du benzo (a) fluoranthène, du benzo (k) fluoranthène, du dibenzo (a, h) anthracène et du fluorène.

Évaluation de la contamination en HAP à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016.
● bon état
● mauvais état



LES HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES (HAPs)

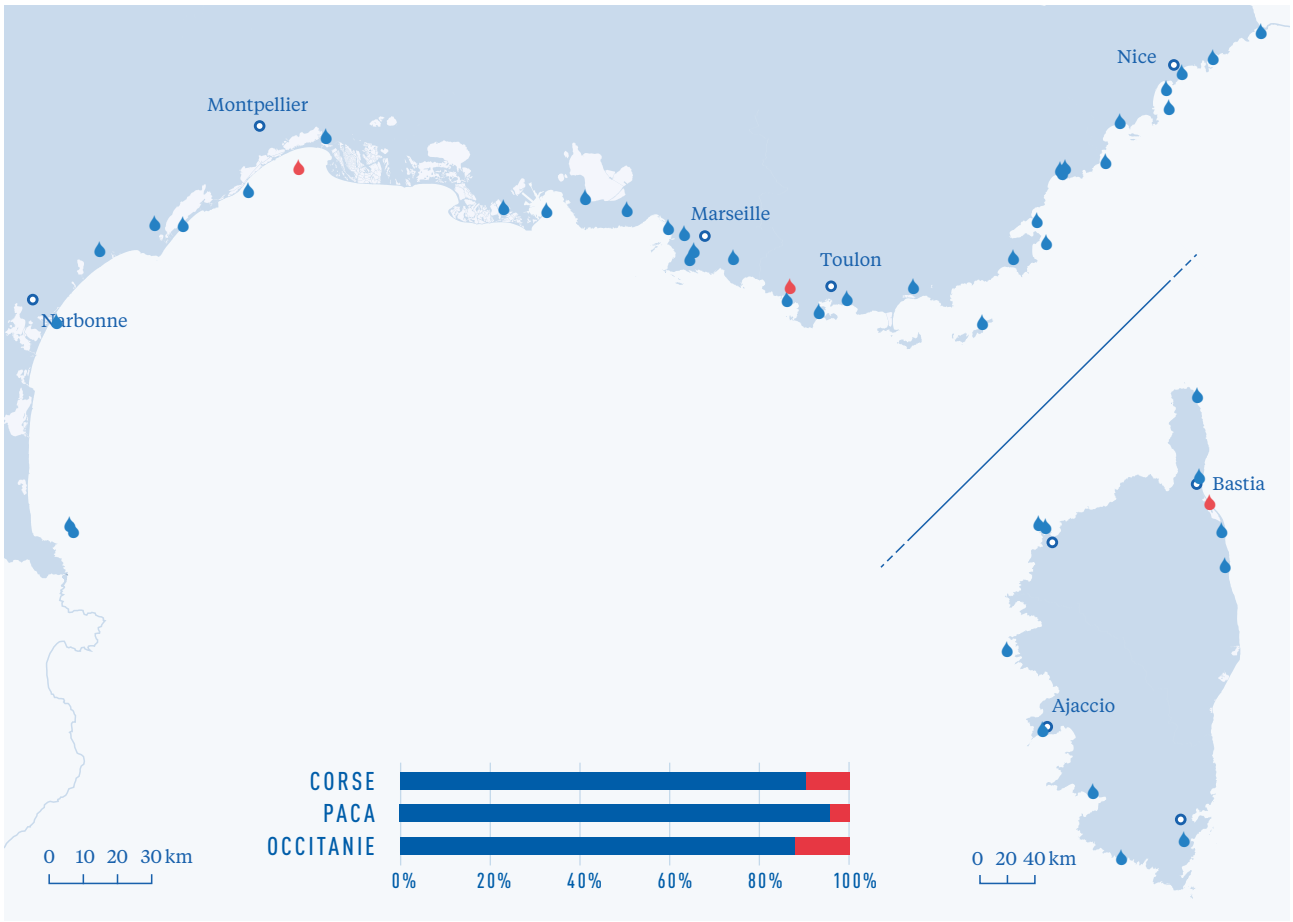
RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « EAU »

Seuls 5 HAPs présentaient un seuil réglementaire lors de l'évaluation 2012. Les résultats ci-dessus tiennent compte du naphtalène, de l'anthracène, du fluoranthène, de la somme du benzo (b) fluoranthène et du benzo (k) fluoranthène et enfin de la somme de l'indéno (1,2, 3-cd) pyrène et du benzo (g, h, i) pérylène.

Évaluation de la contamination en Pb à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016.

- bon état
- mauvais état



LES POLYCHLOROBIPHÉNYLES (PCBs)

EN UN COUP D'ŒIL

Les résultats pour la somme des 6 PCBs prioritaires (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 et PCB 180) sont ici présentés. Dans la matrices moules, les valeurs les plus élevées sont mesurées en région Sud-PACA, devant les métropoles de Marseille (en particulier devant l'émissaire de Cortiou) et Toulon (en particulier dans la petite rade de Toulon). Malgré des niveaux plutôt faibles, trois stations en Corse montrent des augmentations significatives en PCBs entre 2003 et 2018 : Bastia sud, Iles Lavezzi et Pino (Cap Corse) sans qu'une cause ne soit à ce jour identifiée. Les poissons du Golfe du Lion sont plus contaminés par les PCBs que leurs congénères de Corse avec de nombreux dépassements des seuils réglementaires chez le rouget et le merlu en zone côtière. Dans le sédiment, une seule station dépasse le seuil EAC pour le PCB 153 : la station Cortiou. L'évaluation dans l'eau n'a pas été réalisée.

Malgré leur interdiction à la fin des années 80, les PCBs restent présents dans les eaux côtières méditerranéennes, notamment à proximité les secteurs de Fos, de Marseille et dans la rade de Toulon. Du fait de leur intégration dans les réseaux trophiques, ils demeurent un enjeu majeur. La région PACA est plus particulièrement concernée.

SOURCES ET TOXICITÉ

Les Polychlorobiphényles (PCBs) sont des composés aromatiques organochlorés extrêmement stables. Ils comptent parmi les 12 Polluants Organiques Persistants (POP) initialement listés par la convention de Stockholm. Ils sont synthétisés sous forme de mélanges et forment une famille de 209 congénères, répartis selon deux catégories en fonction de leur conformation planaire (similaire à celle des « dioxines ») ou non planaire des PCBs : les PCBs-DL (PCBs « de type dioxine ») et les PCBs-NDL (autres PCBs). Les PCBs étaient utilisés comme agents diélectriques, fluides hydrauliques, fluides caloporteurs, adjuvants dans les lubrifiants, peintures et encres. Ils ont été interdits en France en 1987. Tous les appareils contenant des PCBs devaient être mis hors service à la fin de l'année 2010 (Directive 96/59/CE). La présence des PCBs dans l'environnement a été longtemps méconnue, mais depuis 1966 il a été démontré que l'ensemble de l'environnement terrestre et marin était contaminé par ce type de composés.

Depuis 1982, sept congénères (CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153 et CB180) ont été sélectionnés comme étant les composés à rechercher en priorité (PCBs indicateurs), du fait de leur persistance et de leur abondance dans l'environnement (ils représentent près de 80 % des PCBs totaux présents dans l'environnement), ainsi que de leurs propriétés toxicologiques. Ces sept composés s'accumulent préférentiellement aussi bien dans le sédiment que dans les tissus de mollusques. Le CB118 est le seul PCB « dioxin-like » parmi les sept PCB indicateurs. Ce dernier n'a pas été ici pris en compte.

Si aujourd'hui, ils ne présentent pas de caractère de toxicité aiguë, l'exposition chronique à de faibles doses peut être à l'origine de divers dysfonctionnements observés chez les animaux de laboratoire : hypertrophie hépatique, effets cancérogènes, chloro-acné, altération des fonctions reproductrices, etc. Les PCBs sont hautement bioamplifiables dans les réseaux trophiques.

LES POLYCHLOROBIPHÉNYLES (PCBs)

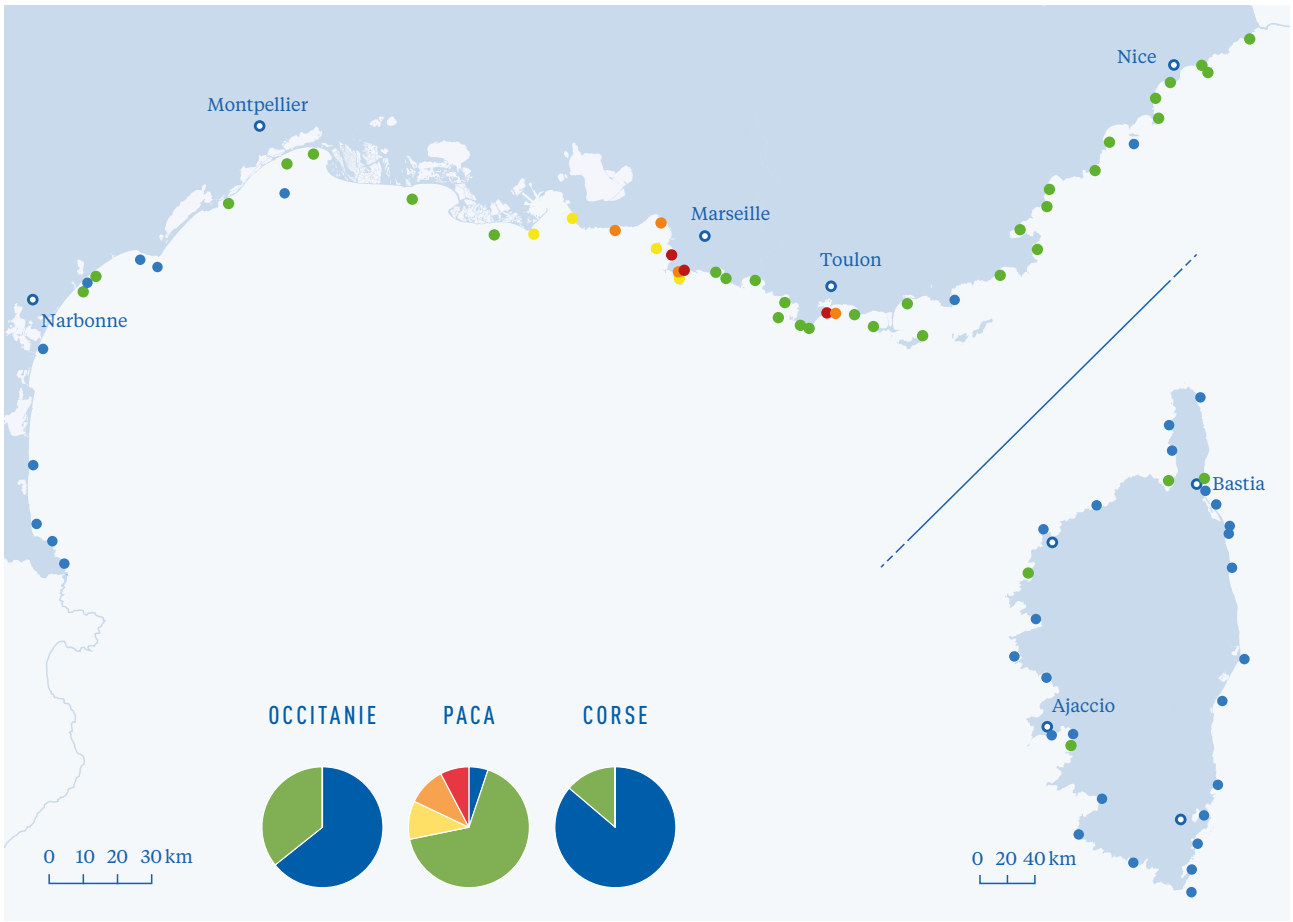
RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « MOULE »

Le graphique et la carte ci-dessus présentent les résultats pour la somme des 6 congénères prioritaires non dioxin-like suivants : PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 et PCB 180. Pour le calcul des sommes, les valeurs en-dessous des seuils de détection ont été considérées comme nulles ; celles en-dessous du seuil de quantification ont été considérées égales au seuil de détection.

Évaluation de la contamination en PCB à partir données de la campagne 2018 du programme RINBIO :

- classe 0
- classe 1
- classe 2
- classe 3
- classe 4



LES POLYCHLOROBIPHÉNYLES (PCBs)

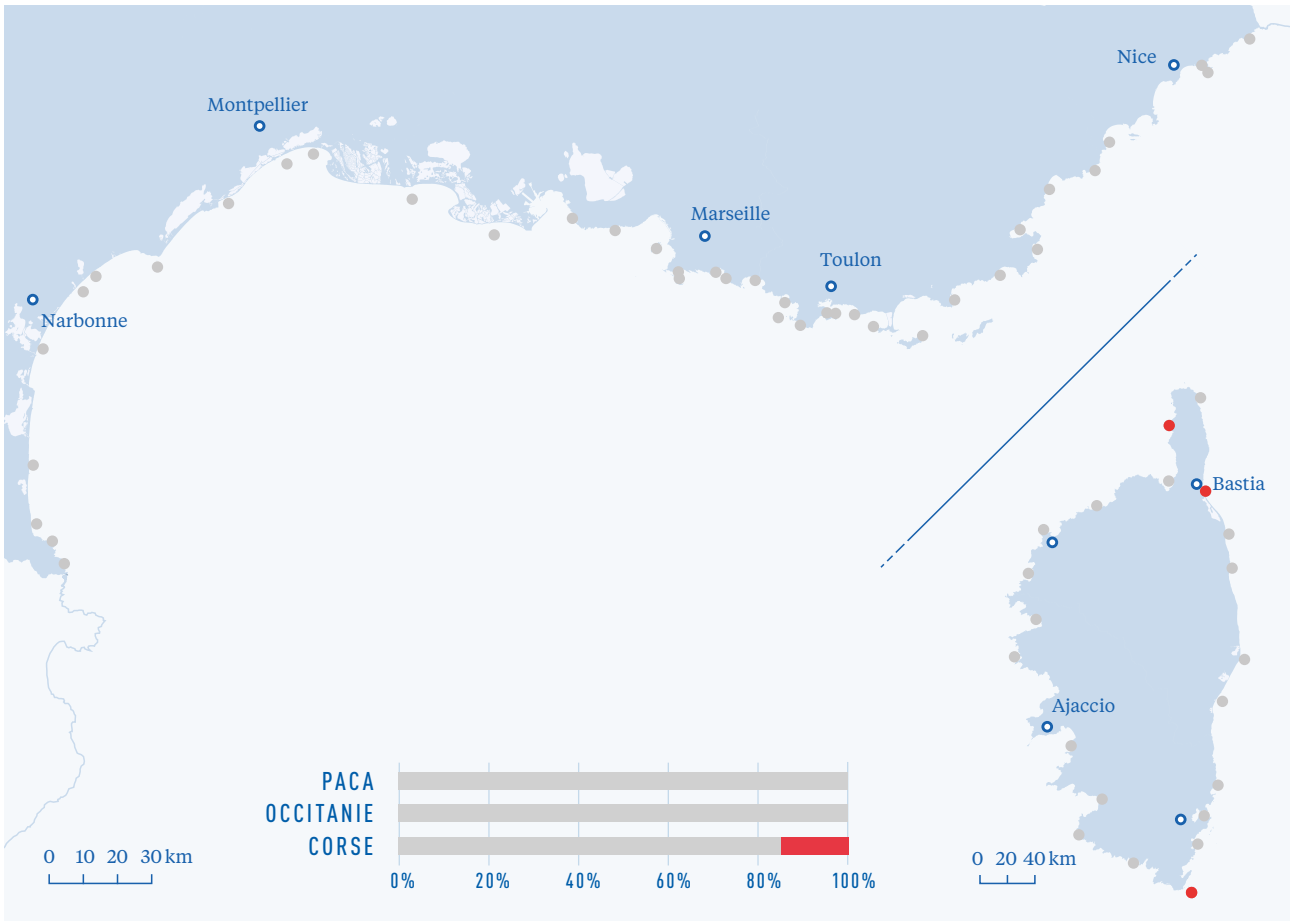
RÉSUMÉ DES TENDANCES

MATRICE « MOULE »

Le graphique et la carte précédents présentent les tendances de l'évolution de la somme des six PCBs précédemment décrits sur la période 2003-2018. En effet, de 1998 à 2003, seuls les PCB 138 et PCB 153 étaient mesurés dans le réseau RINBIO.

Évaluation des tendances de la contamination en PCB pour les stations RINBIO sur la période 1998-2018

- amélioration
- dégradation,
- absence de tendance significative.



LES POLYCHLOROBIPHÉNYLES (PCBs)

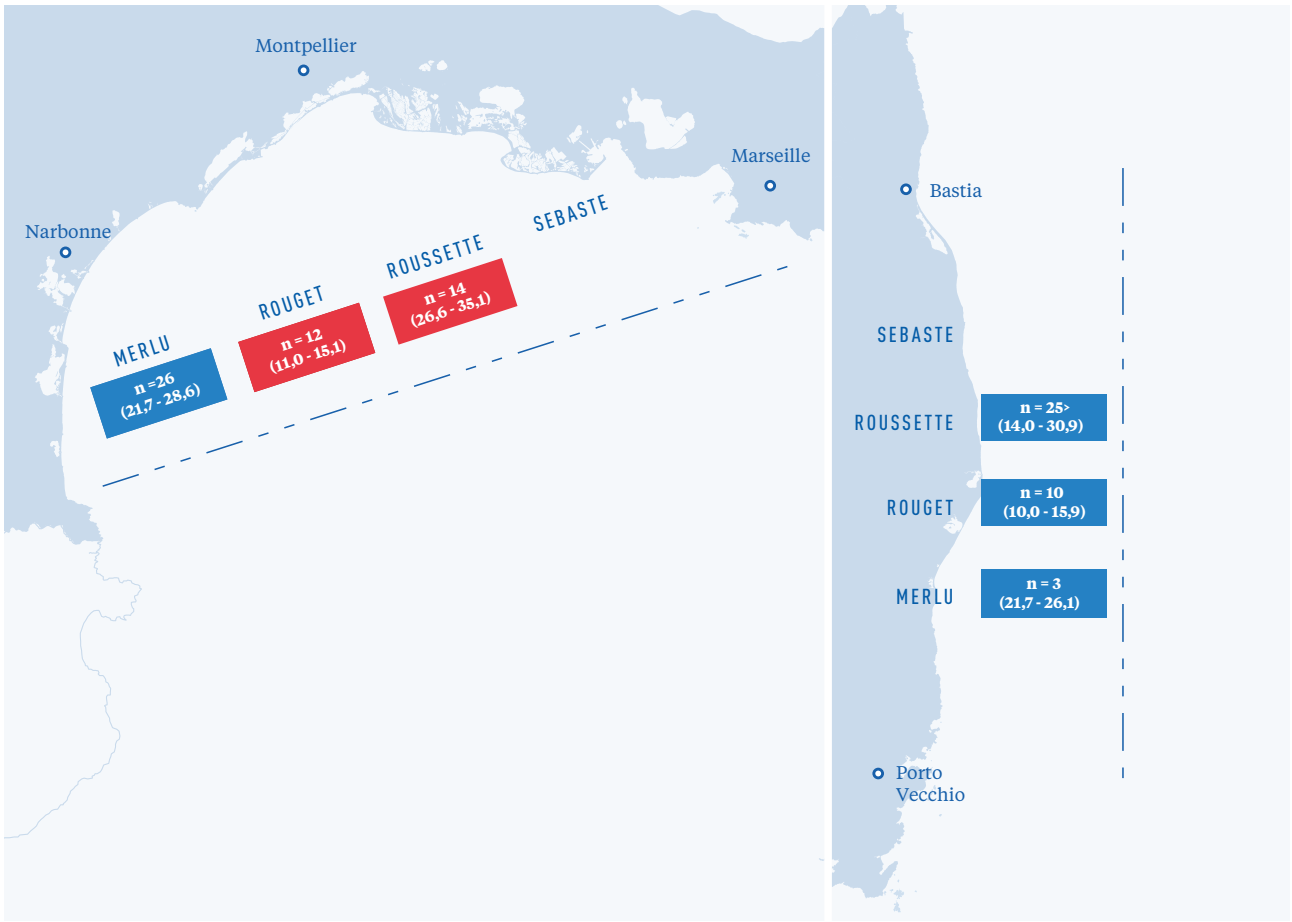
RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « POISSON »

Évaluation de la contamination pour les 7 congénères (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 et PCB 180) à partir des données des actions 2017-2018 du programme CONTAMED. Le nombre de poissons (n) accompagné de la gamme de taille (entre parenthèses), utilisés pour réaliser l'évaluation, sont indiqués.

Les informations au-dessus de la ligne bleue dans de Golfe du Lion et à gauche pour le secteur Est Corse correspondent aux prélèvements sur le plateau continental. Celles respectivement en dessous et à droite correspondent au rebord du plateau.

- non atteinte du bon état
- atteinte du bon état



LES POLYCHLOROBIPHÉNYLES (PCBs)

MATRICE « EAU »

En l'absence de NQE, l'évaluation pour la matrice « eau » n'a pas été réalisée.

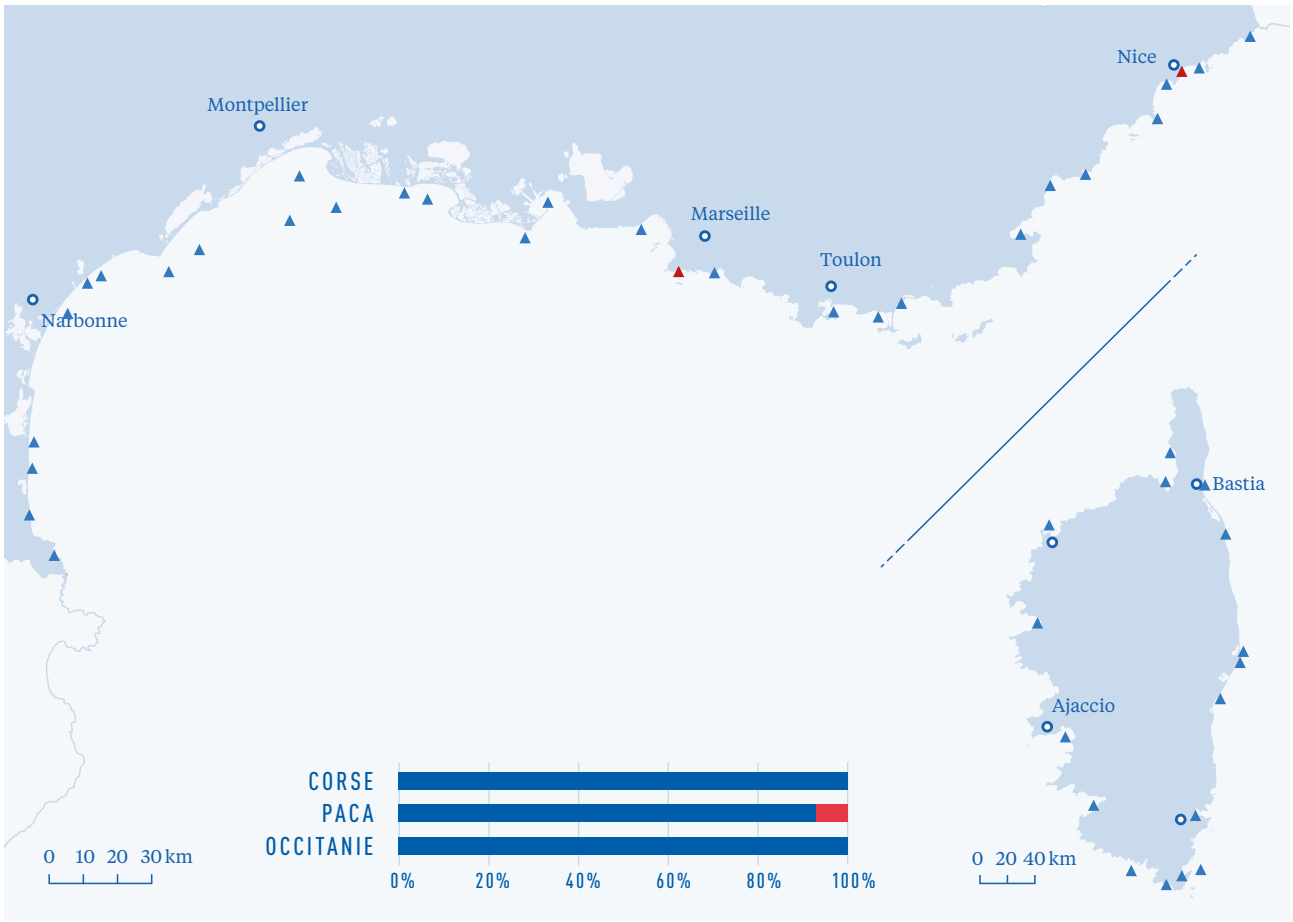
RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « SÉDIMENT »

Parmi les résultats obtenus dans le sédiment, seuls ceux du PCB 153 ont été ici pris en compte.

Évaluation de la contamination en PCB 153 à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016 :

● bon état ● mauvais état



LE DICHLORODIPHÉNYLTRICHLOROÉTHANE (DDT)

EN UN COUP D'ŒIL

Les concentrations en DDT et ses métabolites (DDD et DDE) sont relativement peu élevées dans les moules du réseau RINBIO. Aucun dépassement des seuils réglementaires n'est observé dans cette matrice. Dans le sédiment, une station en région Sud-PACA (à Cortiou) et une station en Occitanie (au Cap d'Oune, à proximité de Banyuls) présentent des valeurs au-dessus des seuils ERL.

Ces substances n'ont pas été dosées dans le cadre du réseau CONTAMED. Aucun dépassement de la NQE n'est observé dans l'eau.
Le DDT et ses métabolites ne constituent donc pas un enjeu à l'échelle de la façade pour les eaux côtières. En revanche, les teneurs sont plus élevées dans les lagunes, même si elles sont en décroissance lente.

SOURCES ET TOXICITÉ

Insecticide organochloré utilisé en grandes quantités dès 1940 pour la lutte contre les larves et les stades adultes d'insectes (notamment en Méditerranée), il a fait l'objet en 1972 d'importantes limitations d'emploi, notamment son interdiction en France. Pourtant c'est seulement vers le milieu des années 80 qu'une forte tendance à la baisse des niveaux a été identifiée par le ROCCh sur tout le littoral, avec des décalages dans le temps selon les sites et les produits de dégradation de la molécule.

Le DDT est constitué d'un mélange d'isomères : le p, p » — DDT, le o, p » — DDT et des traces de o, o » — DDT. Il faut noter que le DDT se métabolise en DDD (dichlorodiphényldichloroéthane) et en DDE (dichlorodiphényldichloro-éthylène). Le DDD provient de la transformation du DDT en milieu réducteur, principalement dans les sédiments. Le DDE est métabolisé par les organismes.

Extrêmement rémanent et bioaccumulable, le DDT est doté d'une forte toxicité, potentiellement cancérogène et mutagène. Il provoque des perturbations du métabolisme chez de nombreux organismes terrestres et marins.

LE DICHLORODIPHÉNYLTRICHLOROÉTHANE (DDT)

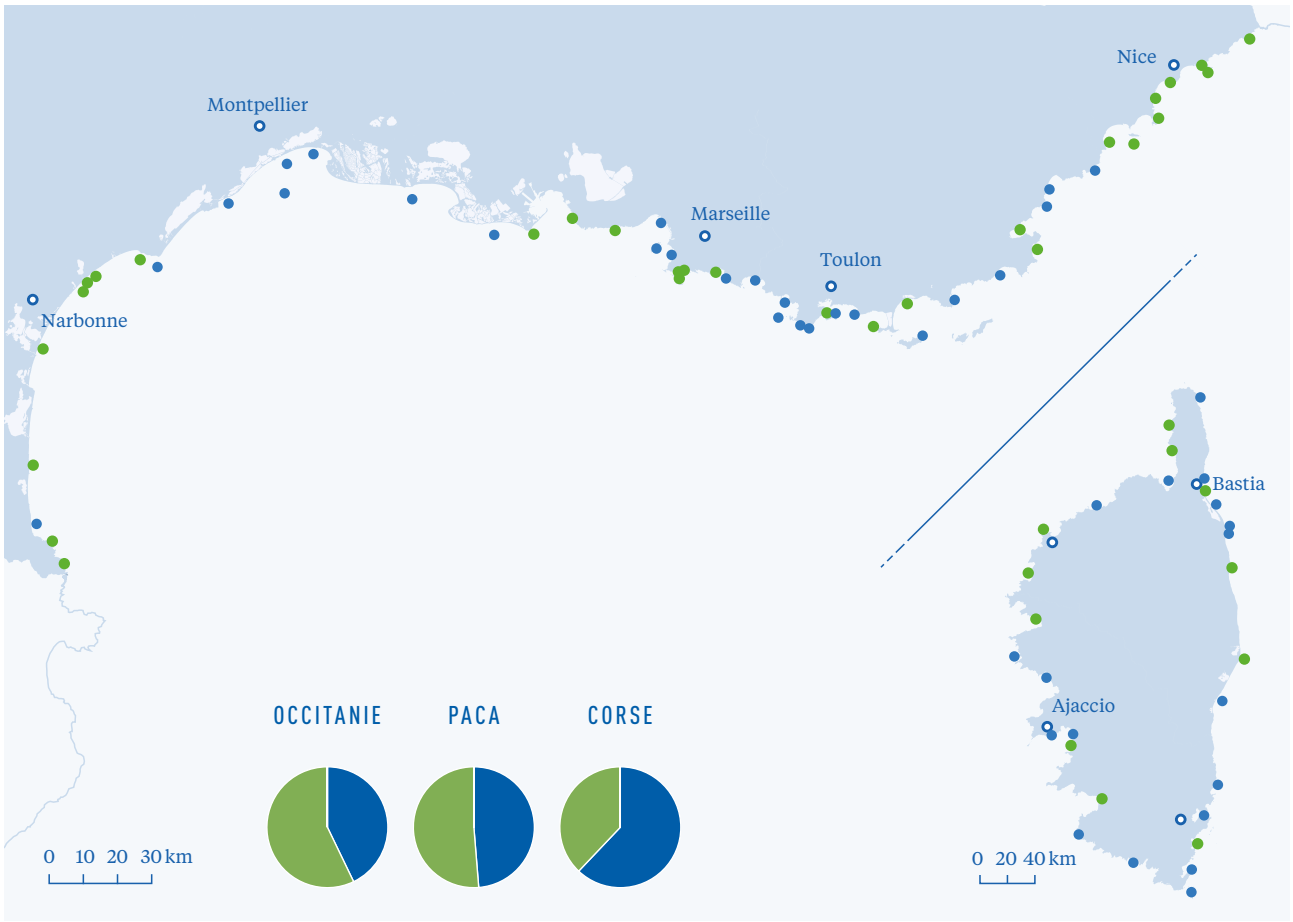
RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « MOULE »

Le graphique et la carte ci-dessus présentent les résultats pour la somme des isomères du DDT et de ses métabolites (DDD et DDE). Pour le calcul des sommes, les valeurs en-dessous des seuils de détection ont été considérées comme nulles ; celles en-dessous du seuil de quantification ont été considérées égales au seuil de détection.

Évaluation de la contamination en DDT à partir données de la campagne 2018 du programme RINBIO :

- classe 0
- classe 1
- classe 2
- classe 3
- classe 4



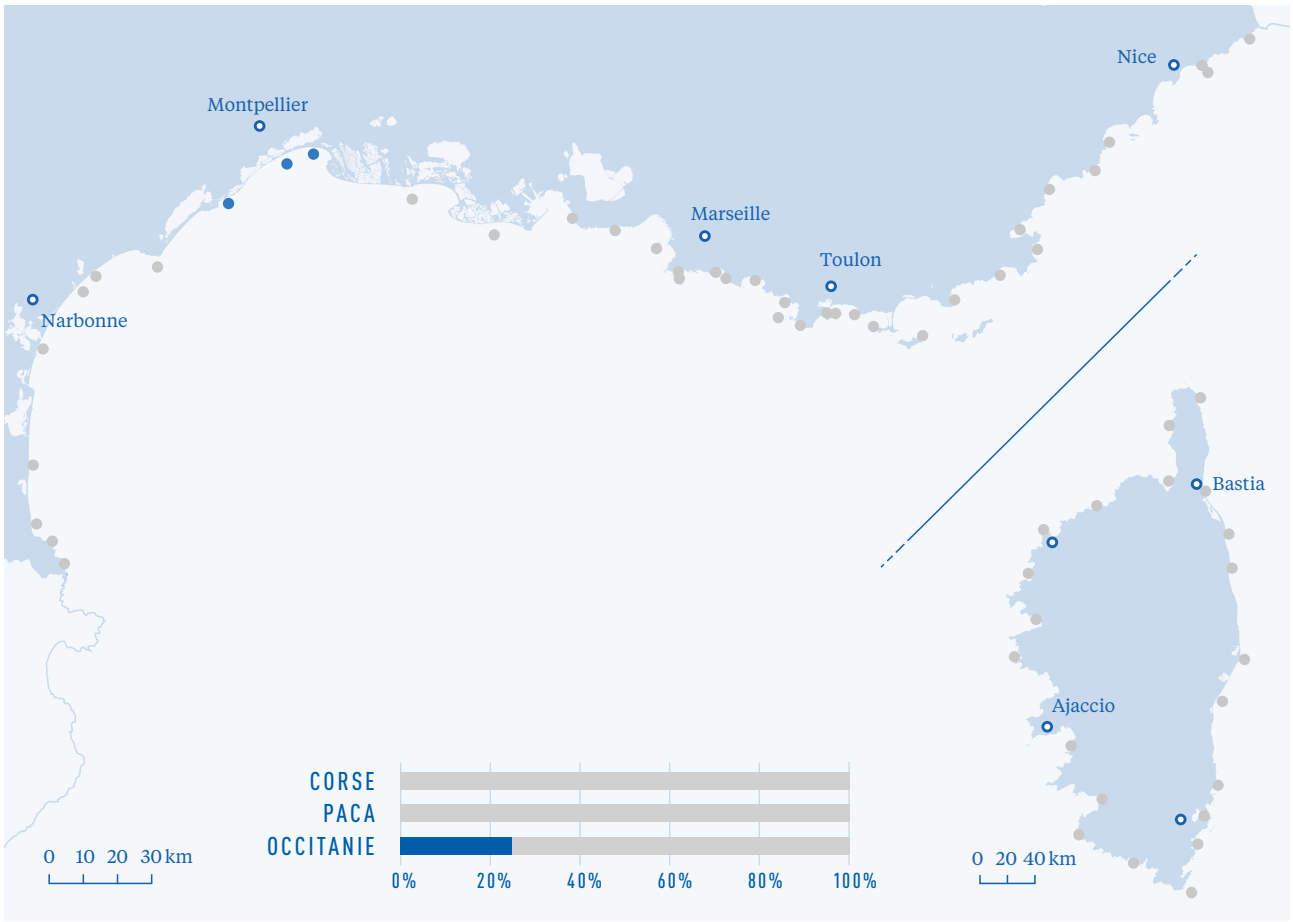
LE DICHLORODIPHÉNYLTRICHLOROÉTHANE (DDT)

RÉSUMÉ DES TENDANCES

MATRICE « MOULE »

Évaluation des tendances de la contamination en DDT pour les stations RINBIO sur la période 1998-2018

- amélioration
- dégradation
- absence de tendance significative



LE DICHLORODIPHÉNYLTRICHLOROÉTHANE (DDT)

MATRICE « POISSON »

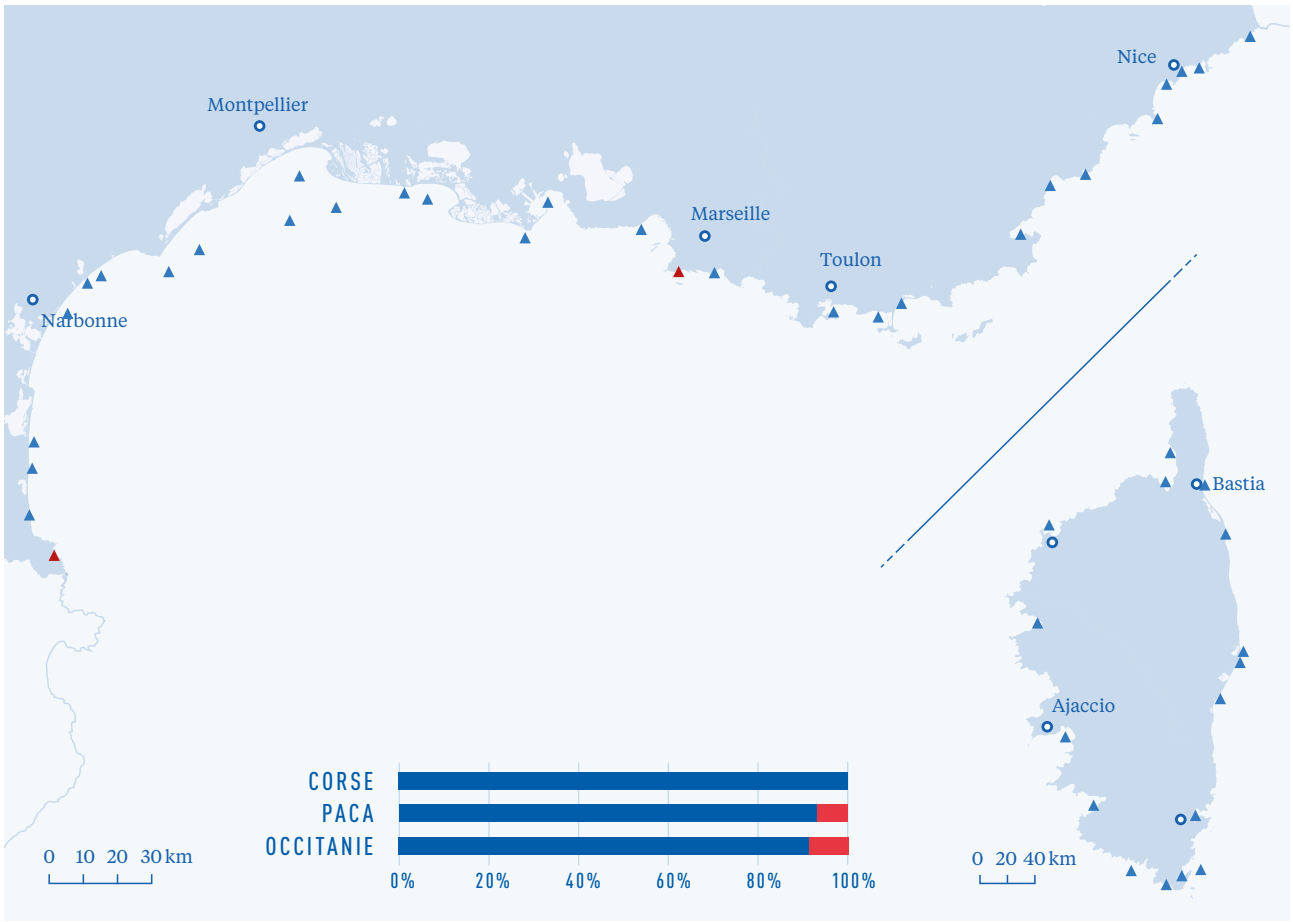
Le DDT n'a pas été recherché dans la matrice « poisson ».

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « SÉDIMENT »

Évaluation de la contamination en HAP à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016.

- bon état
- mauvais état



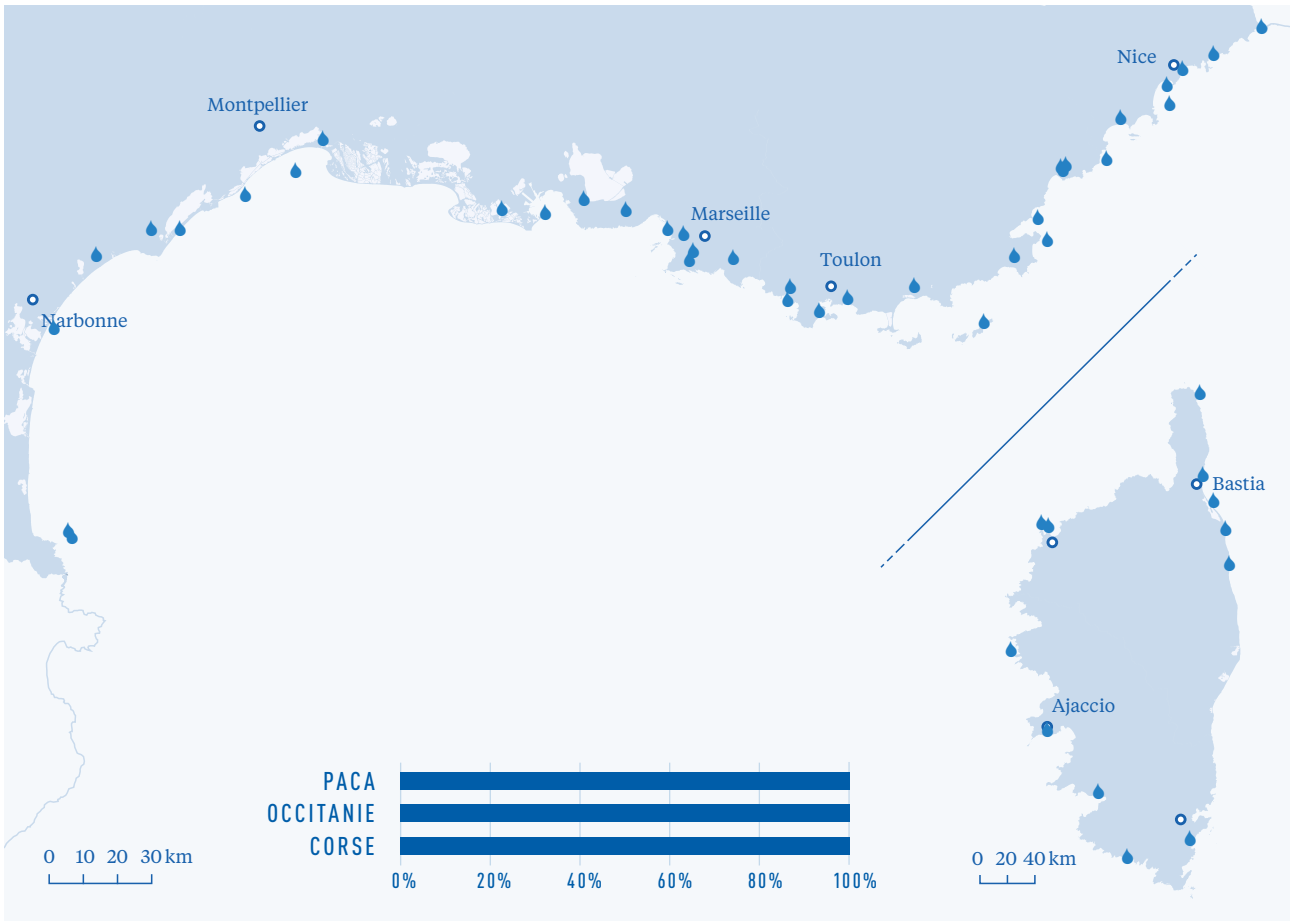
LE DICHLORODIPHÉNYLTRICHLOROÉTHANE (DDT)

RÉSUMÉ DE L'ÉTAT

MATRICE « EAU »

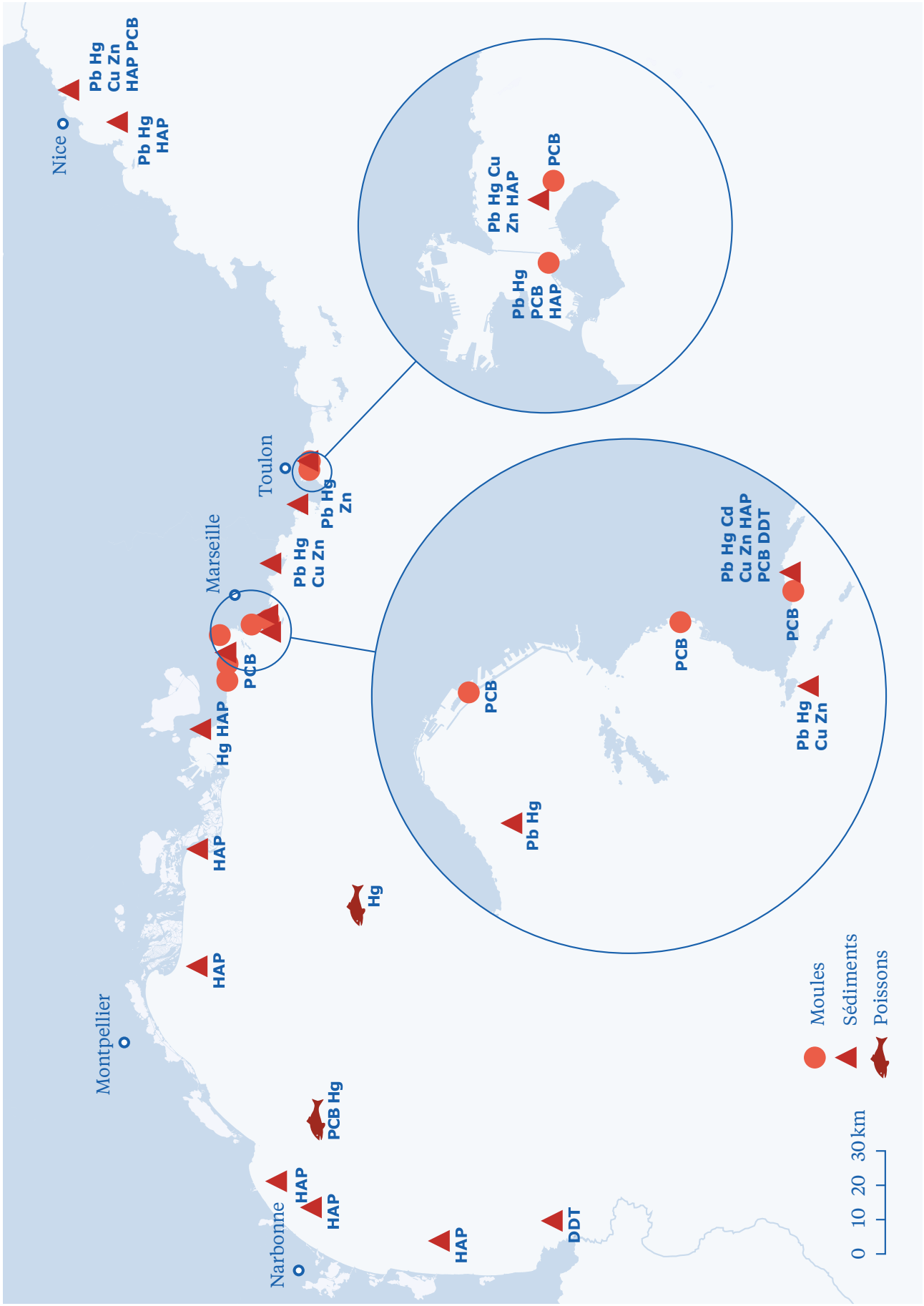
Évaluation de la contamination en DDT à partir des données de la campagne ROCCHSED 2016.

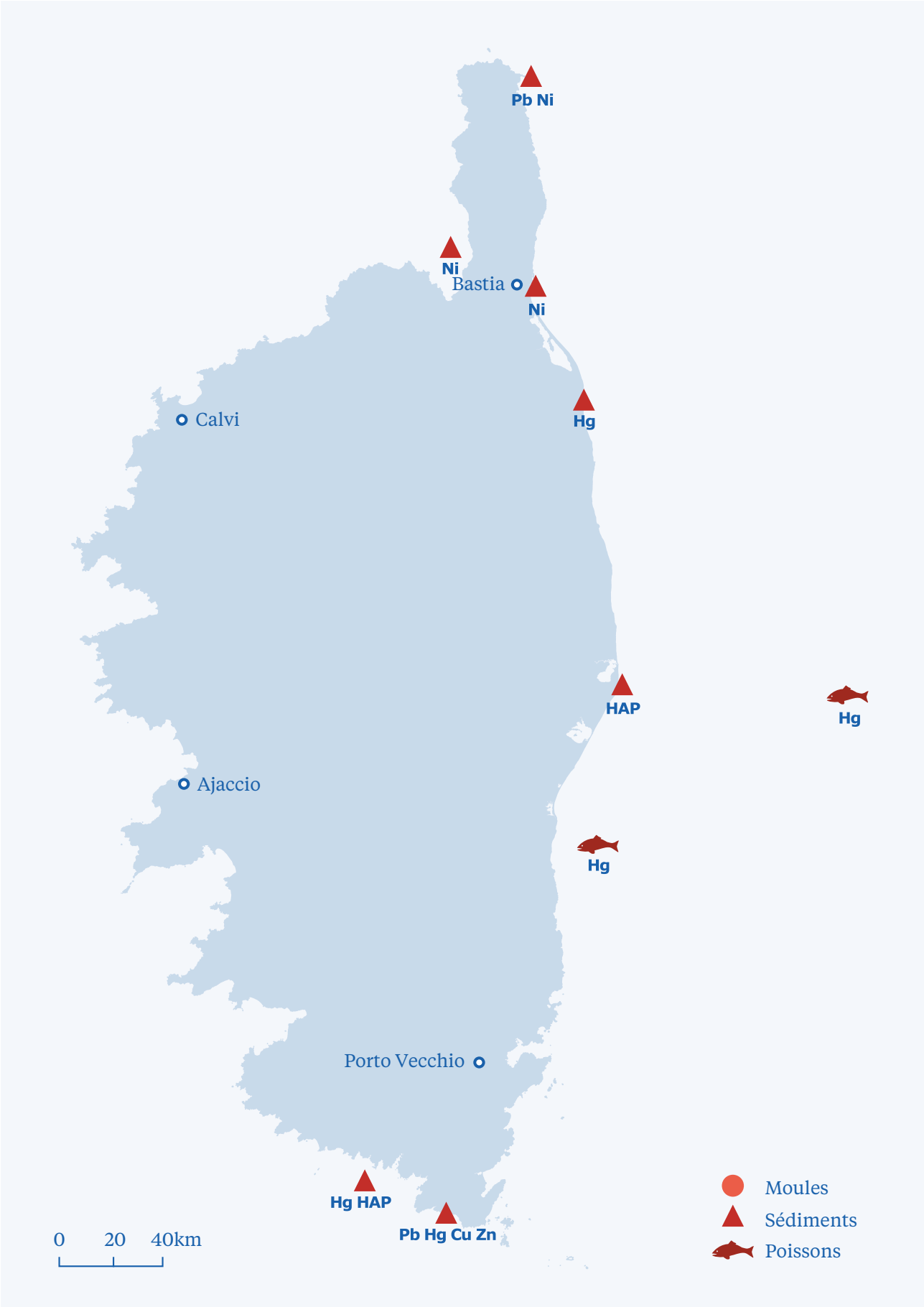
● bon état
● mauvais état



SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

L'analyse des données acquises et leurs tendances ne permettent pas de mettre en évidence une hausse significative des niveaux de contamination générale de la zone côtière au cours des 20 dernières années. Pour la grande majorité des stations, les niveaux observés sont en-dessous des seuils réglementaires. Certains secteurs présentant des **niveaux de contamination élevés**, parfois au-dessus des seuils réglementaires, sont cependant clairement identifiés : le secteur de l'**émissaire de la ville de Marseille** (Cortiou), **la petite rade de Toulon**, le secteur de **la baie de Nice** et **la rade de Villefranche** ainsi que **le goulet de Bonifacio**. Dans certains cas, les contaminations observées sont historiques et perdurent dans le compartiment sédimentaire. Les contaminants peuvent alors potentiellement être libérés lors de la remobilisation des sédiments avec des conséquences sur les organismes marins. Certains contaminants demeurent des problématiques majeures à l'échelle de la façade. Ainsi, les concentrations en **mercure** et en **PCB** dans les organismes de haut niveau trophique dépassent très souvent les seuils réglementaires.


Nice
Pb Hg
Cu Zn
HAP PCB
Pb Hg
HAP
Toulon
Pb Hg
Zn
Pb Hg
Cu Zn
Pb Hg Cu
Zn HAP
PCB
Pb Hg
PCB
HAP
Marseille
PCB
Hg HAP
HAP
Hg
Montpellier
HAP
PCB Hg
Narbonne
HAP
HAP
HAP
DDT
PCB
Pb Hg
PCB
Pb Hg Cd
Cu Zn HAP
PCB DDT
PCB
Pb Hg
Cu Zn
Moules
Sédiments
Poissons
0 10 20 30 km


Pb Ni
Ni
Bastia
Ni
Hg
Calvi
HAP
Hg
Ajaccio
Hg
Porto Vecchio
Hg HAP
Pb Hg Cu Zn
0 20 40km
Moules
Sédiments
Poissons

BILAN SUR LE DISPOSITIF GLOBAL ACTUEL DE SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE EN MÉDITERRANÉE ET PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION

Grâce aux réseaux de surveillance et études mis en œuvre au cours des 20 dernières années, la problématique de la contamination chimique en Méditerranée est de mieux en mieux cernée. À l'échelle de la façade, nous n'observons pas de hausse significative des niveaux de contamination de la zone côtière. **La grande majorité des sites suivis montrent des niveaux constants en contaminants et inférieurs aux normes de qualité environnementale**. Si des foyers de contamination historique perdurent dans certains secteurs identifiés, il convient de souligner que les efforts d'assainissement des dernières décennies ont globalement porté leurs fruits et ce malgré une augmentation générale de la population côtière.

Ce constat général ne doit cependant pas masquer la persistance de certaines pollutions et l'émergence de nouvelles substances dans l'environnement marin dont les conséquences sur les organismes marins sont encore mal connues. Les efforts de surveillance doivent donc être maintenus et les réseaux adaptés aux connaissances actuelles et aux enjeux de demain. Cette condition est nécessaire pour qu'ils demeurent des outils opérationnels, efficaces pour orienter le processus de décision en matière de lutte contre la pollution.

Avec la prise en compte de nouvelles matrices dans la surveillance de la contamination chimique, notamment différents maillons des réseaux trophiques, et la mise en place de suivis écotoxicologiques, le processus d'évaluation de la qualité chimique des masses d'eau côtières méditerranéennes devra s'adapter pour orienter toujours mieux le processus de décision en matière de lutte contre la pollution. Au-delà du respect des normes de qualité environnementales pour l'ensemble des substances réglementaires et des masses d'eau, l'objectif de demain sera d'évaluer les risques liés à la présence de substances émergentes, à l'amplification de contaminants dans les chaînes alimentaires ou encore à leur impact sur les organismes.

Pour cela, la nouvelle stratégie de surveillance de la contamination chimique devra s'appuyer et compléter l'approche de l'état chimique proposé dans la cadre de la DCE, notamment par l'ajout de contaminants pertinents pour le milieu marin, ainsi que par une évaluation à la masse d'eau des enjeux liés à l'écotoxicité et à la contamination des réseaux trophiques. Plusieurs pistes d'évolution à court terme des réseaux sont d'ores et déjà envisagées. Premièrement, la caractérisation globale de la contamination chimique et des enjeux qui y sont associés ne peut aujourd'hui être envisagée par des dispositifs indépendants mais doit être appréhendée à travers plusieurs réseaux complémentaires s'intéressant à plusieurs matrices.

Si ce fait est acquis, il convient dorénavant d'appréhender cette complémentarité non plus dans l'interprétation uniquement mais également dans la mise en œuvre des réseaux, ne serait-ce que pour des questions de coûts et de logistique.

Compte tenu des fréquences temporelles et des obligations réglementaires, l'ambition est de pouvoir dresser un bilan complet sur l'état chimique et les effets de contaminants en Méditerranée tous les six ans. La programmation de la surveillance de la contamination chimique devrait s'envisager à cette échelle de temps et avec des dispositifs adaptés.

Pour les substances étudiées, les stations situées dans le champ moyen tel que défini précédemment montrent toutes des niveaux faibles, inférieurs aux seuils réglementaires masquant ainsi tout ou partie de la problématique de la contamination chimique en Méditerranée. D'un point de vue environnemental, l'effort de surveillance dédié au champ moyen peut donc être allégé en termes de fréquence temporelle et reporté vers la surveillance directe de certaines pressions dans une logique de champ proche. Ce report de surveillance ne remettrait pas en cause les obligations réglementaires liées à l'application des différentes directives, mais permettrait d'affiner le diagnostic tout en dégageant des marges de manœuvre pour accompagner l'évaluation des effets de la contamination sur le fonctionnement des écosystèmes marins.

Enfin, en dehors du réseau REMTOX, le suivi de la contamination chimique en Méditerranée française a été basé jusqu'à présent sur la mesure de contaminants dans l'eau, les sédiments ou les organismes vivants et sans prise en compte de leurs impacts sur les individus, les populations et le fonctionnement global des écosystèmes marins. Même s'il n'existe pas encore véritablement de consensus international sur le choix des techniques à mettre en œuvre, l'écotoxicologie marine est en mesure de proposer un premier élément de réponse à l'évaluation de l'effet des polluants par le développement d'indicateurs biologiques ou bioindicateurs. Ainsi, sur proposition de différents pays, des recommandations de techniques appliquées à la surveillance d'effets biologiques sont aujourd'hui incorporées aux programmes de surveillance internationaux et pourraient être reprises dans le cadre du suivi de la contamination chimique en Méditerranée.

Ces propositions seront prises en comptes pour la mise en œuvre de la future campagne de surveillance de la contamination chimique en Méditerranée en 2021.

RÉFÉRENCES

1 Morel, M. (1999). *Surveillance de la qualité de l'environnement littoral : propositions pour une meilleure coordination des réseaux*. Éditions Quae

2 CASAS, S (2005). *Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, Mytilus galloprovincialis, en milieu méditerranéen*. Thèse de doctorat.

3 Gonzalez, J. L., Budzinski, H., Tapie, N., & Munaron, D. (2009). *PROJET PEPS Méditerranée (Pré étude : Échantillonnage Passif pour la Surveillance de la contamination chimique)*. Rapport Ifremer

4 Munaron, D., Hubert, M., Gonzalez, J. L., Tapie, N., Budzinski, H., Guyomarch, J., & Andral, B. (2013). *PEPS LAG : Projet échantillonneurs passifs pour la surveillance de la contamination chimique des lagunes méditerranéennes*. Rapport Ifremer

5 Mauffret, A., Chiffoleau, J. F., Burgeot, T., Wessel, N., & Brun, M. (2018). *Évaluation du descripteur 8 « Contaminants dans le milieu » en France Métropolitaine*. Rapport Ifremer

Auteurs
Bouchoucha M
Tomasino C.
Amouroux I.
Andral B.
Brach-Papa C.
Briand M.
Buchet R.
Delmas L.
Galgani F.
Gonzalez J.
Grouhel A.
Mauffret A.
Mille T.
Munaron D.
Ponzevera E.
Wessel N.
Boissery P.

Ifremer
Centre Bretagne
ZI de la Pointe du Diable
CS 10070
29280 Plouzané
Tél. 02 98 22 40 40
https://www.ifremer.fr/

Remerciements à l'ensemble des personnes qui ont contribué à la réalisation de ce rapport.

Conception graphique
Jérémy Barrault

Impression
Média Graphic
Ce document est imprimé sur du papier Nautilus classic 100% recyclé 240g et 120g.