

## **AVIS\* du CSIRM sur le « Bilan Intermédiaire 2017-V2 » issu du programme d'étude et suivi de l'impact des rejets sur le milieu marin (Suivi 2016-2017)**

**Bilan Intermédiaire 2017/V2 = version révisée du Bilan Intermédiaire 2017, datant du 30 novembre 2018, suite aux préconisations du CSIRM et à son Premier Avis\* du 3 août 2018**

Le CSIRM, réuni en séance plénière le 11 février 2019 et le 4 avril 2019, fournit ici l'**AVIS\* sur le « Bilan Intermédiaire 2017-V2 <sup>(1)</sup>**», portant sur les suivis de l'impact des rejets de l'usine de Gardanne sur le milieu marin réalisés par ALTEO en 2016-2017.

Produite le 30 novembre 2018, cette V2 intègre les préconisations faites à ALTEO par le préfet, issues du **PREMIER AVIS\*** du CSIRM, émis le 3 août 2018. Ces préconisations, reportées en annexe du présent avis (Annexe 1) ont fait l'objet d'une présentation détaillée par les Experts du CSIRM devant ALTEO et ses prestataires, d'abord au cours d'un temps d'échange qui a eu lieu à la fin de la séance plénière du 29 juin 2018, ensuite lors d'une ultérieure réunion d'échange, le 18 septembre 2018.

Le présent avis porte sur les **neuf tomes du « Bilan Intermédiaire 2017 / V2 »**, la **Synthèse globale** et le **Programme d'études et de suivi de l'impact des rejets sur le milieu marin 2019-2021 (Principales évolutions envisagées)**.

### *APPRECIATION GENERALE*

Suite au CSIRM plénier du 29 juin 2018 et à la réunion du 18 septembre 2018, des échanges constructifs ont eu lieu entre ALTEO et le CSIRM, ciblés sur les préconisations émises par les Experts-Référents <sup>(2)</sup> lors de l'analyse de la première version du Bilan Intermédiaire 2017 fournie par ALTEO <sup>(1)</sup>. Ces préconisations ont été majoritairement prises en compte par l'exploitant industriel, permettant d'aboutir à la rédaction de la **deuxième version du Bilan Intermédiaire (V2)**, beaucoup plus cohérente et claire que la précédente, et surtout significativement améliorée dans l'interprétation des résultats obtenus.

**Les experts du CSIRM apprécient unanimement l'effort d'ALTEO et reconnaissent l'ampleur et, globalement, la qualité du suivi réalisé, en accord avec les objectifs qui lui ont été fixés, ainsi que la valeur de la synthèse globale des résultats ; l'ensemble a permis de répondre aux questionnements posés par l'arrêté préfectoral du 28 décembre 2015 (cf. plus bas).**

En effet un important programme d'étude et de suivi, mis en œuvre par ALTEO sur une durée de deux ans (2016 et 2017), a permis d'étudier l'influence du rejet sur tous les compartiments de l'écosystème marin (colonne d'eau, sédiments, organismes), ainsi que d'évaluer ses éventuels effets toxiques et les

<sup>1</sup> Une première version a été adressée au préfet, par tomes successifs, entre décembre 2017 et juin 2018 et a fait l'objet du **PREMIER AVIS\*** du CSIRM (3 août 2018).

<sup>2</sup> Un expert-référent est un membre du CSIRM désigné par le bureau du comité pour rapporter sur la partie des documents à examiner qui entre dans sa sphère de compétence.

risques potentiellement associés pour la santé humaine, en cohérence avec les prescriptions de l'arrêté préfectoral du 28 décembre 2015.

Les efforts réalisés par l'entreprise ALTEO pour dérouler ce programme ont conduit au déploiement de moyens et d'équipements de très grande envergure pour un industriel en milieu marin en France. Les tâches et protocoles prescrits (notamment dans les avis précédents du CSIRM), ont été dans leur ensemble correctement réalisés et ont produit une très grande quantité de données, qui apportent des connaissances nouvelles sur les compartiments suivis.

#### *AVIS SUR LES PARAMETRES DEROGATOIRES*

Par ailleurs le CSIRM reconnaît aussi l'effort de recherche considérable et l'avancée rapide de l'entreprise dans la mise au point d'un nouveau procédé, permettant de rendre le rejet liquide conforme aux normes environnementales. Sur le point particulier des paramètres dérogatoires, les six contrôles inopinés effectués par la DREAL au cours de l'année 2018 ont relevé un seul dépassement pour la demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) (120 mg/l au lieu des 80 autorisés) et aucun dépassement pour le fer (Fe), l'aluminium (Al), l'arsenic (As) et la demande chimique en oxygène (DCO). Concernant le pH, celui-ci est supérieur à 12,4 sur 5 des 6 contrôles.

**Selon les experts du CSIRM, aux concentrations observées, les paramètres DBO<sub>5</sub> et DCO (qui sont cruciaux en milieu lagunaire et continental), n'induisent pas d'impact sur la mer ouverte (point de rejet à 320 m de profondeur, à une distance d'environ 7 km de la côte), du fait de son niveau d'oxygénation naturellement élevé.**

**Au regard des demandes de suivis et d'analyses formulées par le préfet, les résultats fournis par ALTEO permettent de se prononcer sur l'impact du rejet sur le milieu marin, ainsi que de répondre aux quatre objectifs fixés par l'arrêté préfectoral du 28 décembre 2015 :**

- I. **Étudier le devenir de l'effluent liquide résiduel dans le milieu marin ;**
- II. **Évaluer l'impact du rejet liquide résiduel sur la qualité de la colonne d'eau ;**
- III. **Suivre l'évolution de la contamination métallique des poissons pêchés dans la zone d'influence du rejet et réaliser une évaluation du risque sanitaire lié à leur consommation ;**
- IV. **Apprécier l'évolution spatiale et temporelle de l'emprise du dépôt de résidus de bauxite et de ses impacts.**

#### **I. Étudier le devenir de l'effluent liquide résiduel dans le milieu marin**

Les études (réalisées par l'équipe de Chimie environnementale du MIO-OSU Pythéas) ont permis de focaliser l'attention sur les processus de génération **d'hydrotalcites, composés qui se forment lorsque le rejet liquide se mélange à l'eau de mer**, via une réaction de précipitation qui agit également sur la dynamique de divers ions métalliques présents dans l'effluent : de forts abattements des concentrations en Al, titane (Ti), As, cobalt (Co) et manganèse (Mn) de l'effluent ont été constatés. La quantité d'hydrotalcites produite à l'exutoire a été évaluée à environ 25g/l d'effluent.

**Une partie des hydrotalcites précipite sous forme de concrétions, responsables de la formation d'un « massif » au débouché du rejet** qui mesurait, en août 2016, 14 m de long et 7 m de large, avec des cheminées pouvant atteindre les 3-4 m de hauteur. À noter que le massif s'est formé progressivement dans le temps, ce phénomène existant déjà avec l'ancien rejet.

**Une autre partie des hydrotalcites générés est entraînée par l'effluent dans la colonne d'eau et constitue les particules du panache blanc observé à la sortie des cheminées et jusqu'à 100 m au-dessus de celles-ci.** Les simulations numériques ont montré qu'environ 80 % de ces particules se déposeraient dans l'axe du canyon à moins d'un kilomètre de l'exutoire.

**Les hydrotalcites ne sont pas stables dans le temps : les précipités transportés par le panache ont tendance à se dissoudre et à relarguer graduellement les Éléments Traces Métalliques incorporés lors de leur formation ; cela pourrait être l'une des causes à l'origine de certains pics de concentration des éléments traceurs du rejet (Al, Ti, vanadium (V), chrome (Cr)) constatés dans la colonne d'eau à une distance significative de celui-ci.** Ces pics ne peuvent pas être directement issus des concentrations (trop basses) des Éléments Traces Métalliques dans l'effluent lui-même, mais pourraient provenir du relargage progressif de ces éléments par les hydrotalcites.

Certains métaux traceurs de l'effluent sont détectés jusqu'à 200 m au-dessus du point de rejet (-100 m de profondeur) et dans les 500 m autour de celui-ci.

La présence d'un pic de vanadium bio-disponible à plus de 1,3 km au Nord-Ouest du rejet (à 10 et 50 m de profondeur), difficilement explicable par les concentrations du rejet, pourrait également s'expliquer par ce phénomène de relargage par les hydrotalcites.

**Les conclusions du programme de recherche dédié aux hydrotalcites indiquent que la modification de la composition de l'effluent ALTEO, entraînée par la mise en service de la station de traitement complémentaire au CO<sub>2</sub> en 2019, avec un abattement du pH et des teneurs en Al, devrait conduire à l'arrêt de la formation des hydrotalcites à l'exutoire.**

**Du fait de la mise en place du traitement complémentaire, les concentrations d'Al, Fe, As dans le rejet devraient être aux normes au cours de l'année 2019 mais, en même temps, conformément aux résultats du programme de recherche sur les hydrotalcites, les colonnes d'hydrotalcites déjà en place se dissoudront progressivement jusqu'à disparaître, relarguant à terme l'ensemble des éléments métalliques incorporés.**

**Le CSIRM accepte l'interprétation des résultats et recommande fermement de surveiller de manière qualitative et quantitative le devenir des hydrotalcites anciens, y compris au-delà de la date d'un rejet revenu aux normes, afin d'évaluer l'évolution du relargage. Sur ce point, la proposition de suivi futur présentée par ALTEO est adéquate mais devra intégrer, en plus, le suivi de la composition chimique des hydrotalcites et le prélèvement d'échantillons dans le sédiment.**

## **II. Évaluer l'impact du rejet liquide résiduel sur la qualité de la colonne d'eau**

L'impact de l'effluent de l'usine de Gardanne a été évalué par des prélèvements ponctuels pour la quantification des Éléments Traces Métalliques et des Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques et conjointement par des mesures des paramètres hydrologiques lors de quatre campagnes de mesure, réalisées en été et en hiver.

Parmi les paramètres mesurés, la turbidité et la matière en suspension (MES) sont ceux qui permettent de suivre au mieux la dynamique de l'influence du rejet sur la colonne d'eau, alors que pour la salinité et le pH les variations induites par l'effluent sont du même ordre de grandeur que les variations naturelles (0,1 pour la salinité, 0,1 unité de pH, à une distance maximale de 100 m au-dessus du rejet).

**Le panache** (mis en évidence par la turbidité et la concentration de MES mesurées par les relevés ponctuels et les enregistrements en continu), **est détectable jusqu'à quelques dizaines, voire quelques centaines de mètres de distance du rejet, selon les conditions météo-océaniques prédominantes. A des distances plus éloignées du point de rejet (jusqu'à 1,5 km), des pics de turbidité/concentration de MES ont également été observés, probablement associés à des événements de remise en suspension des sédiments (en présence de courants excédant les 0,2 m/s) ou bien se formant par mélange de résidu de bauxite remis en suspension et de particules d'hydrotalcites issues du panache blanc.** Ces pics se situent :

- entre -200 m et -300 m de profondeur (c'est à dire quelques dizaines, voire une centaine de mètres au-dessus du point de rejet), lorsque les courants ne dépassent pas 0,15 m/s et sont orientés à l'Ouest (l'hypothèse la plus probable est qu'ils soient liés au déplacement du panache formé par le rejet d'effluent liquide) ;
- 500 m au Nord-Ouest du rejet, entre 100 m et 300 m de fond ;
- jusqu'à 1,5 km au Sud-Ouest de l'exutoire, entre -260 et -360 m, par conditions de Mistral.

Concernant les concentrations d'Éléments Traces Métalliques (mesures ponctuelles) **l'aluminium** est le métal pour lequel l'effet du rejet est le plus marqué, avec des concentrations à 74 m du rejet 60 fois supérieures au bruit de fond méditerranéen. L'effet reste visible dans les 100 m au-dessus du rejet et jusqu'à 500 m de distance.

Pour le **titane**, l'effet du rejet est moins important (environ 3 fois le bruit de fond à 74 m du rejet). Cet effet reste visible dans les 100 m au-dessus du rejet, mais ne l'est pas à 500 m de distance.

Pour le **chrome et le vanadium**, l'effet du rejet est détectable uniquement dans les 50 m au-dessus du rejet. Aucun effet n'est visible à 500 m de distance.

Pour l'**arsenic**, le **cobalt**, le **cuivre**, le **manganèse** et le **plomb**, l'effet du rejet est détectable jusqu'à 10 m autour du rejet.

Concernant les composés organiques, le rejet est une source infime d'apports en **pyrène**, **phénanthrène**, **dioxines** et **furanes**. Ces composés ne sont pas détectés au-delà de 10 m du point de rejet.

**L'effet du rejet n'est pas observé sur les autres variables à partir des mesures ponctuelles.**

**En termes d'emprise spatiale, les impacts observés sur la colonne d'eau sont donc mineurs : les seules observations significatives à distance du rejet concernent la possible remise en suspension des sédiments (et éventuellement du dépôt de résidus de bauxite mélangé avec ceux-ci).**

**Le CSIRM accepte l'interprétation des résultats et considère à ce stade adéquate la proposition de suivis futurs avancée par ALTEO. Toutefois, cette proposition devra être complétée et précisée en ce qui concerne les stations (qui ne peuvent pas se limiter au seul point de rejet) et protocoles de mesure (nombre de profils, répliqués, profondeurs de prélèvement..). Ces aspects devront être mieux illustrés et discutés avec le CSIRM avant la réalisation des campagnes, afin d'obtenir des résultats cohérents et concluants. Par ailleurs, compte tenu de l'évolution attendue du panache dans le futur, les experts estiment que si les mesures de *biomonitoring* par *caging* de moules ont été utiles jusqu'à présent, il n'est pas nécessaire de poursuivre ce type d'approche.**

### III. Suivre l'évolution de la contamination métallique des poissons pêchés dans la zone d'influence du rejet et réaliser une évaluation du risque sanitaire lié à leur consommation

Concernant le suivi de l'évolution de la contamination métallique des poissons, trois constats peuvent être tirés de la comparaison entre la campagne de pêche 2017, réalisée par ALTEO (suivi prescrit par l'arrêté préfectoral du 28 décembre 2015, sans zone de référence, suite aux préconisations du CSIRM basées sur les résultats de la campagne 2015) et la campagne 2015 d'IFREMER (caractérisée par une zone de référence, réalisée dans le cadre de la saisine, datée du 10 octobre 2014, de Madame la ministre de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, sur la demande de poursuite de rejet d'effluents industriels liquides en Méditerranée) :

- Certains éléments ont des **concentrations globalement en dessous de celles rencontrées en 2015 ou ne varient pas significativement (Mn, plomb (Pb), cadmium (Cd), As et Co)** ;
- D'autres ont des **concentrations globalement supérieures à celles de 2015** mais sont **sans lien avec le rejet (mercure (Hg) et nickel (Ni))** ;
- Enfin **d'autres métaux montrent des concentrations au-dessus de celles de 2015 (Al, Cr, V et Ti), notamment pour les espèces démersales et benthiques, et sont identifiés comme des éléments traceurs du rejet**. La présence de ces Éléments Traces Métalliques a été détectée (par le biais des mesures ponctuelles sur l'eau et du biomonitoring de moules) dans un rayon de 1,3 km autour du point de rejet pour le **titane** et **l'aluminium** et dans un rayon de 500 m pour le **vanadium** et le **chrome** (cf. T2 – mesures ponctuelles et T4 – Immersion de cages à moules).

Les experts du CSIRM soulignent que les conditions de réalisation des campagnes 2017 et 2015 ne permettent pas une comparaison concluante entre les résultats des deux campagnes, en raison d'un certain nombre de biais :

1. en 2017 la zone de pêche était ciblée sur la tête du canyon, alors qu'en 2015 elle allait jusqu'aux côtes ;
2. les seuils de quantification plus élevés des éléments traces en 2017 (responsables de la maximisation des moyennes en 2017) ;
3. un nombre plus restreint d'individus analysés en 2017.

**La comparaison entre les Éléments Traces Métalliques mesurés dans la chair des poissons en 2017 et en 2015 doit donc être considérée avec une extrême prudence. Les différences observées (parfois surprenantes), sont difficilement attribuables à un unique facteur.** Parmi les explications possibles, deux hypothèses ont été avancées par ALTEO pour rendre compte des concentrations supérieures en Al, Cr, V et Ti observées en 2017 :

- (1) L'augmentation des concentrations serait liée à la remobilisation des Éléments Traces Métalliques par les organismes benthiques, par bioturbation du sédiment ; en effet ces organismes, après avoir complètement disparu pendant des décennies des stations sous l'influence du rejet, semblent aujourd'hui repeupler les fonds (voir plus bas, objectif IV).
- (2) Le comportement et l'instabilité des hydrotalcites libres au-delà de la zone proche du rejet (de l'ordre d'une dizaine de mètres) entraîneraient un relargage des Éléments Traces Métalliques piégés lors de leur précipitation.

Le CSIRM prend acte des hypothèses présentées par ALTEO, qui ne pourront être confirmées que par les études ultérieures.

La complexification du réseau trophique, du fait de la recolonisation des fonds par les espèces benthiques, pourrait entraîner une plus forte bioaccumulation des métaux dans les niveaux trophiques supérieurs, qui ne pouvait pas être observée quand ces niveaux avaient disparu.

Sur l'ensemble des Éléments Traces Métalliques analysés (pour lesquels il existe des seuils) seul le mercure montre des dépassements des seuils sanitaires de consommation, ce qui avait déjà été constaté en 2015 tant sur la zone sous impact du rejet que sur la zone de référence. Cela est sans doute en lien avec les niveaux de contamination globale de la Méditerranée, qui sont désormais avérés, plutôt qu'avec les apports minimes de mercure du rejet ALTEO.

Malgré des concentrations plus élevées de certains Éléments Traces Métalliques mesurés dans la chair des poissons en 2017, les expositions calculées pour la seule consommation de poissons pêchés en 2017 sont inférieures aux repères toxicologiques retenus pour chaque élément. Les risques liés à la seule consommation de poissons pêchés sur le canyon de la Cassidaigne ne sont pas de nature à générer des préoccupations d'ordre sanitaire pour l'ensemble des éléments considérés au regard des normes officielles. La consommation du poisson provenant du canyon de la Cassidaigne en 2017 n'engendre pas un risque sanitaire plus élevé que celui mis en avant dans les études de l'alimentation totale (EAT2) et de la population de grands consommateurs de produits de la mer (CALIPSO).

En conclusion, si les Éléments Traces Métalliques mesurés dans les poissons sont les mêmes que ceux rejetés par ALTEO, il n'est pas possible de déterminer s'ils reflètent le nouveau rejet ou le rejet historique, ni s'ils sont issus uniquement du rejet de l'usine de Gardanne, compte tenu des multiples sources de contaminants dans ce secteur.

Le niveau observé de mercure, qui n'est pas caractéristique du rejet ALTEO, suggère par ailleurs la présence d'autres sources de contamination sur ce secteur.

A défaut d'avoir identifié un traceur spécifique du rejet, qui permettrait de différencier l'impact du rejet ALTEO des autres impacts présents dans la zone et d'identifier la contribution des Éléments Traces du rejet ALTEO à la contamination des poissons, le CSIRM considère que la réalisation d'ultérieures campagnes de pêche exhaustives sur l'ensemble des métaux n'est pas pertinente pour établir la responsabilité du rejet actuel de l'usine de Gardanne dans la contamination des poissons.

Compte-tenu de la variabilité observée entre les campagnes 2015 et 2017 et dans l'objectif d'un suivi à long terme du secteur du rejet, le CSIRM recommande qu'un suivi tous les 5 ans des Éléments Traces Métalliques marqueurs du rejet (Al, V, Cr et Ti), limité à quelques espèces benthiques, soit effectué. Le suivi des concentrations de mercure, élément non traceur du rejet (qui pourrait être utilisé comme référence) est également fortement conseillé.

#### **IV. Apprécier l'évolution spatiale et temporelle de l'emprise du dépôt de résidus de bauxite et de ses impacts**

Les suivis réalisés par ALTEO en 2016 montrent une **évolution positive de la qualité du milieu dans le canyon de Cassidaigne, en termes d'emprise du dépôt de résidus de bauxite et de ses impacts sur la qualité des fonds et des communautés présentes, notamment au niveau des substrats meubles.**

Sur la base de la couleur du sédiment, en 2016 **le dépôt de résidu de bauxite est présent en tête du canyon de Cassidaigne jusqu'à son exutoire (-2100 m, 35 km du rejet). Vers l'Est l'impact est nettement moins marqué qu'à l'Ouest ; ainsi, aucun résidu de bauxite n'a été observé dans le canyon de Sicié, (-952 m, 25 km à l'Est du rejet), ni dans le domaine bathyal profond, à des profondeurs supérieures à 1700 m (60 km du rejet). Par contre la présence du dépôt est constatée également à l'Ouest, dans le canyon de Planier, jusqu'à son exutoire (-1800 m, 42 km du rejet). L'axe d'écoulement du rejet historique, dans Cassidaigne, est clairement la zone la plus impactée : l'influence du dépôt s'exerce sur le macrobenthos, le méiobenthos et les foraminifères à proximité du point de rejet, alors que plus en aval l'impact est moins important et concerne uniquement le méiobenthos. Moins d'un an après l'arrêt des rejets solides, les communautés de macrobenthos et de foraminifères présentent des caractéristiques de peuplements en phase de recolonisation (alors que les observations réalisées avant 2015, en présence de l'ancien rejet, mettaient en exergue des fonds complètement azoïques), indiquant que les perturbations hydrosédimentaires ont diminué ou cessé.**

L'appauvrissement des peuplements de méiobenthos, en termes de structure et de composition faunistique, serait corrélé pour partie à des éléments chimiques traceurs du dépôt historique (**chrome et vanadium**) et à une autre source de pression anthropique (**marquage des sédiments en mercure**).

Les données de concentrations mesurées dans les sédiments ont pour la première fois été analysées en fonction de la proportion de la fraction < 63 µm et par rapport à un groupe de stations considérées comme hors influence du rejet historique. Une analyse statistique multivariée de l'ensemble des paramètres abiotiques (intégrant les concentrations des Éléments Traces Métalliques) a permis de mettre en exergue les différences entre les stations.

**Le marquage du sédiment en éléments métalliques traceurs du rejet historique (Fe, Cr, Pb, Ti et V) caractérise les stations situées dans l'axe de Cassidaigne : SR2 (-750 m, 4 km du rejet) et SR1 (-1530 m, 16 km du rejet) et s'étend verticalement au moins jusqu'à 10 cm de profondeur dans la colonne sédimentaire. La station SR2, plus proche du point de rejet, présente également un marquage par l'aluminium, limité aux 7 premiers cm de sédiment.**

**Du point de vue temporel, il existe des signes de diminution de l'influence du dépôt de résidu de bauxite, comme par exemple l'absence de traces rouges dans les sédiments de certaines stations par rapport aux précédents suivis, ou bien le « rapprochement » (à l'analyse multivariée, cf. Figure 85 du Tome 6/Suivi des sédiments) de stations impactées vers des stations hors influence du rejet historique en termes de caractéristiques physico-chimiques (l'analyse multivariée a fait ressortir les stations U06 et U07, à l'ouest de SR1 et relativement proches de celle-ci, comme proches des stations considérées comme étant hors influence du rejet historique).**

D'une manière générale, on observe une **contamination des stations en différents métaux qui ne sont pas en lien direct avec le rejet** : certaines stations ne sont pas uniquement impactées par le rejet

historique mais sont aussi sous l'influence d'autres sources d'impact, illustrées par des marquages des sédiments en mercure (U03), manganèse (U07) ou arsenic (U08) et par une moins bonne qualité sur le plan écotoxique (U03, U06 et U07) peut-être en lien avec les concentrations en Zinc (Zn) et mercure.

Les mesures réalisées sur les échantillons d'eau interstitielle à l'échelle bicentimétrique à 5 stations sous influence du rejet, ont révélé que **parmi les métaux analysés, le Fe, Al, Cr, Ti, V (traceurs du rejet) et le Mn, As, Co, Cu, Hg, Ni peuvent probablement diffuser du sédiment vers la colonne d'eau.** (Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible d'établir un lien entre ce flux et l'influence du dépôt de résidu de bauxite.)

**Concernant la mesure de l'écotoxicité, tous les tests réalisés sur des éluats extraits des échantillons de sédiments prélevés en 2016 ont mis en évidence une absence d'écotoxicité dans les gammes de concentrations testées.**

**Seul le test réalisé directement sur les sédiments (toxicité vis-à-vis de l'amphipode *Corophium arenarium*) a mis en évidence un effet délétère,** au niveau de trois stations sur les cinq testées (U03, U06 et U07, qui se démarquent des autres sites par leurs concentrations plus fortes en Hg et Zn (cf. plus haut), sur la base des résultats de l'analyse multivariée, ce qui pourrait suggérer que la toxicité soit liée à l'accumulation des éléments métalliques).

Ces résultats ne sont pas surprenants pour les experts du CSIRM, car les essais n'ont pas été réalisés sur le sédiment dans son entier, comme cela avait été préconisé (cf. AVIS\* du 4 juillet 2016 et 3 août 2018). **L'adoption des tests écotoxicologiques sur le sédiment brut permettra de confirmer, ou pas, l'absence de toxicité des sédiments.**

Les communautés de substrat dur ont également fait l'objet d'une étude satisfaisante, mais en raison de l'absence de données antérieures il est impossible de juger de leur évolution après l'arrêt des rejets solides. **Les observations réalisées serviront d'état de référence pour les suivis futurs. C'est au niveau de l'exutoire que les espèces de substrats durs montrent la diversité et les abondances les plus faibles. Près de cet exutoire, les espèces dressées s'en sortent le mieux alors que les espèces encroûtantes sont rares ou absentes, du fait de l'ensevelissement passé par le dépôt de résidus de bauxite. Pour mieux évaluer la récupération des strates basses lors des suivis à venir le CSIRM recommande de discriminer trois strates (au lieu des deux présentés dans le Bilan) : strates encroûtante dressée centimétrique et dressée décimétrique.**

On note que des éponges de verre, des gorgones et quelques colonies de corail blanc se sont vraisemblablement installées et développées sur les sites explorés pendant la période de rejet de résidus de bauxite. Des organismes partiellement nécrosés ont également été observés. Si ce phénomène peut se rapporter à des événements naturels pour certaines éponges, cela pourrait, pour les gorgonaires, être plutôt lié au rejet passé de résidus de bauxite.

**Dans le Rapport sur le Suivi des substrats durs (T8) certains détails restent à corriger. Une liste des inexactitudes a été dressée par l'Expert-Référent des substrats durs (Annexe 2) afin d'obtenir une version finale du Bilan intermédiaire complètement correcte.**

**A ce stade le CSIRM considère adéquate la proposition d'ALTEO pour les suivis à venir des communautés des substrats meubles et durs et ne considère plus nécessaire d'estimer la biomasse de la méiofaune. En revanche concernant le traitement des données (notamment de méiofaune et de macrofaune) les experts recommandent à ALTEO de veiller à ce que la**

comparaison avec les résultats des suivis réalisés dans le passé reste toujours possible, afin de pouvoir juger de l'évolution des communautés dans le temps.

Pour les substrats durs le programme proposé pour les suivis à venir correspond tout à fait aux préconisations précédentes du CSIRM, mais il devra également intégrer la proposition de quelques stations supplémentaires, dont la réalisation sera à évaluer ultérieurement au regard de l'objectif de mieux cerner l'étendue de l'impact des résidus historiques sur les fonds (notamment à des profondeurs plus importantes).

À Marseille, le 20 mai 2019

Le Président du CSIRM

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'P. Batteau', with a long horizontal stroke extending to the right.

Pierre BATTEAU