



Cas d'étude

La turbidité de l'eau sur la zone de Kourou



D'une manière générale, l'eau de mer dans la région de Kourou n'est pas translucide ; le plus souvent, elle est de couleur marron et trouble sur le littoral : on dit que l'eau est turbide. Il existe plusieurs manières d'évaluer la turbidité d'une eau. L'une d'elle est l'observation des eaux par satellites.

**Pourquoi l'eau est-elle marron ? Est-ce parce qu'elle est sale ?
Comment les saisons influencent la couleur de l'eau ?**



Figure 1 : Plage des Roches, Kourou

1. Le climat en Guyane

Le climat en Guyane est **équatorial**, donc caractérisé par des **précipitations importantes**, une **humidité élevée** et de **faibles amplitudes de températures**.

Les centres d'action principaux sont les **anticyclones subtropicaux** de l'hémisphère Nord et de l'hémisphère Sud. Les alizés, humides, de l'hémisphère Nord, qui soufflent vers le sud-ouest, et ceux de l'hémisphère Sud, orientés vers le nord-ouest, convergent sur l'océan atlantique. Des masses nuageuses importantes se forment alors : c'est la **Zone Intertropicale de Convergence ZIC (appelée aussi zone de convergence intertropicale ZCIT)** dont la position varie au cours de l'année et l'activité déterminent le temps en Guyane. (VERLET, 1989)

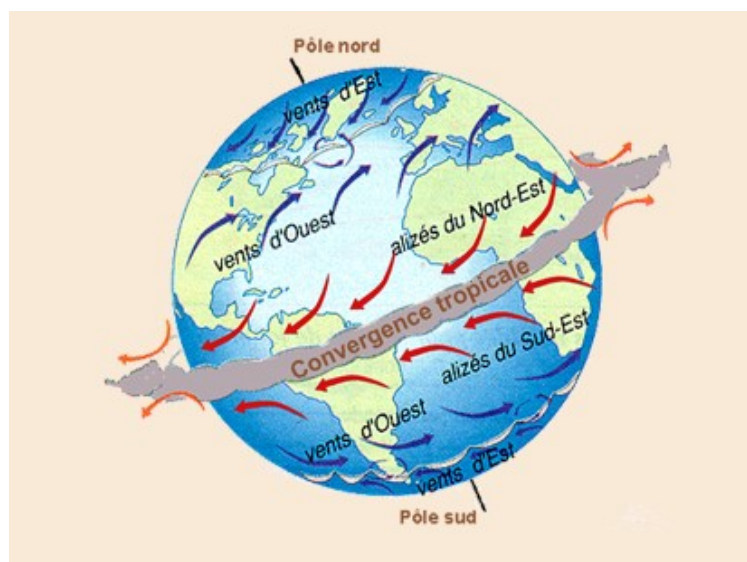


Figure 2 : Formation de la Zone Intertropicale de Convergence

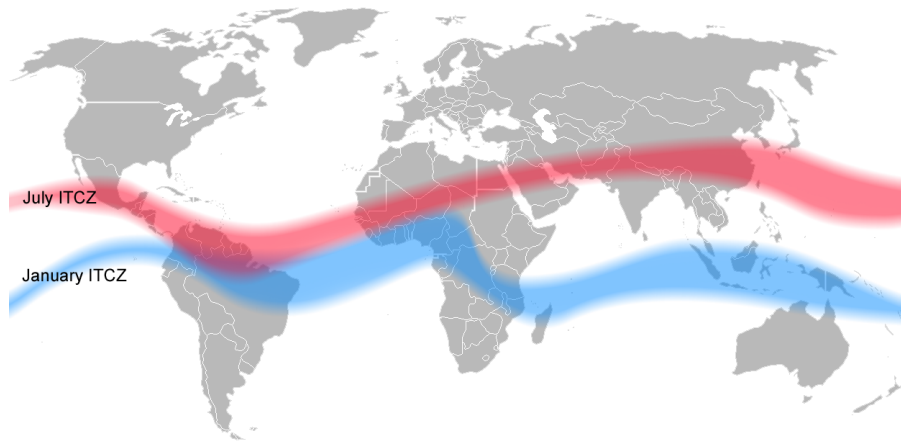


Figure 3 : position de la ZIC au mois de juillet et au mois de janvier..

Kourou est touché par la ZIC qui est :

- Plus active pendant la **grande saison des pluies** (en avril, mai, juin et partiellement juillet)
- Moins active pendant la **petite saison des pluies** (durant la deuxième quinzaine de novembre jusqu'à janvier).

Entre ces deux saisons des pluies, il y a une **grande saison sèche** de courant juillet à octobre lorsque la ZIC séjourne au Nord de la Guyane, et une **petite saison sèche** de quelques semaines (appelée « petit été de mars ») centrée sur février et débordant sur mars, lorsque la ZIC a une position plus méridionale.

Cette approche climatologique permet de comprendre le mécanisme des saisons à Kourou, mais il ne faut pas oublier que des centres d'actions secondaires (dépressions atlantiques, cyclones...) ont des effets sur l'activité et la position de la ZIC. (VERLET, 1989)

2. La turbidité de l'eau dans la zone de Kourou

➤ L'influence des courants et du vent

L'immense majorité des sédiments que l'on trouve sur le littoral de Guyane est apportée par le **fleuve Amazone**. Il débite en moyenne $1,75.10^5$ m³ d'eau douce par seconde, ce qui correspond à environ 18 % des apports fluviaux dans l'océan mondial (FROUIN, 1997) L'hydrodynamisme à l'embouchure de l'Amazone maintient en suspension le matériel particulaire, qui est transporté au large, dans le delta de l'Amazone. Les **sédiments** et l'eau douce apportés par ce fleuve seront alors transportés le long du rivage des Guyanes par le fameux Courant des Guyanes. Ils sont tellement nombreux qu'ils vont former de vastes bancs de vase.

La dispersion amazonienne obéit à un rythme annuel, à savoir :

a. Une période de plus grands transports et de plus forte énergie en début d'année à cause :

- De la dynamique saisonnière de la circulation marine, qui est alors sous l'emprise directe du Courant des Guyanes. Ce courant prolonge vers le NO le Courant Côtier Nord du Brésil et assure l'essentiel du transfert des sédiments amazoniens vers les côtes guyanaises. De février à mai, les eaux amazoniennes sont ainsi exportées vers les Caraïbes et s'écoulent sous la forme d'une bande continue caractérisée par des concentrations élevées de pigments et de sédiments (ORSTOM, 1991).
- De la houle qui rabat les sédiments sur les côtes entraînant une forte turbidité des eaux. Elle provient majoritairement du nord-est et est générée par la ZIC via les Alizés.

- b. Pendant la saison « sèche » (centrée sur août-septembre), la mer est calme, l'alizée de SE est moins instable et plus faible et la ZIC se trouve au nord des Guyanes. C'est également une **période de blocage au passage des rejets amazoniens** à cause de la rétroflexion du Courant Côtier Nord du Brésil dans le Courant Equatorial Nord qui « aspire » vers le large les eaux côtières. (ORSTOM, 1991)



Figure 4 : Circulation hydrodynamique sur le plateau des Guyanes (© Chevalier 2012)

➤ L'influence des saisons

Dans la littérature, on peut lire que lors des saisons des pluies, le régime de vent s'intensifie, les pluies font monter le niveau des rivières et les eaux côtières devraient être plus turbides et agitées.

En saison sèche la rétroflexion du courant du Brésil se met en place, éloignant les eaux côtières vers le large, les vents sont plus calmes, avec de rares pluies, ce qui favoriserait des eaux plus claires près des côtes.

Grâce au site internet EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>), nous avons capturé des images satellites (Sentinel 2) du littoral de la ville de Kourou sur une année entière : de juillet 2018 à juillet 2019. Les images qui ont été prises lorsque la couverture nuageuse était inférieure à 10%, il faisait donc beau.

Attention : À l'impression, les images perdent en qualité. Il est donc recommandé de les regarder soit directement sur le document numérique, soit en allant sur la plateforme EO browser disponible à l'adresse : <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>

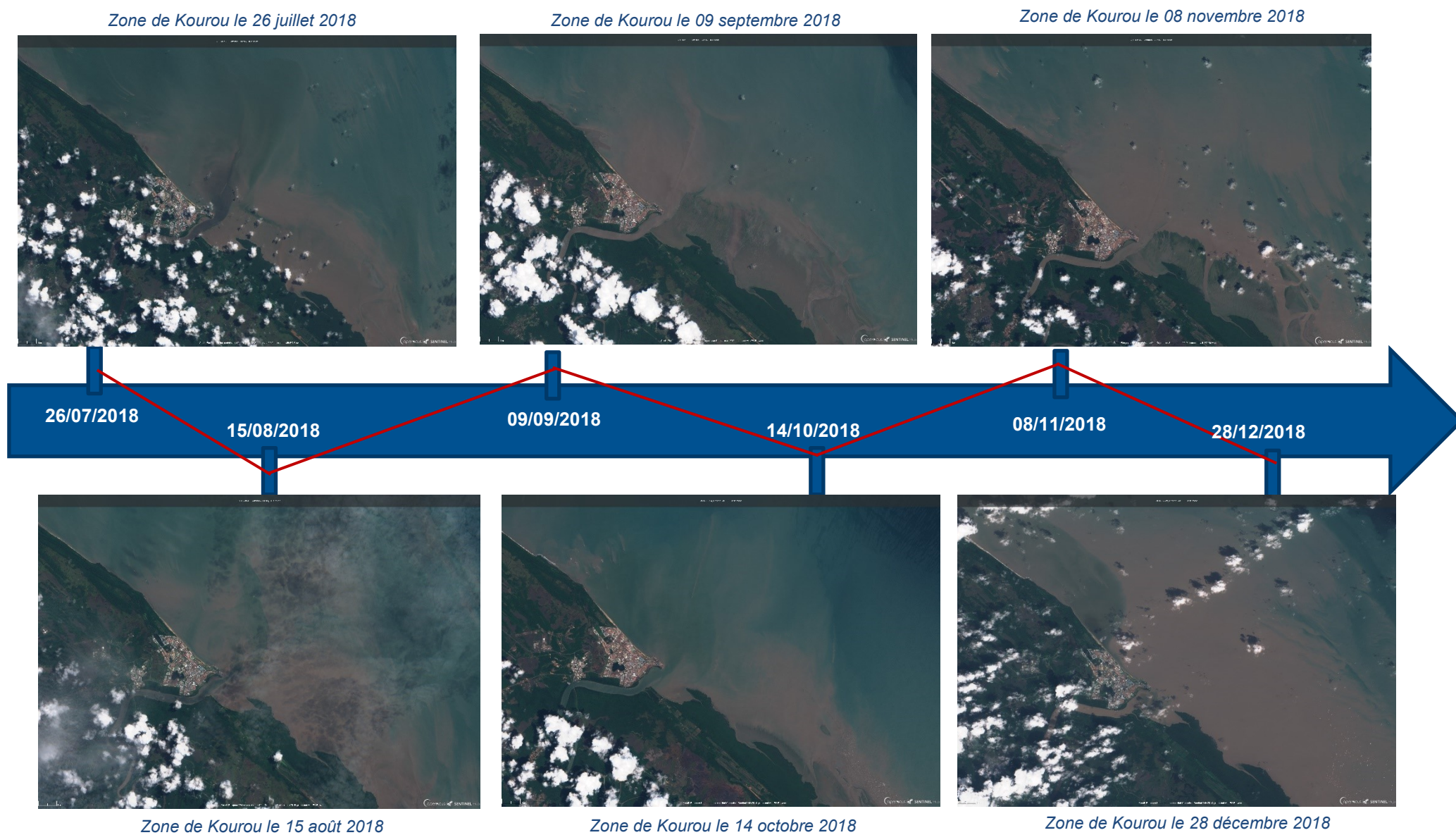
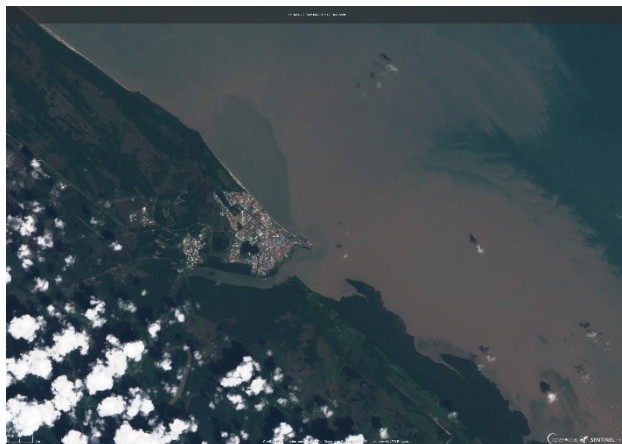
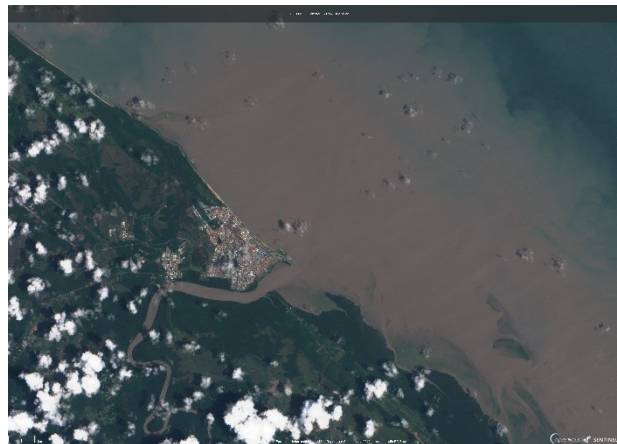


Figure 5 : Évolution de la turbidité de l'eau dans la zone de Kourou entre juillet 2018 et juillet 2019 (©EO Browser)

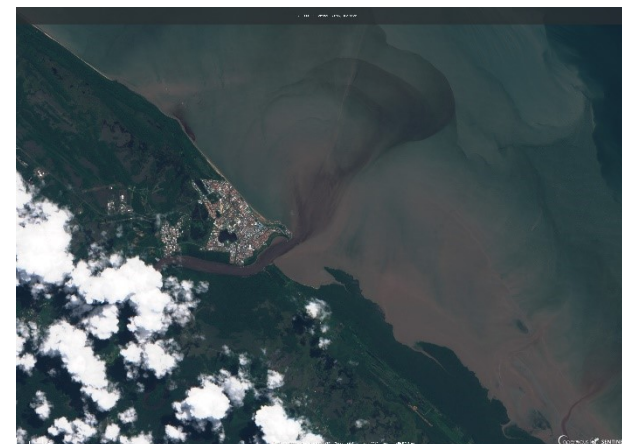
Zone de Kourou le 12 Janvier 2019



Zone de Kourou le 08 Mars 2019



Zone de Kourou le 06 Juin 2019



Couvert nuageux trop important - Pas d'images satellites

12/01/2019

11/02/2019

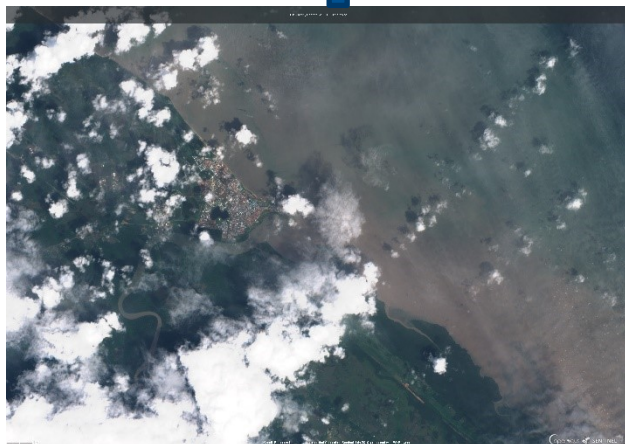
08/03/2019

Avril
2019

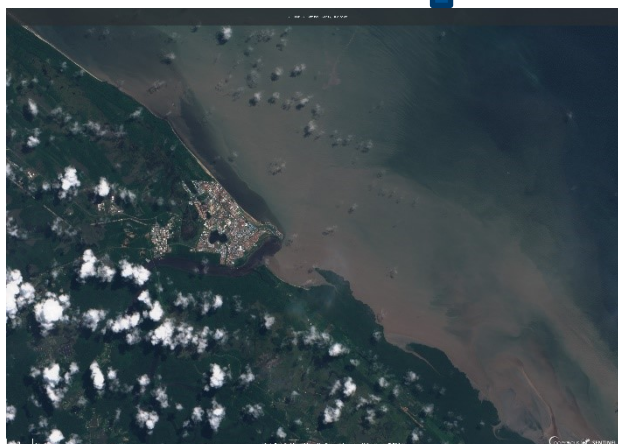
27/05/2019

06/06/2019

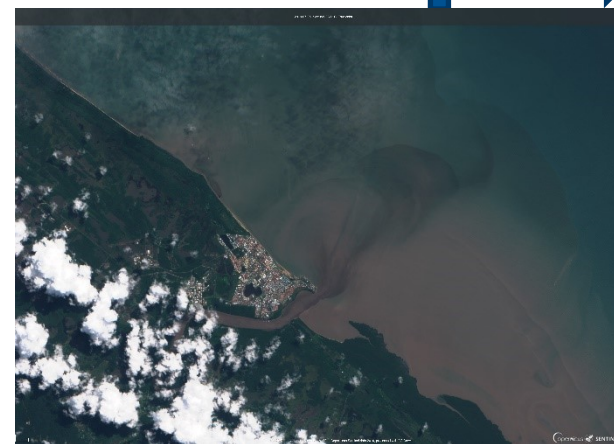
06/07/2019



Zone de Kourou le 11 février 2019



Zone de Kourou le 27 Mai 2019



Zone de Kourou le 06 Juillet 2019

Évolution de la turbidité de l'eau dans la zone de Kourou entre juillet 2018 et juillet 2019 (©EO Browser)

On remarque que de juillet 2018 à octobre 2018, la zone turbide est relativement limitée. La rétroflexion éloigne les eaux chargées en sédiments vers le large.

À partir de novembre 2018, l'eau devient plus marron, et, durant les mois qui suivent (de décembre 2018 à février 2019), l'eau est très trouble. Cela est cohérent avec les données de la littérature puisque nous entrons dans la saison des pluies : la rétroflexion n'est plus en place et les pluies importantes rendent l'eau chargée en sédiments.

La petite saison sèche, qui normalement se déroule entre mi-février et mars, n'est quant à elle, pas observée sur les images satellites puisque l'eau reste très turbide jusqu'au mois de mars.

De plus, aucune image n'a été exploitable au mois d'avril car les nuages étaient trop présents.

De mai à juillet 2019, contrairement aux données de la littérature, l'eau est relativement claire. Pourtant, il s'agit de la grande saison des pluies, l'eau devrait donc être plutôt turbide avec une couleur marron. La raison de ce changement reste floue. Une explication possible peut être liée au réchauffement climatique qui induirait un bouleversement de la climatologie connu jusqu'à présent. Cette hypothèse mérite toutefois d'être validée. Les observations et mesures terrain qui peuvent être réalisées par les élèves, apporteront de nouveaux éléments qui compléteront cette étude.

➤ Autres paramètres d'influences

La turbidité peut être causée par des phénomènes naturels mais également anthropiques. En Guyane, par exemple, la turbidité peut augmenter naturellement à cause des phénomènes :

- D'inondations et de ruissellement,
- Glissement de terrain.

Cependant la turbidité est souvent un marqueur d'une pression anthropique telle que :

- La déforestation,
- La présence de bateaux du type dragage,
- Le trafic fluvial,
- L'activité humaine perturbant la terre (par exemple la construction),
- Les activités extractives (carrières, mines)

Bien que de plus en plus d'études soient conduites sur la turbidité de l'eau du littoral Guyanais, de nombreux facteurs d'influence doivent encore être étudiés. Les phénomènes évoqués ci-dessus sont autant de causes pouvant contribuer à la turbidité de l'eau sur le littoral Guyanais. À quel point ces phénomènes sont-ils importants ? Comment quantifier leurs impacts ? Les recherches scientifiques nous ne le disent pas encore.

3. La qualité de l'eau de mer et de l'eau douce dans la zone de Kourou

➤ La qualité microbiologique des eaux de baignade

En 2017, 364 prélèvements ont permis de contrôler la qualité de 20 zones de baignade en Guyane (Qualité des eaux de baignades 201, 2019). Ce contrôle mensuel est obligatoire et consiste en la réalisation de tests et d'inspections de terrain, ainsi qu'aux prélèvements d'eau. L'ensemble des analyses microbiologiques imposées par la réglementation européenne sont ensuite réalisées par l'Institut Pasteur de Guyane.

Les analyses microbiologiques du contrôle sanitaire des eaux de baignade sont basées sur la recherche de bactéries indicatrices de contamination fécale. Ces bactéries ne sont pas pathogènes en elles-mêmes mais leur présence indique une contamination fécale susceptible d'engendrer le développement dans l'eau d'autres micro-organismes qui eux, sont pathogènes (autres bactéries, virus, parasites, etc.). La plupart des microorganismes pathogènes en milieu aquatique proviennent en effet des souillures fécales : excréments humains et animaux, eaux usées domestiques, fumier, lisier, cadavre d'animaux, eaux de ruissellement contaminées, etc.

Les analyses microbiologiques permettent ensuite le classement des baignades en qualité : Excellent, Bon, Suffisant, ou Insuffisant.

En 2018, bien qu'aucune plage à Kourou n'ait été interdites à la baignade, 9 sites ont été interdits par arrêté municipal. Il s'agissait des plages de : Cayenne à Montabo « Grant, Zéphir, Hilaire, Colibri » et les criques de «Fourgassier» à Roura, «Patate» MONTSINÉRY-TONNEGRANDE, «Toussaint» SINNAMARY, «Lac Saccharin» RÉMIRE-MONTJOLY et «crique Organabo» IRACOUBO.

➤ Les sargasses

La Sargasse est un genre d'algues brunes de la famille des Sargassaceae. Elles peuvent vivre de manière exclusivement flottante en pleine mer (algues pélagiques) et mesurer plusieurs mètres de long. Les espèces présentes dans les caraïbes sont *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*.



Figure 6 : *Sargassum natans* / *Sargassum fluitans* [Illustrations by Julia S. Child (Schneider and Searles, 1991)]

Elles vivent dans les eaux tropicales, notamment dans de grandes zones d'accumulation. La plus importante est la mer des sargasses, au large de la côte Est des Etats-Unis et correspond au gyre Atlantique Nord. Du fait de la conjonction du Gulf Stream à l'ouest, de la dérive Nord, du courant des Canaries à l'Est et du courant Nordéquatorial au Sud, le gyre Atlantique Nord est une zone très calme où les sargasses viennent se concentrer. 90% des sargasses présentes appartiennent à l'espèce *Sargassum natans*. Des amas sont cependant régulièrement emportés par les courants périphériques, sont dispersés dans l'océan et viennent s'échouer sur les rivages. (Escande, 2016).

Une nouvelle zone d'accumulation et de croissance des sargasses serait apparue au Nord du Brésil depuis 2011. Cette zone de recirculation, appelée NERR pour « North Equatorial Recirculation Region » serait riche en nutriments (nitrates et phosphates) provenant du fleuve Congo à l'Est, de l'Amazonie à l'Ouest, des remontées d'eaux froides du fond et des poussières de sables du Sahara riches en fer et en phosphates. Les sargasses se développant seraient ensuite transportées par le courant circulaire nord équatorial.



L'invasion des sargasses

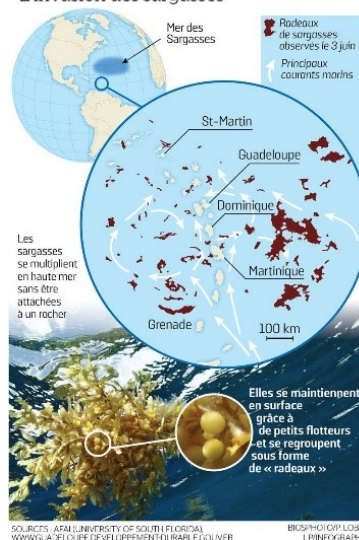


Figure 7 : Mer des Sargasses (Map: National Geographic : https://www.bibliotecapleyades.net/ciencia/esp_bermuda_04.htm)

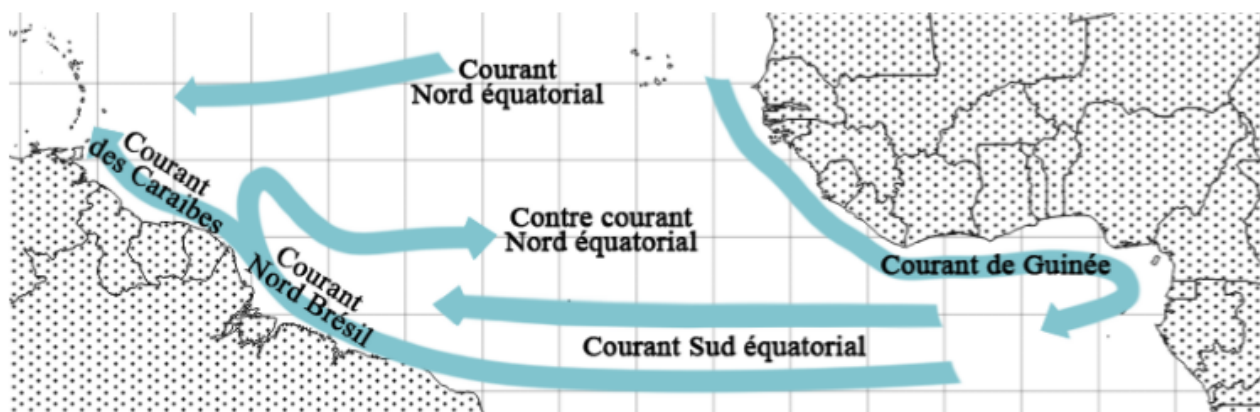


Figure 8 : Carte des courants au sein de la zone de recirculation équatoriale Atlantique.



Figure 9 : © Internaute Les sargasses sur la plage de Montjoly

Sont-elles dangereuses ?

Tout cela est une question de quantités qui échouent à la côte. Alors qu'elles sont encore humides, les mécanismes de décomposition se mettent en place et produisent de l'ammoniac (NH₃) et du sulfure d'hydrogène (H₂S). Les volumes de ces gaz vont dépendre de l'humidité et des volumes d'algues qui se décomposent, on parle de décomposition bactérienne de la matière organique. Cette décomposition est stoppée si les algues sont sèches.

En 2019 en Guyane, les échouages sont plus importants depuis le week-end du 16-17 mars sur les plages de Cayenne et Remire Montjoly. Toutefois au 18 mars 2019 il n'a pas été relevé de présence H₂S ni NH₃.

Toutefois ces algues posent un réel problème économique en pénalisant directement le tourisme, les activités de pêche ou encore l'aquaculture. De plus, elles ont également un impact écologique par la destruction de la biodiversité et la perturbation des écosystèmes.

Comment y faire face ?

Pour faire face à cette situation, un plan national de prévention et de lutte contre les sargasses, adopté en octobre 2018, définit les moyens à engager et les actions à mener.

Également, un programme de recherche est mis en place pour mieux connaître les causes et les origines de ces échouages massifs de sargasses, ainsi que les moyens de limiter, voir éradiquer leur développement et leur échouage. En effet, l'agence nationale de la recherche (ANR) coordonne un appel à projets associant l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), les collectivités territoriales concernées (Guadeloupe, Martinique, Guyane) et d'autres pays limitrophes (Brésil, Mexique...). Ce programme de recherche comporte quatre volets : recherche des causes de la prolifération ; valorisation des algues ; prévision des échouages ; développement de matériel de collecte et traitement.

Enfin, la surveillance, la détection et la prévision des échouages de banc de sargasses pourront être améliorées grâce à une convention signée entre le ministère et Météo-France.

4. Conclusion

Pour conclure, nous pouvons dire que l'eau du littoral Guyanais tient sa couleur marron de la forte concentration en sédiment qu'elle contient. Ces sédiments proviennent essentiellement du fleuve Amazone, et sont ensuite transportés le long du littoral Guyanais grâce au courant marin.

Nous avons également mis en lumière l'impact des saisons sur la turbidité de l'eau. En effet, l'eau sera très trouble sur une grande distance par rapport au rivage lors de la saison pluvieuse. Au contraire lors de la saison sèche, l'eau a tendance à être claire plus rapidement lorsqu'on s'éloigne du littoral.

Il est important de noter, que d'autres paramètres naturels ou anthropiques peuvent impacter la turbidité de l'eau (inondations, glissement de terrain, déforestation, construction, mines, carrières, trafic fluvial, etc.). Leur contribution dans la qualité de l'eau du littoral reste cependant à approfondir.

La qualité de l'eau sur le littoral et dans les terres de la Guyane est très surveillée notamment grâce à des prélèvements et des analyses d'eau régulières. Les autorités locales peuvent ainsi intervenir en interdisant la baignade lorsque la qualité de l'eau est insuffisante.

Enfin, depuis plusieurs années, les algues Sargasses sont présentes sur les plages de Guyanes. Ces algues proviennent de la mer de Sargasse et sont régulièrement déplacées sur les côtes avec les courants marins. D'un point de vue, écologique, économie et sanitaire, ces algues peuvent représenter un danger. Des plans d'actions sont en train d'être mis en place afin de mieux comprendre l'origine des sargasses et de limiter leurs impacts.

Construire un projet éducatif autour des sargasses serait l'occasion, pour les élèves des régions concernées, de réaliser des observations et mesures terrain autour d'un sujet de proximité.

1. Références

- (2019, juillet 05). Récupéré sur Graine Guyane: http://graineguyane.org/wp-content/uploads/2017/04/livret_mer_guyane_BD_2016.pdf
- Écosystèmes(ODE, D. S. (2017). *Mesures de turbidité satellitaire des eaux fortement chargées en MES* . <https://archimer.ifremer.fr/doc/00373/48427/48669.pdf>.
- Escande, B. (2016). *SARGASSES DANS LES CARAÏBES : CONSEQUENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE?* Consulté le 08 13, 2019
- FROUIN, P. (1997, Octobre). *REVUE DES CONNAISSANCES SUR LA ZONE CÔTIÈRE DE GUYANE FRANÇAISE*. Consulté le 08 12, 2019, sur <https://archimer.ifremer.fr/doc/00132/24296/22294.pdf>
- Guyane, A. -A. (2019, 07 11). *Algues sargasses, phénomène d'échouage en Guyane*. Récupéré sur <https://www.guyane.ars.sante.fr/algues-sargasses-phenomene-dechouage-en-guyane>
- Guyane, O. d. (2016). *QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DES EAUX DE BAIGNADE DE GUYANE*. <https://eauguyane.fr/images/publications/eau-rdv/2017.10.26/OEG-Qualite-microbiologique-2017.pdf>.
- ORSTOM. (1991). *L'EVOLUTION DES LITTORAUX DES GUYANES ET DE LA ZONE CARAÏBE MERIDIONALE PENDANT LE QUATERNAIRE*. Cayenne. Consulté le 08 12, 2019, sur http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_01/010010639.pdf
- Qualité des eaux de baignades 201*. (2019, 07 11). Récupéré sur ARS - Agence Régionale de Santé Guyane: https://www.guyane.ars.sante.fr/system/files/2018-06/Depliant%20Qualite%20des%20eaux%20de%20baignades%202017_BAT3ok.pdf
- VERLET, E. (1989). *La météorologie au Centre Spatial Guyanais* . Centre spatial Guyanais, Département Laboratoires Spécialisés - Section Météorologie.

