



Approche globale des rejets en mer : Usines de dessalement, centrales thermiques et assainissement

Jean BOUGIS¹

1. Ingénieur Conseil, 32-34 Chemin du Moulin, 06650 OPIO, France.

jean.bougis@wanadoo.fr

Résumé :

Les usages croissants de l'eau de mer pour le refroidissement des centrales électriques thermiques et pour la production d'eau douce par dessalement conduisent à multiplier les prises d'eau de mer et les rejets en mer d'eau chaude et de saumures. Par ailleurs, l'urbanisation croissante des zones côtières conduit à multiplier les rejets d'eaux usées domestiques, agricoles et industrielles. Les études environnementales des impacts de ces rejets sont généralement conduites en considérant individuellement chaque rejet dans le « milieu intact ». Les effets de masse dus à de nombreux rejets dans la bande côtière sont ignorés. On aborde ici une réflexion sur la manière de prendre en compte un phénomène qui relève des autorités territoriales, qui nécessite des études à grande échelle et ne peut guère se traduire que par des dispositions constructives générales dans le cadre d'un schéma directeur.

Abstract:

The increasing uses of seawater for the cooling of thermal power plants and for the production of fresh water by desalination are leading to increased seawater intakes and releases of hot water and brine into the sea. In addition, the increasing urbanization of coastal areas is leading to increased discharges of domestic, agricultural and industrial wastewater. Environmental studies of the impacts of these releases are usually conducted by individually considering each release in the "intact environment". Mass effects due to numerous discharges in the coastal area are ignored. Here we consider a reflection on how to take into account a phenomenon that is the responsibility of territorial authorities, which requires large-scale studies and can only be translated into general constructive provisions in the framework of a master plan.

Mots-clés : Rejet en mer – Prise d'eau de mer – Dessalement d'eau de mer – Rejet des saumures – Centrales électriques – Rejet d'eau chaude – Rejets d'eaux usées – Schéma directeur.

Keywords: Marine disposal – Seawater intake – Seawater desalination – Brine discharge – Power plant – Hot water discharge – Wastewater discharge – Master plan.

<https://dx.doi.org/10.5150/cmcm.2017.018>

1. Introduction

Partout dans le monde, les populations qui vivent dans les zones côtières se densifient, que ce soit de manière permanente (habitat) ou de manière saisonnière (tourisme).

L'augmentation des besoins en énergie qui en résulte, conduit à installer des centrales thermiques sur le littoral, à utiliser l'eau de mer comme source froide et à rejeter à la mer les eaux réchauffées de 7 à 15°C.

Dans les zones à faibles ressources naturelles en eau, les besoins croissants en eau douce sont satisfaits par des procédés de dessalement d'eau de mer qui rejettent ensuite à la mer des saumures avec des concentrations en sel de l'ordre de 70 g/l.

Enfin les eaux usées domestiques, agricoles et industrielles sont rejetées à la mer avec des concentrations en résidus organiques et chimiques plus ou moins importantes en fonction des usages de l'eau et des traitements d'épuration mis en œuvre : parfois sans, généralement primaires ou secondaires, rarement tertiaires.

Les différents projets font l'objet d'études environnementales, parfois sophistiquées, mais qui ne prennent jamais en compte les effets consolidés de leur multiplication. On aborde ici une réflexion sur les aspects cumulatifs des nombreux projets et sur les conséquences à en tirer au niveau des études à entreprendre et des bonnes pratiques à en déduire.

2. Seuils de contamination « acceptables »

Le rejet d'un effluent possédant des caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques exogènes au milieu récepteur constitue une contamination.

Une pollution désigne la surabondance, ou la sous-abondance, d'un élément exogène ou endogène par rapport à un seuil de concentration en deçà duquel, ou au-delà duquel, l'équilibre du milieu récepteur n'est pas menacé, tout au moins dans l'état des connaissances scientifiques du moment.

Un impact environnemental désigne l'influence, les effets ou les conséquences d'une contamination sur le milieu récepteur.

Les impacts d'un projet sont donc indissociables des normes ou des seuils autorisés par la législation et la réglementation en vigueur sur le territoire concerné ; ce n'est que vis-à-vis de ces critères qu'il est possible de définir si un impact correspond, ou non, à une pollution temporaire ou permanente.

2.1 Seuil de température

La plupart des pays ont pris des dispositions réglementaires pour encadrer les impacts des rejets d'eau chaudes sur l'environnement.

En Europe, il est interdit de rejeter sur le littoral des eaux dont la température est supérieure à 35°C. Il est également interdit de rejeter de manière durable des eaux à une température supérieure à 30°C. Avec une température moyenne des eaux de mer com-

prise entre 10 et 20°C, l'élévation nominale de température admissible est donc au plus de l'ordre de 15°C.

Comme il faut 4.18 J (une calorie) pour élever d'un degré la température d'un gramme d'eau, un débit de 42 m³/s est nécessaire pour évacuer les 2600 MW thermiques associés à une tranche de 1300 MW électriques pour un rendement moyen de l'ordre de 33% (BOUGIS, 2014).

Pour les nouveaux projets de centrales électriques à cycles combinés, en dehors des incidents conduisant au déclenchement de la turbine à vapeur, l'élévation de température entre la prise d'eau et le rejet tend à être limitée à 7°C.

Naturellement, les seuils absolus doivent être adaptés en fonction des températures moyennes et des écarts de températures qui règnent sur les sites concernés.

2.2 Seuil de salinité

Il n'existe pas actuellement de norme ni de règlement concernant la salinité des saumures de dessalement d'eau de mer. En absence de définition d'un seuil légalement autorisé, les impacts admissibles de ces rejets doivent être analysés à la lumière de leurs effets concrets sur la vie marine.

En dehors de sites particuliers (mer Rouge, mer Morte, etc.), la salinité moyenne des eaux des océans est de 35 g/kg. La salinité de l'eau de mer varie dans le temps au cours des saisons et dans l'espace sur la hauteur de la lame d'eau dans des proportions qui restent généralement comprises dans une fourchette de ± 2 g/kg.

Pour la plupart des espèces animales et végétales marines, la salinité létale est comprise entre 50 g/kg et 70 g/kg ; tandis qu'une salinité inférieure à 40 g/kg est généralement sans effet (SHUNYA *et al.*, 1994).

Pour une eau de mer de salinité $S_m=37$ g/kg et pour un taux de conversion de 45%, l'effluent aura une salinité de $S_e=67$ g/kg. Le rejet de l'effluent constitue donc manifestement une source de contamination létale pour la plupart des espèces de la flore et de la faune marines.

Une augmentation de la concentration de 0.5 g/kg, est généralement considérée comme une limite acceptable ; elle correspond à une dilution de l'ordre de 60 fois. Ainsi, dans la plupart des cas, pour ne pas sacrifier toute vie sur des superficies importantes, il conviendra d'obtenir le plus rapidement possible une dilution supérieure à 10 fois ; et si possible avant que le rejet ne touche sur le sol marin. Ce constat plaide en faveur de la division des débits par des piquages et de la mise en place de diffuseurs efficaces.

Il faut à ce sujet, garder présent à l'esprit l'exemple de l'usine de dessalement d'Alicante en Espagne où le suivi du rejet à la côte a montré que, même si le mélange est relativement efficace à proximité de l'exutoire, un nuage salin stable, dont la salinité est au moins de 0.5 g/kg au-dessus de celle de l'eau de mer, se propage à une distance d'environ 4 km, en hiver sur le fond et en été au niveau de la thermocline (FERNANDEZ-TORQUEMADA *et al.*, 2005).

2.3 Seuils biologiques et chimiques

Les rejets des eaux d'assainissement, qu'il s'agisse d'eaux usées ou d'eaux pluviales qui lavent les sols contaminés, représentent par leur volume et par leur répartition tout au long des côtes un facteur très important de contaminations marines qui se traduit assez fréquemment l'été par le déclassement des eaux de baignades pour cause de pollution.

Les contaminations véhiculées par les eaux d'assainissement sont de deux types :

- a) les contaminations conservatives (matières inertes en suspension) dont les quantités rejetées se diluent mais ne peuvent ni disparaître ni proliférer ;
- b) les contaminations non conservatives (réactifs chimiques, bactéries, etc.) dont la concentration évolue, à température constante, selon une loi cinétique homogène caractérisée par la vitesse de réaction, la concentration et le temps T_{50} de demi-réaction.

La qualité biologique des eaux de baignades est essentiellement caractérisée par les concentrations croisées d'entérocoques intestinaux et d'*Escherichia coli*. Les seuils admissibles sont de l'ordre de quelques centaines d'UFC¹/100 ml (directive de l'Union européenne 2006/7/CE).

La qualité chimique des eaux de baignades est caractérisée par des seuils de concentration (en mg/l) d'une grande diversité de métaux et de sels et des seuils de concentration (en µg/l) de différentes molécules.

3. Etudes environnementales de projet

Les études environnementales, préalables à la construction des ouvrages de prises d'eau et de rejet d'effluent à la mer, sont conduites pour maîtriser :

- a) la qualité de l'eau de mer nécessaire au bon fonctionnement du processus ;
- b) la stabilité dans le temps des propriétés physiques, chimiques et biologiques de cette eau ;
- c) les impacts du projet sur le littoral et le milieu marin : perturbations (y compris hydrosédimentaires) dues aux prises d'eau, aux rejets et à la présence des ouvrages.

Pour les centrales thermiques et les usines de dessalement, la prise d'eau et le rejet associé doivent être étudiés simultanément pour éviter les situations de recirculation ou de recyclage plus ou moins directs qui correspondent au retour des effluents rejetés vers la prise d'eau. Les situations de recirculation sont néfastes pour l'environnement à deux titres ; elles s'accompagnent :

- a) d'une augmentation de la concentration de l'agent contaminant de l'effluent (température, salinité) ;
- b) d'une baisse du rendement du procédé industriel (augmentation de la température de la source froide d'une centrale électrique, augmentation de la salinité de la source d'eau de mer d'un procédé de dessalement, etc.).

¹ Unité Formant Colonie

Pour tous les rejets, y compris des stations d'épuration, les études doivent permettre d'éviter la contamination (température, salinité, matières en suspension, bactéries, etc.) des zones sensibles d'un point de vue environnemental (plages, eaux de baignades, écosystèmes, pêche, aquacultures, etc.)

Pour être vraiment significatives, les modélisations doivent être effectuées en prenant en compte :

- a) l'ensemble des scénarios météorologiques et océanographiques caractéristiques des différentes situations envisageables sur le site ;
- b) des durées suffisamment longues pour couvrir des périodes successives de mortes eaux et de vives eaux.

S'il s'agit exclusivement d'optimiser un projet en cours, sans se préoccuper des futurs projets d'aménagements, les positions des prises d'eau et des rejets peuvent être déterminées au moyen des seules études environnementales de projet :

- a) la position de la prise d'eau prend en compte l'analyse de la qualité des eaux qui dépend du site, des circonstances éventuelles (remontés d'eaux (upwelling), plongées d'eaux (downwelling), efflorescences algales, etc.) et des rejets préexistants sur le littoral ;
- b) la position du rejet est gouvernée par les règles environnementales au sens strict du terme (autorisations, seuils) et par la position de la prise d'eau du projet et des autres prises préexistantes (risques de recirculations).

Ces études peuvent alors être laissées à la discrétion de l'entreprise qui remporte le marché de construction et qui définira donc les positions respectives des ouvrages de prise d'eau et de rejets en mer des effluents correspondant à l'optimisation technico-économique du projet considéré isolément.

4. Approche globale – Schéma directeur

Si les études environnementales réalisées pour chaque projet tiennent nécessairement compte du préexistant et donc du passé, elles ne prennent pas en compte l'ensemble des utilisations futures à moyen et long termes. Elles préservent l'intérêt technico-économique du projet en cours, mais ne préservent pas l'intérêt général environnemental du littoral et de ses habitants et en particulier son avenir vis-à-vis des effets cumulatifs des contaminants rejetés.

Afin de préserver l'avenir, à moyen et long termes, il faut prendre en compte l'ensemble des aménagements, de toutes natures, présents et à venir sur le littoral dans le cadre d'une gestion globale des usages du littoral.

En d'autres termes il convient de réaliser des schémas directeurs à grande échelle concernant l'occupation du littoral ainsi que les utilisations de l'eau de mer et la multiplication des prises d'eau et de rejets qui en résulte.

Ces études, qui nécessitent l'exclusion des rejets sauvages et dont les conséquences doivent être contraignantes, ne peuvent être menées qu'à l'initiative des autorités réga-

*Mediterranean rocky coasts:
Features, processes, evolution and problems*

liennes et sous leur contrôle. Les effets cumulatifs doivent être évalués et leurs conséquences doivent être quantifiées.

Un tel schéma directeur devrait imposer des règles générales pour les rejets concernant la distance minimale à la côte en fonction de :

- a) la profondeur qui doit être, dans la mesure du possible, supérieure à la profondeur minimale nécessaire pour les prises d'eau (15 à 20 m CM) ;
- b) la courantologie qui doit présenter, dans la mesure du possible, des vitesses permanentes de plus de 0.10 à 0.15 m/s dirigée vers le large ;
- c) les mesures compensatoires envisageables en regroupant, dans la mesure du possible, des rejets d'eaux douces et froides d'assainissement avec des rejets hypersalins d'usines de dessalement ou des rejets d'eaux chaudes de centrales électriques, etc.

La responsabilité de ce que l'on fait (le quoi) doit clairement appartenir au Maître d'ouvrage qui doit définir dans son appel d'offre les positions respectives des prises d'eau et des rejets en mer, conformément aux orientations du schéma directeur, sans autoriser de variantes concernant ces implantations.

La responsabilité du mode de réalisation des ouvrages (le comment) peut seule rester ouverte à des variantes d'entreprises permettant de profiter de leurs savoir-faire particuliers.

Grâce à une approche globale, la zone littorale proche, qui est la plus précieuse en termes de valeur environnementale, pourrait être maintenue exempte de pollutions ; les contaminations étant emportées au large par les courants en limitant au mieux tout risque d'effets cumulatifs.

5. Bibliographie

BOUGIS J. (2014). *Prises d'eau et rejets en mer*, 624 p., Nantes : Paralia. ISBN 978-2-35921-013-2

FERNÁNDEZ-TORQUEMADA Y., SÁNCHEZ-LIZASO J. L., GONZÁLEZ-CORREA J. M. (2005). *Preliminary results of the monitoring of the brine discharge produced by the SWRO desalination plant of Alicante (SE Spain)*. *Desalination*. Vol. 182, n°1-3, pp. 395-402. doi.org/10.1016/j.desal.2005.03.023

SHUNYA I., SHIGER S., AYAKO M. (1994). *The lethal effect of hypertonic solutions and avoidance of marine organisms in relation to discharged brine from desalination plant*. *Desalination*, Vol.97, pp. 389-399. doi.org/10.1016/0011-9164(94)00102-2