

Le système d'assainissement de Marseille face aux changements climatiques

The Marseille's sewage system in front of climat changes

■ D. LAPLACE^{1*}, J.-M. MERTZ², N. HESSE¹

¹ Service assainissement Marseille Métropole (Seramm Suez) – Marseille

² Marseille Provence Métropole – Marseille

Mots-clés :

Changements climatiques
Réseaux d'assainissement
Température
Niveau de la mer

RÉSUMÉ

Le changement climatique est un sujet d'actualité dont nous proposons d'évaluer les conséquences sur le système d'assainissement de la ville de Marseille. Très concrètement à Marseille, les influences se font déjà ressentir sur la température de l'air et celle des eaux usées ainsi que sur le niveau de la mer. L'élévation de température influe sur les processus biologiques, notamment sur la formation d'hydrogène sulfuré (H₂S) dans les réseaux d'assainissement, ainsi que sur la sensibilité des milieux récepteurs. L'élévation du niveau de la mer influe sur les déversoirs d'orage qui, s'ils sont calés trop bas, laissent entrer des eaux salées qui dégradent la performance du traitement d'épuration biologique ou, à l'inverse, sont contrariés par rapport à leur capacité hydraulique d'évacuation par temps de pluie. Par conséquent, des solutions sont à l'étude pour remédier à ces désagréments en tenant compte des évolutions futures qui vont conduire à aggraver ces phénomènes.

Keywords:

Climate change
Sewer network
Temperature
Sea level

ABSTRACT

Climate change poses a serious threat with potential consequences on the sewage system of the city of Marseille. Actually, impacts are already being measured both on the sea level which is significantly rising and on the air and wastewater temperature. The global warming associated to temperature rise influences the biological processes and as a consequence, increases the formation of hydrogen sulfide (H₂S) in sewage networks. It also modifies the sensitivity of the receiving environments. Sea level rise affects the normal operation of storm overflow devices. Those are now setting at a too low level, allowing marine waters to enter the networks and finally degrade the performance of biological treatment. Additionally such devices exhibit lower efficiency regarding their evacuation capacity during rainy periods. Therefore, solutions are being studied to reduce such climate change consequences and future developments are planned to anticipate more frequent and intense weather events which Marseille is already experiencing.

Introduction

Le réseau d'assainissement unitaire de la ville de Marseille date de la fin du XIX^e siècle. Les déversoirs d'orage étaient calés à la cote 0,40 m NGF (nivellement général de la France) et les avaloirs ont été conçus à entrée libre, leur fonction première étant d'absorber les eaux de pluie. Tant pis si quelques odeurs nauséabondes étaient perçues en surface. Pendant ces 120 dernières années, le climat a évolué et ses effets sont mesurables à ce jour sur la température de l'air et des effluents ainsi que sur le niveau de la Méditerranée. Les plaintes pour mauvaises odeurs sont maintenant de plus en plus nombreuses et les entrées d'eau de mer dans le réseau unitaire sont de plus en plus fréquentes, ce qui, depuis la construction de la station d'épuration biologique, a des conséquences négatives sur la per-

formance du traitement des eaux usées avant leur rejet en mer.

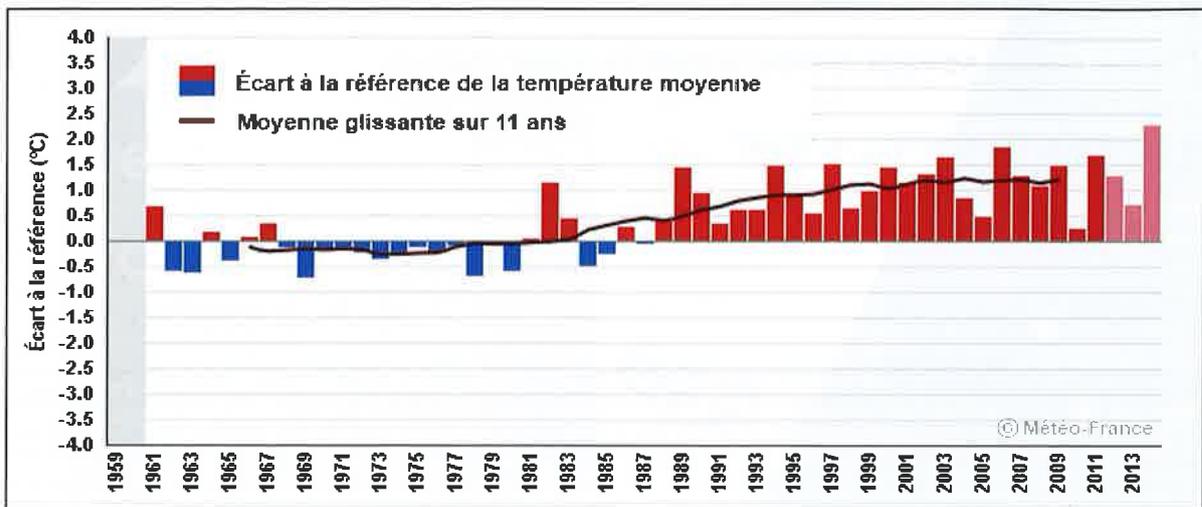
1. Évolution de la température de l'air en France et à Marseille

1.1. Qu'apprend-on des observations passées ?

L'observation des changements climatiques en France est réalisée à partir du réseau des stations météorologiques dont la mise en place date de la deuxième moitié du XIX^e siècle. Depuis cette époque, la France s'est réchauffée d'environ 1 °C. Il est à noter que ce réchauffement s'est nettement accentué après les années 1980. La *figure 1* montre que cette tendance est amplifiée à Marseille où un écart supérieur à +1,5 °C a été enregistré des années 1980 à nos jours.

Une analyse de séries quotidiennes réalisée par Météo-France montre aussi une augmentation du nombre de jours de vague de chaleur et une diminution du nombre de jours de froid et de gel au cours des cinquante dernières années.

* Auteur correspondant – Courriel : dominique.laplace@seramm-metropole.fr
Étude présentée au 97^e congrès de l'Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (Astee) organisé à Marseille en 2018



Source : MÉTÉO-FRANCE [2018].

Figure 1. Températures moyennes annuelles à Marseille Marignane de 1959 à 2015. Écart à la moyenne des températures sur la période 1961 – 1990

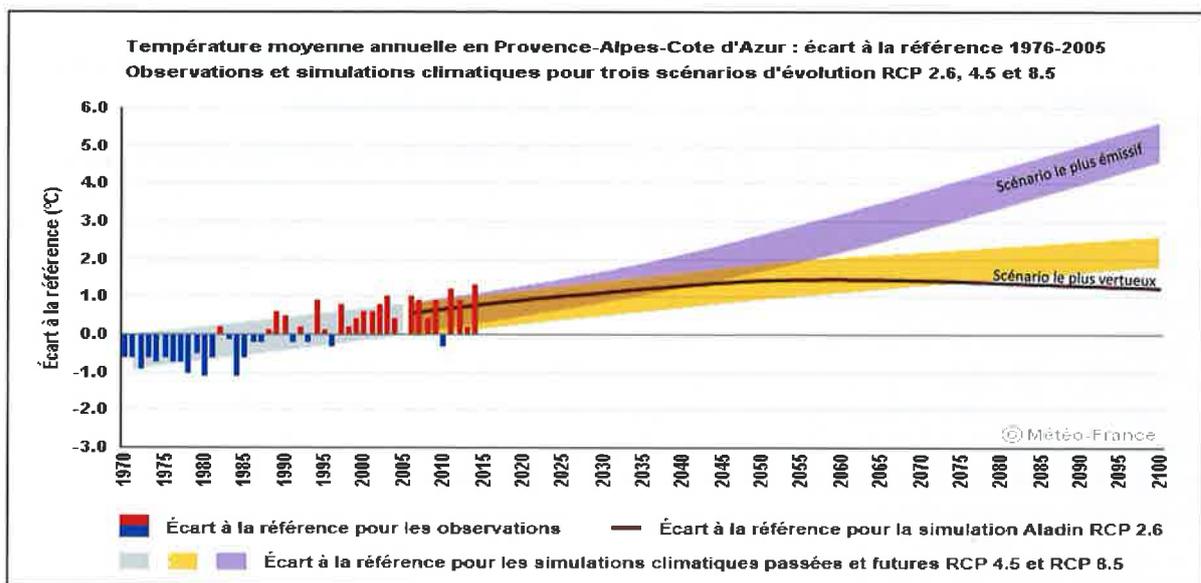
1.2. Quelles sont les projections du futur ?

Toujours d'après Météo-France, les projections climatiques en Provence-Alpes-Côte d'Azur vont vers une poursuite du réchauffement annuel jusqu'en 2050, quel que soit le scénario prévisionnel (figure 2). Par conséquent, en 2050, la température de l'air aura globalement augmenté de +3 °C, par rapport à celle qui régnait à la fin du XIX^e siècle, date de construction du réseau unitaire de Marseille. Sur la seconde moitié du XXI^e siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario de production de CO₂ considéré, du plus vertueux au plus émissif (figure 2).

À noter que les prévisions montrent une poursuite de la diminution du nombre de jours de gel et de l'augmentation du nombre de journées chaudes, quel que soit le scénario.

2. Évolution de la température des eaux usées à Marseille

La température des effluents a quant à elle augmenté d'environ 3 °C pendant ces 17 dernières années (figure 3). Ce phénomène est à attribuer, d'une part, à l'augmentation de la température de l'air, mais aussi, à la diminution des volumes d'eau parasites qui conduisent à concentrer les rejets d'eaux chaudes sanitaires et ménagères (cuisine, douche, machines à laver...). ►



Source : MÉTÉO-FRANCE [2018].

Figure 2. Hausse des températures en Provence observées et prévues au cours du XXI^e siècle avec trois scénarios d'émission de CO₂ du plus vertueux au plus émissif

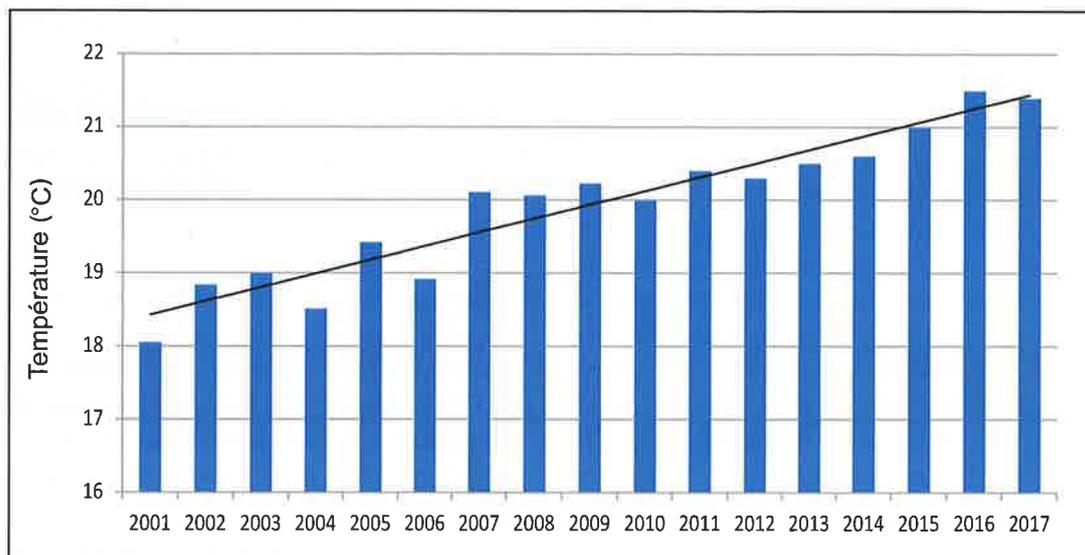


Figure 3. Moyenne annuelle de la température des eaux usées en entrée de la station d'épuration de Marseille

► 2.1. Conséquences sur la production d'hydrogène sulfuré par le système d'assainissement

L'accroissement de la température de l'eau usée ainsi que celle de l'air conduisent à favoriser l'activité des bactéries sulfato-réductrices dans les eaux usées et donc à augmenter la production d'hydrogène sulfuré (H₂S), gaz extrêmement malodorant à l'odeur caractéristique d'œuf pourri. Cet effet est pris en compte par les modèles mathématiques de production de sulfures (Pomero, Fayoux, Thistlethwayte, Parkhurst, cités par SADOWSKI [2005]) pour lesquels une augmentation de 1°C conduit à la production de +7% de sulfures. Ces sulfures vont potentiellement se transformer en H₂S dans les réseaux d'assainissement.

Ainsi, l'augmentation de la température de l'effluent des années 2000 à nos jours est théoriquement responsable d'une augmentation de 21% de la production de sulfures. Les prévisions d'évolution de la température de l'air montrent que cette production de sulfures devrait encore augmenter au moins jusqu'en 2050.

Cette augmentation des températures et de la production d'H₂S se traduit concrètement sur le terrain par celle du nombre de plaintes pour odeurs reçues par le Service assainissement Marseille Métropole (Seramm) depuis les années 2000 (figure 4).

2.2. Les solutions à imaginer

La problématique de l'H₂S et des odeurs a conduit Seramm à constituer un groupe de travail regroupant

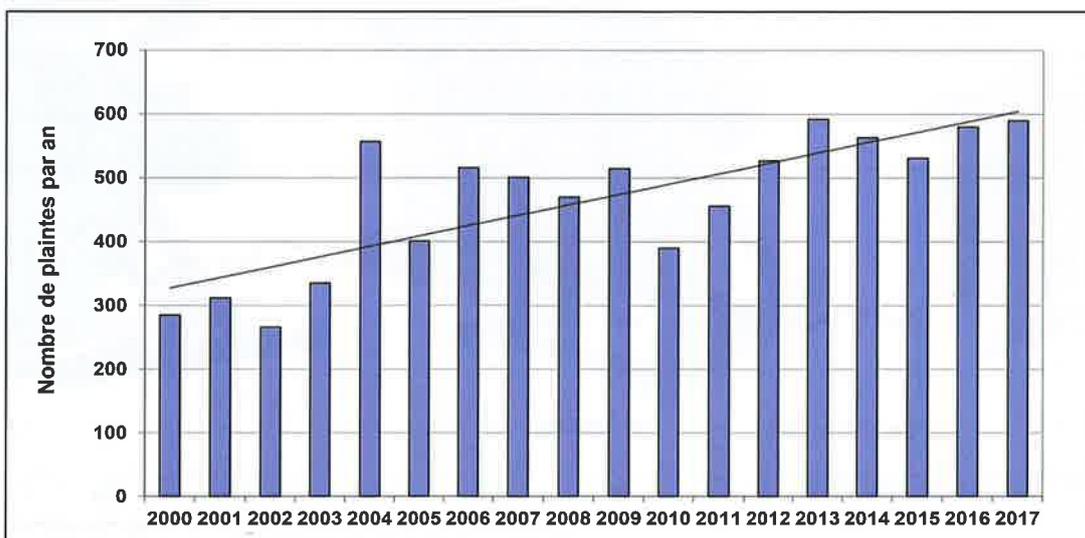


Figure 4. Plaintes pour odeurs reçues par le Service assainissement Marseille Métropole (Seramm) depuis les années 2000

les compétences locales avec celles nationales et internationales du groupe Suez. Après confrontation des retours d'expériences de chacun, une approche globale basée sur de la mesure, de la modélisation et de l'expérimentation vient d'être lancée sur le territoire de Marseille. Dans ce contexte, Seramm a réalisé une cartographie des odeurs et une modélisation suivie de tests numériques de la production et de la remédiation des sulfures à l'échelle du réseau unitaire. Diverses solutions techniques pour diminuer la génération d'odeurs par le réseau d'assainissement sont en cours d'évaluation : ventilation forcée, filtration de l'air, brumisation de neutralisants d'odeurs, apport de nitrate de calcium dans l'eau usée, précipitation des sulfures, dilution des effluents, mise en place de clapets dans les avaloirs... Une stratégie globale à l'échelle de la ville va ainsi être déployée. Ces solutions vont engager de nouveaux budgets, notamment pour assurer leur déploiement et leur fonctionnement dans le temps. Il est à noter que ces aménagements et frais de fonctionnement supplémentaires ne sont pas intégrés dans l'économie des contrats actuels.

3. Évolution du niveau de la mer à Marseille

3.1. Qu'apprend-on des observations passées ?

En se basant sur des relevés océanographiques observés depuis 1700, il ressort que depuis l'époque de la construction du réseau unitaire jusqu'à nos jours, le niveau de la mer Méditerranée a augmenté de 20 cm avec une accélération au fil des années [COULOMB, 2017]. Selon l'Institut espagnol d'océanologie (cité par CHABAROT [2018]) une accélération sensible est à noter depuis le début des années 2000 et, à ce jour, la croissance du niveau de la Méditerranée s'établit à environ 3 mm par an. Ce rythme est confirmé par le marégraphe de Marseille (figure 5) dont les données

sont accessibles sur le site du Service hydrographique et océanique de la marine (SHOM).

3.2. Quelles sont les projections du futur ?

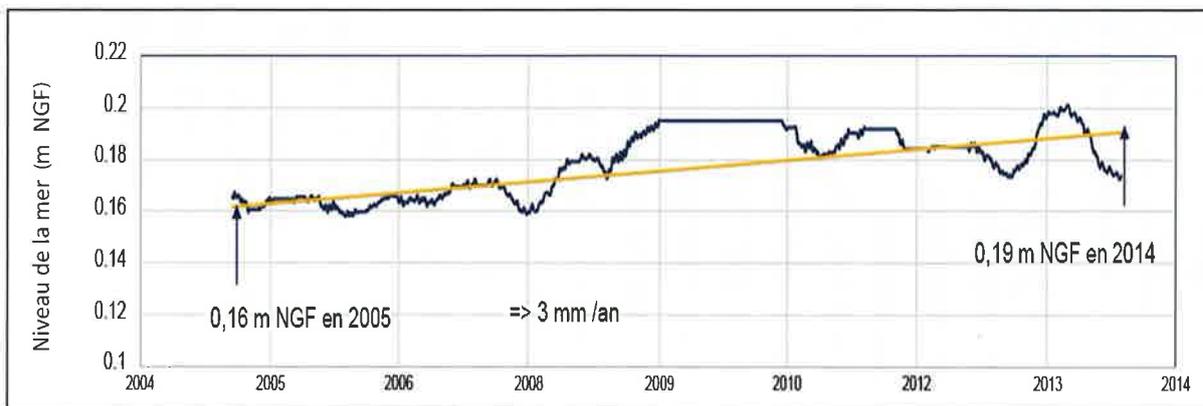
Les prévisions varient d'une étude à l'autre. L'estimation fréquemment citée est celle fournie par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en 2013, soit une élévation de 0,10 à 0,20 m par rapport au niveau actuel d'ici 2050 et de 0,26 à 0,82 m d'ici à la fin du XXI^e siècle, tous scénarios confondus (figure 6). D'après l'Institut espagnol d'océanologie (cité par CHABAROT [2018]), si la tendance observée ces dernières années devait se confirmer, cela conduirait à une augmentation de 10 cm en 2050 par rapport à la cote actuelle.

Par conséquent, en 2050, le niveau devrait s'établir au minimum à +30 cm au-dessus de la cote qui préexistait à la fin du XIX^e siècle, au moment de la construction du réseau unitaire et de ses déversoirs.

3.3. Conséquences sur les déversoirs du réseau d'assainissement de Marseille

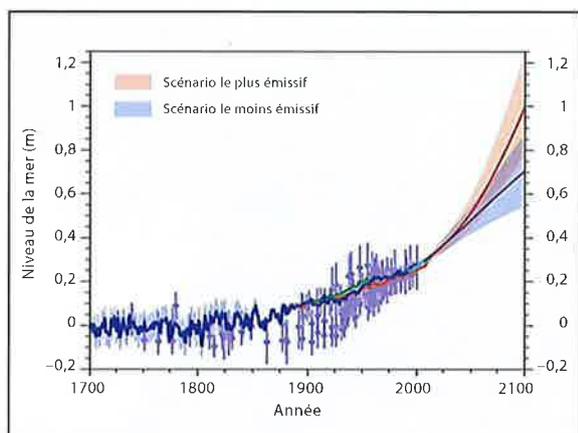
Les déversoirs du réseau unitaire ont été calés, à l'époque de sa construction, au-dessus des plus hautes eaux à la cote +0,40 m NGF. Le niveau de la mer ayant augmenté de 20 cm en 120 ans, les plus hautes eaux sont donc aujourd'hui à la cote +0,60 m NGF.

Par conséquent, lors de régimes atmosphériques dépressionnaires, cela conduisait à l'entrée massive d'eau de mer chargée en chlorures dans le réseau d'assainissement unitaire. Avant la construction de l'étage biologique de la station d'épuration, ces entrées d'eaux salées n'avaient que peu de conséquences. Par contre, après 2007, elles faisaient peser le risque de contrarier le bon fonctionnement des biofiltres, et donc de dégrader la capacité d'épuration. ►



NGF : nivellement général de la France.

Figure 5. Évolution du niveau moyen de la mer Méditerranée mesuré à Marseille entre 2005 et 2014



Source : MÉTÉO FRANCE [2018].

Figure 6. Évolution du niveau de la mer depuis 1700 et prévisions jusqu'en 2100

► 3.4. Les travaux engagés

Ce phénomène de montée du niveau de la mer a conduit Seramm, en accord avec la métropole, à rehausser les déversoirs de 20 cm pour les mettre à la cote +0,60 m NGF en 2010 afin d'apporter un nouveau niveau de protection (figure 7).

Mais cette protection n'est que temporaire car, d'après les prévisions, il faudra à nouveau remonter les déversoirs de 10 cm en 2050 et de bien plus au-delà. Donc malgré les travaux déjà réalisés, le réseau d'assainissement va lentement continuer à « embarquer » de plus en plus d'eau de mer.

Par ailleurs, comme l'illustre la figure 8, les marges de rehausse supplémentaires des ouvrages sont parfois réduites si l'on veut préserver leurs capacités de déversement par temps de pluie. Par conséquent, de nouvelles solutions sont à imaginer pour un futur relativement proche.

3.5. Les solutions à imaginer

Pour augmenter le niveau de protection contre les entrées d'eau de mer, tout en ne diminuant pas la capacité de déversement des ouvrages par temps de pluie, diverses solutions sont à l'étude : rehausses fixes, rehausses mobiles, vannes motorisées, clapets hydromécaniques, stations de pompage, et enfin reprises de génie civil.

Conclusion

En conclusion, les effets de l'évolution du climat se traduisent à Marseille par une augmentation des températures et par une élévation du niveau de la mer. Les conséquences sur le système d'assainissement de Marseille se font ressentir sur la génération de mauvaises odeurs et sur l'entrée d'eau de mer par les déversoirs



Figure 7. Rehausse de 20 cm réalisée sur les déversoirs en 2010

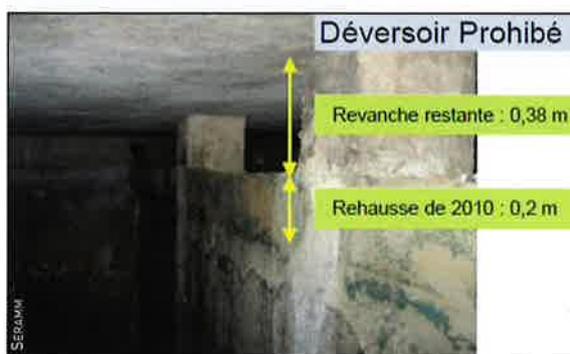


Figure 8. Revanche résiduelle suite à la rehausse sur le déversoir Prohibé

d'orage. Face à ces problèmes, de nouvelles solutions sont à trouver dès aujourd'hui afin de lutter contre ces nuisances et de bien préparer l'avenir. Pour cela, la Métropole Aix-Marseille-Provence, Seramm et Suez Eau France regroupent leurs compétences et se sont lancés dans une démarche pragmatique de mesures, de modélisation et de test de solutions. De nouvelles pratiques, de nouveaux montages financiers seront nécessaires pour s'adapter à ces changements.

Bibliographie

MÉTÉO FRANCE (2018) : *Climat HD : le climat passé et futur en France (1900 à 2100)*. Disponible en ligne : www.meteo-france.fr/climat-passe-et-futur/climathd

COULOMB A. (2017) : *Le marégraphe de Marseille. De la détermination de l'origine des altitudes au suivi des changements climatiques - 130 ans d'observation du niveau de la mer*. Paris : Presses des Ponts, 638 p.

CHABAROT P. (2018) : *Augmentation du niveau de la mer Méditerranée : accélération du rythme depuis dix ans*. Disponible en ligne : www.notre-planete.info/actualites/2759-augmentation_niveau_mer_Mediterranee

SADOWSKI A.G. (2005) : *Synthèse sur l'hydrogène sulfuré et son traitement*. Rapport interne du laboratoire École nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg (Enges), 22 p.