

# QUALITE DES EAUX (5 STATIONS) ET PROFILS DE SONDRE (33 STATIONS)

RAPPORT POUR L'ETAT INITIAL EN VUE DE L'IMPLANTATION D'UNE CENTRALE THALASSOTHERMIQUE AU NIVEAU DE LA CROISSETTE A CANNES

17/01/2024



RESULTATS DES MISSIONS REALISEES LE 09 ET LE 22/11/2023



## REVISIONS

Version	Date	Description	Auteurs	Relecteur
1.1	17/01/2024	Première révision	Lucie MALATRAIT	Quiterie CHAPERON

## COORDONNEES

Siège social	Responsable d'affaire
setec énergie environnement	Quiterie CHAPERON Chargée de projet
Immeuble Central Seine 42 - 52 quai de la Rapée - CS 71230 75583 PARIS CEDEX 12 FRANCE	15 rue Mirabeau 83000 Toulon FRANCE
Tél +33 1 82 51 55 55 Fax +33 1 82 51 55 56 environnement@setec.fr www.setec.fr	Tél. +33 4 13 29 09 57 Mob : +33 7 60 82 21 82 quiterie.chaperon@setec.com

## 1. INTRODUCTION

Engie a reçu une délégation de service public de la part de la communauté d'agglomération de Cannes Pays de Lérins (CACPL) pour mettre en place un réseau de chaleur et de froid alimenté par une centrale de thalassothermie sur le secteur de la croisette. Le projet consiste à mettre en place un réseau de chaleur et de froid alimenté par une centrale thalassothermique à eau de mer. La centrale thalassothermique sera une centrale sous-terraine implantée sous le parc de la Roseraie. La prise et le rejet d'eau de mer seront mis en place au niveau de la digue.

Le parc de la Roseraie et la digue du vallon de la Baume au niveau des ouvrages de prise et de rejet de l'eau de mer feront donc l'objet de travaux de démolition puis seront reconstruits à l'identique. Deux ouvrages de prise seront implantés en mer, au pied de la digue du vallon de la Baume ; l'eau de mer sera amenée gravitairement via deux conduites de diamètre 700mm vers un dégrillage situé dans l'usine puis pompée vers les échangeurs de chaleur. Le rejet du circuit eau de mer s'effectuera ensuite gravitairement via deux conduites de diamètre 700 mm vers deux ouvrages de diffusion, également implantés au pied de la digue du vallon de la Baume.

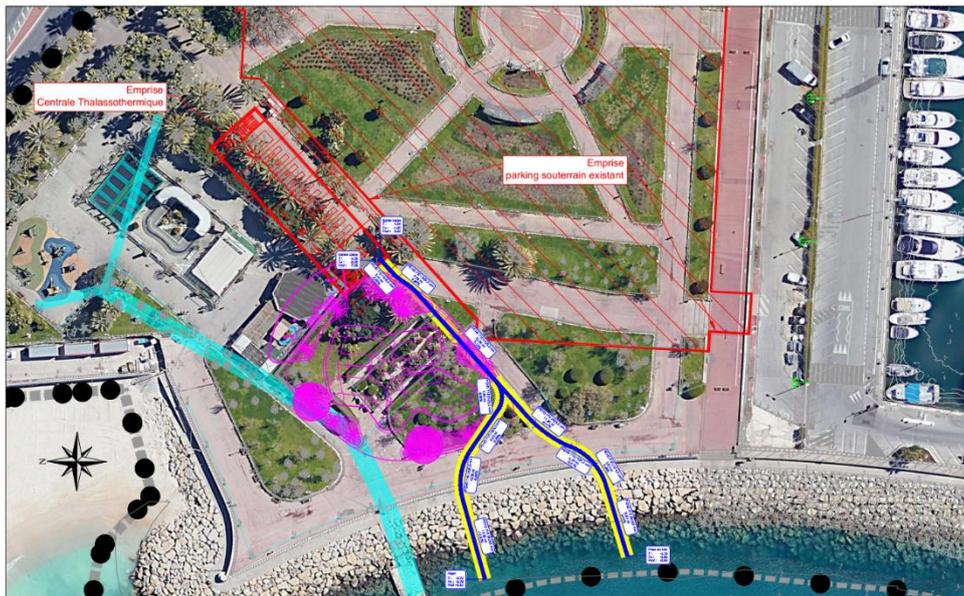


Figure 1 : Schéma du projet d'implantation de la centrale thalasso thermique sous terraine au niveau du Parc e la Roseraie à Cannes

Le dispositif est dimensionné pour un différentiel de température de 2°C entre la température maximale de l'eau de mer à 28°C et la température maximale de rejet autorisée à 30°C. Le débit maximal du circuit eau de mer sera de 4000 m<sup>3</sup>/h.

Le projet fait l'objet d'un dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau dont le contenu est fixé par le R-214 du code de l'environnement. Dans ce dossier est demandé une analyse des incidences du projet sur l'environnement. Pour mesurer ces incidences, un état initial de l'environnement doit être réalisé. Dans ce cadre, des prélèvements d'eau et des profils de sonde ont été réalisés pour étudier les paramètres physico-chimiques de l'eau avant la mise en place du projet. Les résultats sont présentés ci-dessous.

## 2. METHODOLOGIE

### 2.1 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Le plan d'échantillonnage comprenait 5 stations de prélèvement d'eau :

- La station E1 est positionnée au niveau de la zone prévue pour la prise d'eau et de rejet en mer de la centrale thalassothermique ;
- La station E2 a été positionnée au sud de l'emplacement du projet, à environ 100m. Les trois autres stations (E3, E4, E5) sont situées à l'ouest du projet, suivant un gradient d'éloignement du projet avec une distance d'environ 100 mètres entre chaque point.

Les stations de prélèvement ont été positionnées de façon à couvrir la zone de dispersion préférentielle du panache thermique selon les projections des experts en hydrodynamisme.

Les coordonnées des stations de prélèvement d'eau sont données dans le tableau et sont positionnés sur la carte ci-dessous :

Tableau 1 : Coordonnées des stations de prélèvement de sédiment réalisées le 08/11/2023

Nom	Latitude	Longitude
E1	7° 1'55.34"E	43°32'42.13"N
E2	7° 1'53.21"E	43°32'39.44"N
E3	7° 1'50.36"E	43°32'43.54"N
E4	7° 1'46.53"E	43°32'45.43"N
E5	7° 1'40.60"E	43°32'48.03"N

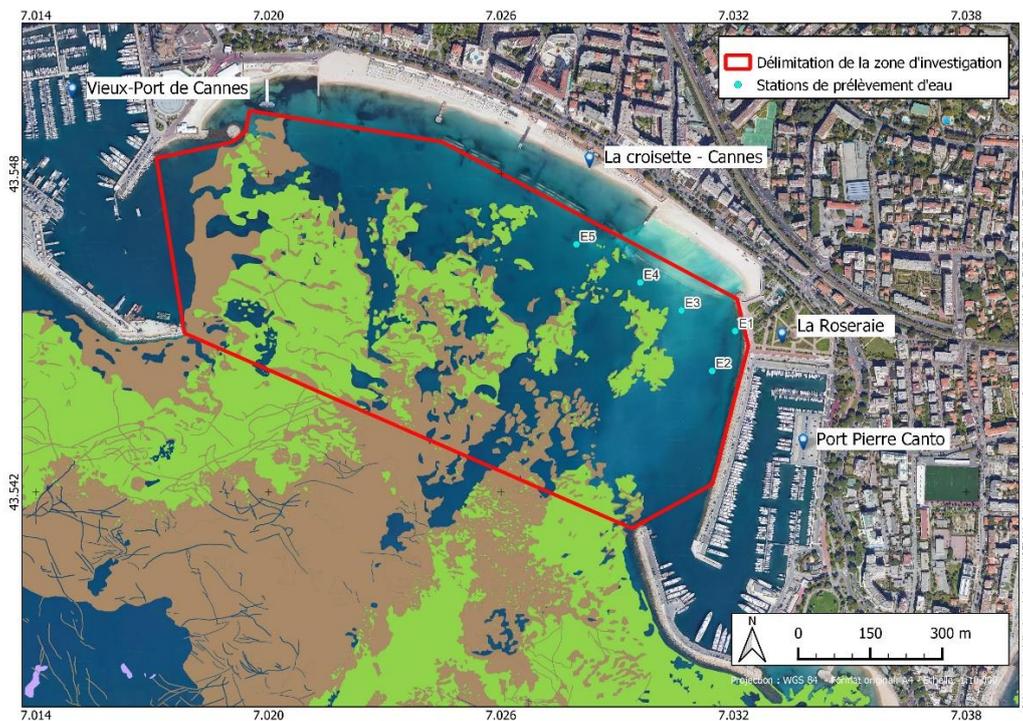


Figure 2: Plan d'échantillonnage du sédiment au niveau de la zone d'étude immédiate

Les prélèvements d'eau ont été réalisés en deux temps. La première campagne de prélèvements a été réalisée le 09/11/2023 et la seconde le 22/11/2023 pour compléter les analyses en E1.

Les traits de sonde ont été réalisés le 09/11/2023 au niveau de 33 stations. Le plan d'échantillonnage est présenté sur la figure ci-dessous.



Figure 3: Plan de déploiement de la sonde multiparamètres

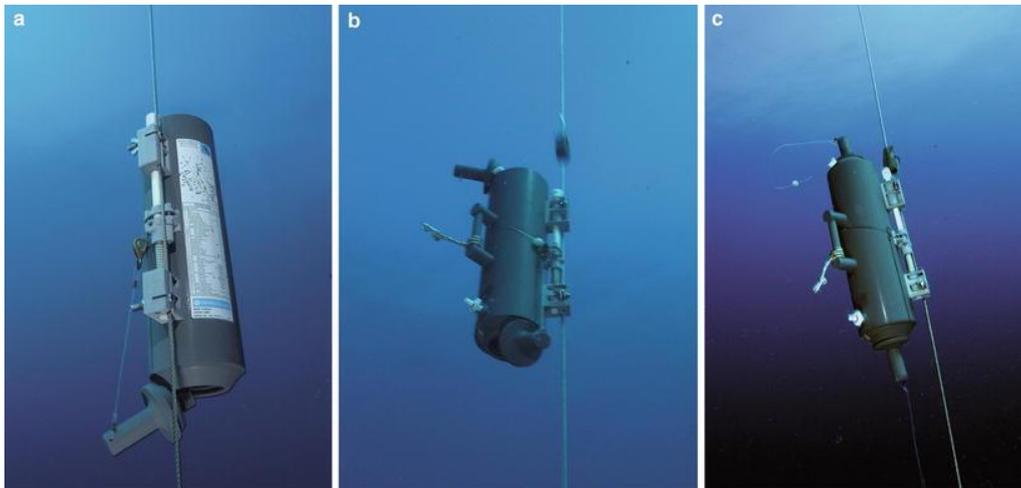
## 2.2 MOYEN NAUTIQUE ET PROTOCOLE

Les prélèvements d'eau ont été réalisés à l'aide d'une bouteille Niskin et les traits de sonde ont été réalisés à l'aide d'une sonde WIMO (©NKE) déployés depuis le navire le **VICTOR 4** de l'entreprise Mare Nostrum.



*Figure 4 : Navire le Victor 4*

La bouteille, descendue en position ouverte, est fermée à la profondeur désirée grâce à un messenger (masselotte métallique envoyée depuis le bateau). L'eau ainsi prélevée a été ramenée à bord et conditionnée dans plusieurs flacons destinés à différentes analyses physico-chimiques.



*Figure 5 : Illustration d'une bouteille Niskin ouverte (à gauche) et fermée (à droite) lors d'un prélèvement d'eau dans la colonne d'eau*

La sonde multiparamètres WIMO a été équipée pour ces missions des capteurs suivants :

- Capteur de salinité
- Capteur de température
- Capteur de turbidité
- Capteur de pression / profondeur



Figure 6 : Illustration d'une sonde multiparamètres WIMO développée par NKE (© NKE)

### 2.3 ANALYSE DES ECHANTILLONS ET ANALYSE DES DONNEES

Les échantillons d'eau ont été analysés par le laboratoire EUROFINs<sup>2</sup>. Ils ont effectué les analyses suivantes :

- Caractéristiques physiques : MES, salinité, pH et O<sub>2</sub> dissous
- Contamination bactérienne : E. coli
- Richesse en nutriments : azote, carbone, phosphore et chlore
- Contamination en métaux : As, Ca, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
- Contamination aux HAP
- Contamination aux hydrocarbures (C10-C40)

Les résultats ont été comparés aux valeurs seuils existantes dans la bibliographie, notamment les valeurs de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) définissant la qualité des masses d'eaux littorales et les valeurs de référence de la qualité des eaux de baignade (ARS).

Pour les concentrations en *Escherichia coli* dans l'eau, des seuils bactériologiques ont été définis par l'Instruction Ministérielle DGS/EA4 no 2013-247 du 18 juin 2013. Décret 2008-990 modifié par instruction de juin 2013.

Tableau 2 : Référentiel eaux de baignade pour la bactériologie (UFC : Unité Formant Colonie)

Paramètres	Unité	Bonne qualité	Qualité moyenne	Mauvaise qualité
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100mL	≤ 100	100 < x < 1000	> 1000

Pour les nitrites, l'ammonium et le phosphore les valeurs seuils disponibles sont celles éditées par la directive-cadre sur l'eau, le 23 octobre 2000, dans la « note relative à la définition du bon état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition), en application de la directive européenne 2000/60/DCE du 23 octobre 2000, à la fin du premier exercice d'inter calibration européen (juillet 2007) ».

<sup>2</sup> Agréé pour l'analyse des sédiments par le ministère de l'Écologie et du Développement Durable et accrédité COFRAC

Les valeurs, exprimées en mg/L, sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Référentiel du bon état des eaux littorales et côtières pour les nutriments (en mg/L)

Seuil	Carbone Organique Dissous	Azote global	Nitrate (NO <sub>3</sub> )	Phosphore total	Nitrite (NO <sub>2</sub> )	Orthophosphate (PO <sub>4</sub> )
Très bon	≤5	≤0,7	<10	0,05	0,1	≤0,03
Bon	<7	]0,7-1,05]	<50	0,2	0,3	]0,03-0,1]
Moyen	<10	]1,05-1,4]	*	0,5	0,5	]0,1-0,14]
Médiocre	<15	]1,4-1,68]	*	1	1	]0,14-0,38]
Mauvais	>15	>1,68	*	>1	>1	>0,38

Pour les concentrations en métaux et en HAP, les teneurs sont comparées aux normes de qualité environnementale (NQE) selon l'Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes de critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

Si la concentration de toutes les substances suivies est inférieure aux NQE, alors les eaux côtières sont estimées en bon état chimique. Si une seule molécule dépasse sa NQE, les eaux côtières n'atteignent pas le bon état chimique.

Tableau 4 : Référentiel d'interprétation des métaux et HAP selon l'Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes de critères d'évaluation de l'état écologique

État bon	État mauvais
< NQE	> NQE

Les valeurs des NQE sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Référentiel du bon état des eaux littorales et côtières pour les métaux et les 16HAP (en µg/L)

	Elément	Bruits de fond géochimiques***	Règlementaire	
			NQE-MA Eaux côtières et de transition *	NQE-CMA Eaux côtières et de transition *
Métaux (µg/L)	Arsenic	3-4	-	-
	Cadmium	0,0001 - 0,11	0,2	0,45
	Chrome	0,16-0,26	-	-
	Cuivre	3-10	-	-
	Mercuré	0,00004 - 0,03	-	0,07
	Nickel	0,15 - 0,7	8,6	34
	Plomb	0,001-0,03	1,3	14
	Zinc	1-10		

<b>HAP (µg/L)</b>	Naphtalène	-	2	130
	Acénaphtène	-	-	-
	Acénaphthylène	-	-	-
	Fluorène	-	-	-
	Anthracène	-	0,1	0,1
	Phénanthrène	-	-	-
	Fluoranthène	-	0,0063	0,12
	Pyrène	-	-	-
	Benzo(a)anthracène	-	-	-
	Chrysène	-	-	-
	Benzo(b)fluoranthène	-	voir benzo(a)pyrene (11)	0,017
	Benzo(k)fluoranthène	-	voir benzo(a)pyrene (11)	0,017
	Benzo(a)pyrène	-	0,00017	0,027
	Dibenzo (ah)anthracène	-	-	-
	Benzo(ghi) pérylène	-	voir benzo(a)pyrene (11)	0,00082
	Indeno(123cd) pyrène	-	voir benzo(a)pyrene (11)	-

MA : moyenne annuelle.

CMA : concentration maximale admissible.

\* Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement

\*\* Circulaire du 07/05/07 définissant les " normes de qualité environnementale provisoires (NQE<sub>p</sub>) " des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau ainsi que des substances pertinentes du programme national de réduction des substances dangereuses dans l'eau. Cette circulaire fixe également les objectifs nationaux de réduction des émissions de ces substances et modifie la circulaire DCE 2005/12 du 28 juillet 2005 relative à la définition du " bon état ".

\*\*\* Concentrations mesurées dans les océans, données mondiales revues dans la littérature (Donat & Bruland 1995 ; Bruland & Lohan 2003)

(11) Pour le groupe de substances prioritaires dénommé " hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) " (n° 28), la NQE pour le biote et la NQE-MA dans l'eau correspondante se rapportent à la concentration de benzo (a) pyrène, sur la toxicité duquel elles sont fondées. Le benzo (a) pyrène peut être considéré comme un marqueur des autres HAP et, donc, seul le benzo (a) pyrène doit faire l'objet d'une surveillance aux fins de la comparaison avec la NQE pour le biote ou la NQE-MA dans l'eau correspondante.

### 3. RESULTATS

#### 3.1 ANALYSES PHYSICO-CIMIQUES DE L'EAU

##### 3.1.1 Analyses bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques dans l'eau sont présentés dans le tableau ci-dessous. L'ensemble des résultats est inférieur au seuil de la directive 2006/7CE de 100 UFC/100mL.

La qualité de l'eau aux 5 stations de suivi est qualifié de bonne, et ne présente pas de contamination en *Escherichia coli*.

Tableau 6 : Résultats des analyses bactériologiques dans les prélèvements d'eau réalisés dans le cadre du projet (UFC/100 mL)

Elément	E1	E2	E3	E4	E5	Qualité eau de baignade		
						Bon	Moyen	Mauvais
<i>Escherichia coli</i>	<15	15	<15	<15	15	≤ 100	100 < x ≤ 1000	>1000

##### 3.1.2 Analyses physico-chimique

Les teneurs en nutriments mesurées au niveau de chaque station sont présentées dans le Tableau 7 ci-dessous. Elles témoignent d'une qualité de l'eau catégorisée comme bonne à très bonne sur l'ensemble des stations suivies.

Il n'existe pas de valeur seuils dans la DCE pour les concentrations en chlore libre et total, ainsi que pour les matières en suspension, les chlorures et les sulfates. Néanmoins, les stations présentent des teneurs similaires qui peuvent être considérées comme globalement normales pour le milieu.

Tableau 7 : Résultats d'analyses des nutriments dans les prélèvements d'eau réalisés dans le cadre du projet

Elément	E1	E2	E3	E4	E5	Valeurs seuils réglementaires					
						Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	
Nutriments (mg/L)	Azote global	0,15	0,20	0,09	0,07	0,09	0,7	1,05	1,4	1,68	>1,68
	Ammonium	0,018	0,004	0,004	0,002	0,002	-	0,5	-	-	>0,5
	Nitrites	0,008	0,006	0,005	0,005	0,005	-	0,3	-	-	>0,3
	Chlore libre	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	-	-	-	-	-
	Chlore total	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	-	-	-	-	-
	Chlorures	21200	21400	21700	21600	21600	-	-	-	-	-
	Nitrates	0,06	0,07	0,06	0,05	0,07	-	10	50	-	>50
	Orthophosphates	0,01	0,02	0,03	0,03	0,10	0,03	0,1	0,14	0,38	>0,38
	Sulfates	3190	2920	2960	2870	2900	-	-	-	-	-
	Carbone Organique Total	1,20	2,40	1,10	0,96	1,10	5	7	10	15	>15



Benzo(a)anthracène	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-
Chrysène	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-
Benzo(b)fluoranthène	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	voir benzo(a)pyrene	0,017
Benzo(k)fluoranthène	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	voir benzo(a)pyrene	0,017
Benzo(a)pyrène	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,00017	0,027
Dibenzo (ah)anthracène	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-
Benzo(ghi) pérylène	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	voir benzo(a)pyrene	0,00082
Indeno(123cd) pyrène	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	voir benzo(a)pyrene	Sans objet
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-

## 3.2 PROFILS DE SONDE

### 3.2.1 Profondeur

Les profils de sonde réalisés sur les 33 stations montrent une profondeur comprise entre 0 et 9 mètres sur les zones qui pourraient être concernées par le panache thermique d'après les experts en hydrodynamique. Les profondeurs mesurées sur les différents profils sont présentées dans la figure ci-dessous.

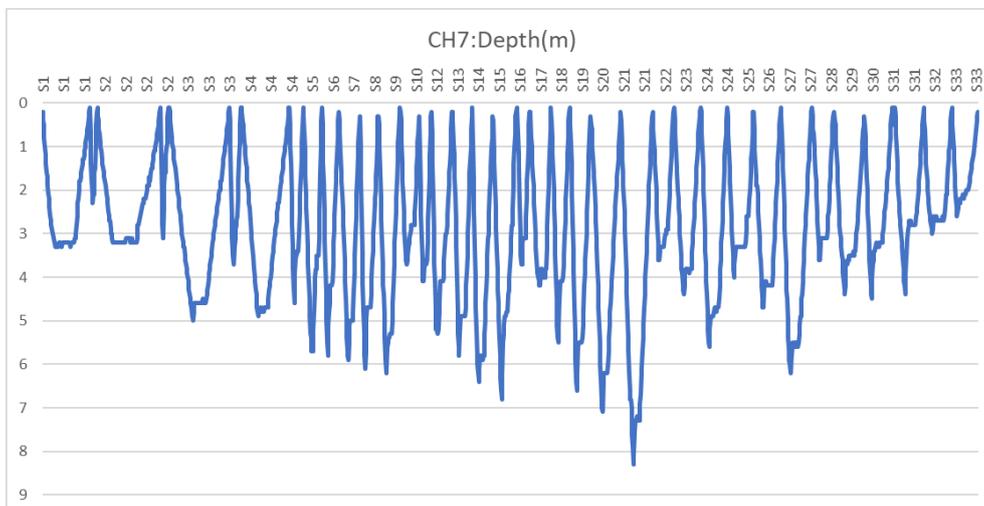


Figure 7 : Profondeurs mesurées lors des profils de sonde.

### 3.2.2 Salinité

Les profils de sonde réalisés sur les 33 stations montrent une salinité comprise entre 37,83 et 39,66 PSU le 09/11/2023 dans la baie de Cannes. Les résultats des profils sont présentés dans la figure ci-dessous.

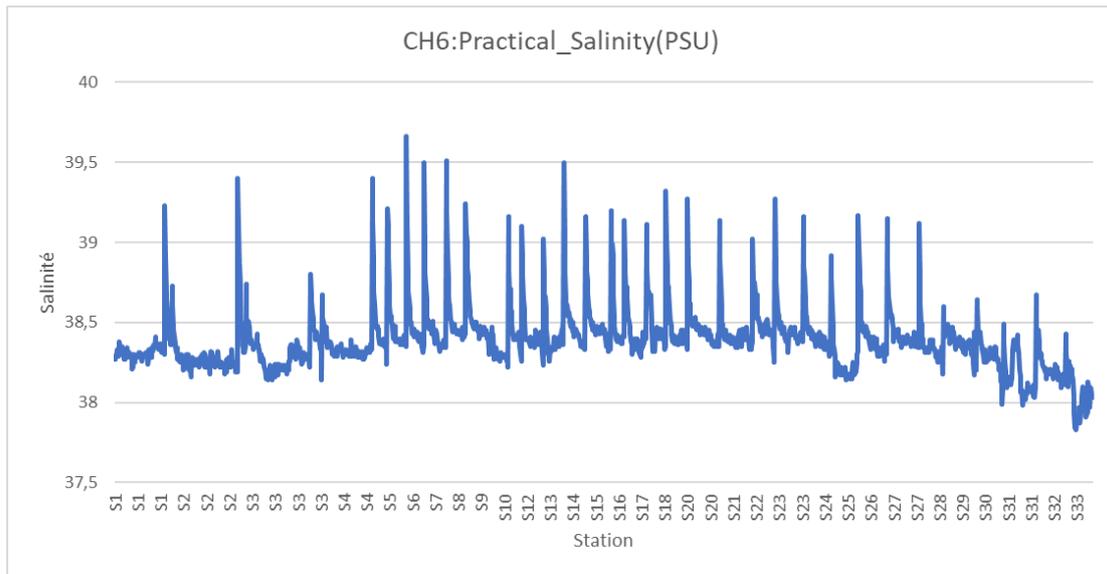


Figure 8 : Salinité mesurée lors des profils de sonde.

La variabilité observée ne semble pas liée à la profondeur mais varie en fonction du positionnement des stations. Les stations S31, S32 et S33 semblent afficher des salinités légèrement plus faible que les autres stations. La moyenne des mesures de salinité par station est présentée sur le graphique ci-dessous.

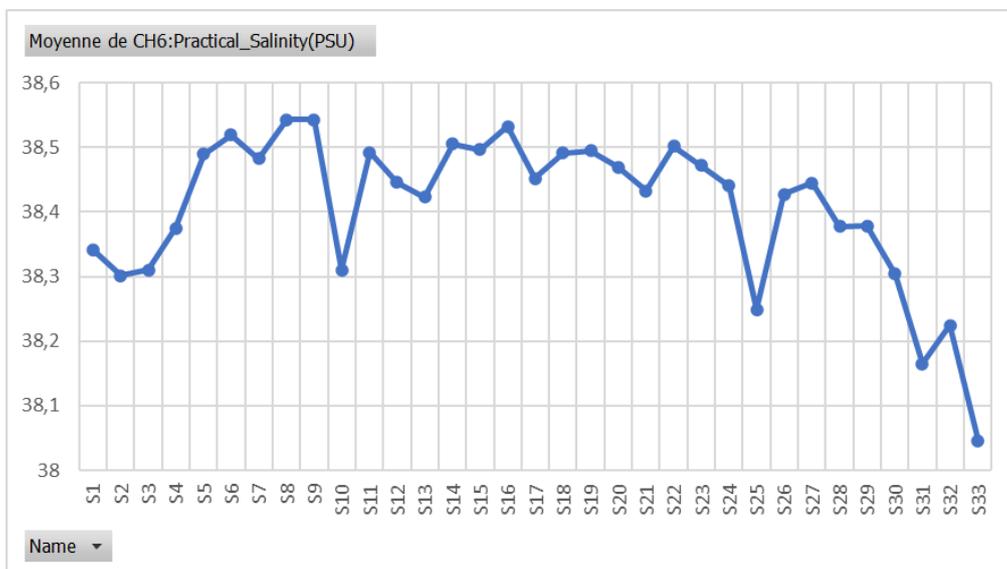


Figure 9 : Moyenne des salinités mesurées par station

La Méditerranée est considérée parmi l'un des bassins océaniques les plus salées avec des salinités de surface qui varient entre 35 et 39 psu selon un gradient Est-Ouest<sup>3</sup>. Plusieurs facteurs peuvent influencer cette variation de salinité et notamment les apport d'eau douce par les fleuves ou les rejets humains (rejets pluviaux, de STEP ou rejets industriels).

<sup>3</sup> Zweng et al, 2019

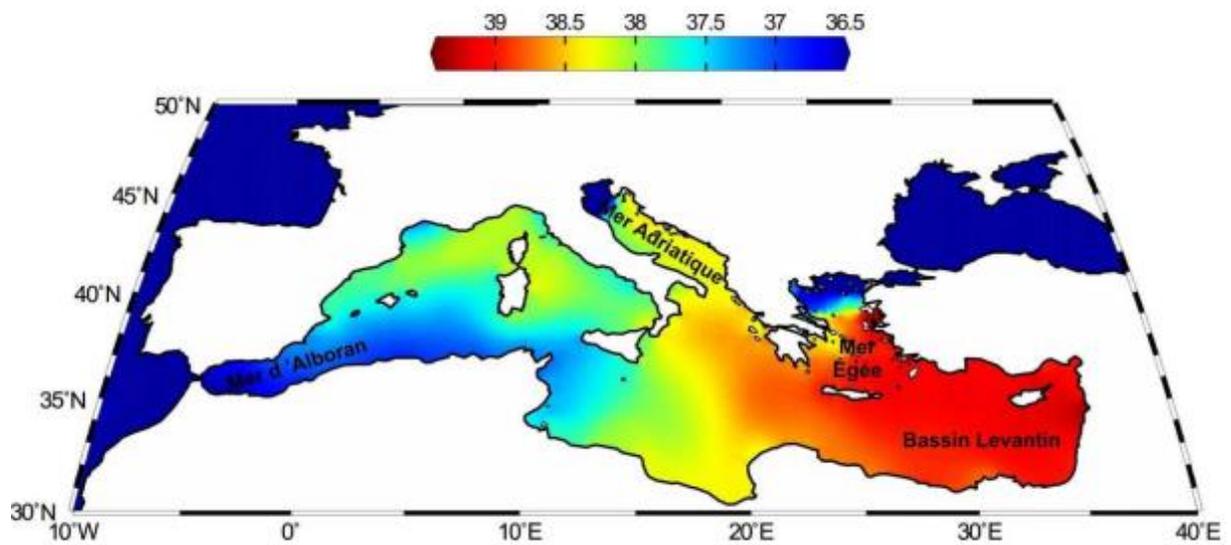


Figure 10 : Distribution spatiale de la salinité moyenne annuelle en Méditerranée <sup>1</sup>

Avec une salinité moyenne de 38,4 PSU au global sur nos échantillons, la salinité est cohérente avec les modèles de distribution moyenne en Méditerranée et la tendance va plutôt vers des valeurs hautes (jusqu'à 39,66).

### 3.2.3 Température

Les profils de sonde réalisés le 09/11/2023 sur les 33 stations montrent une température comprise entre 14,23 et 16,22°C dans la baie de Cannes. Les résultats des profils sont présentés dans la figure ci-dessous.

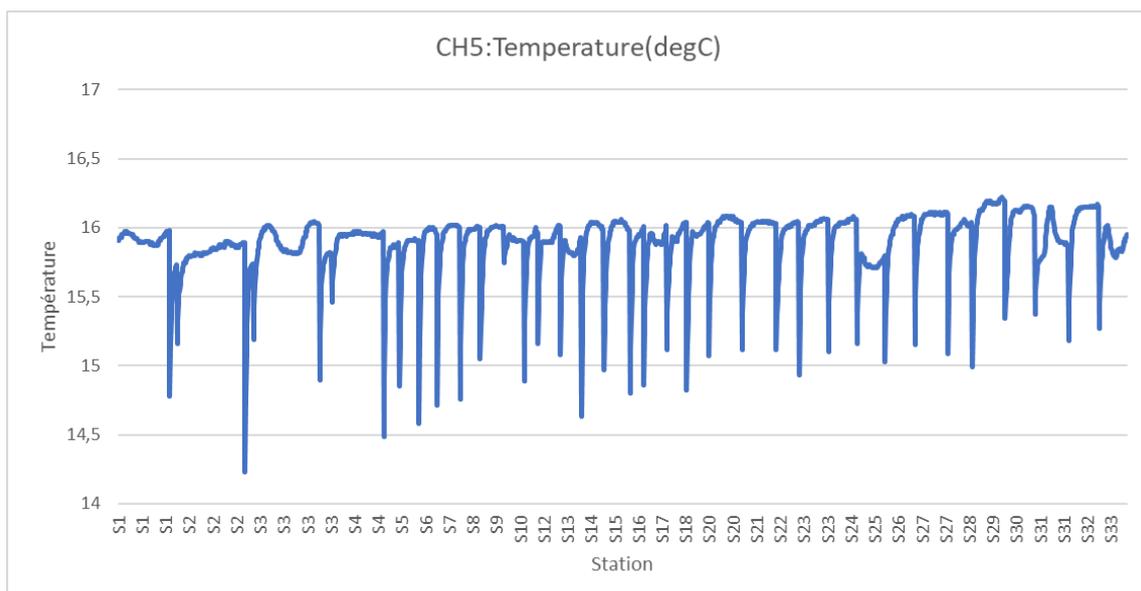


Figure 11 : Température mesurée lors des profils de sonde.

Il y a donc une variation de 2°C entre les différentes profondeurs et les différentes stations. La projection de la température en fonction de la profondeur permet de mettre en évidence que cette variabilité est essentiellement présente dans les 2 premiers mètres. La température semble se stabiliser entre 15,5°C et 16,2°C entre 2 et 8.2 mètres de profondeur d'après la figure suivante.

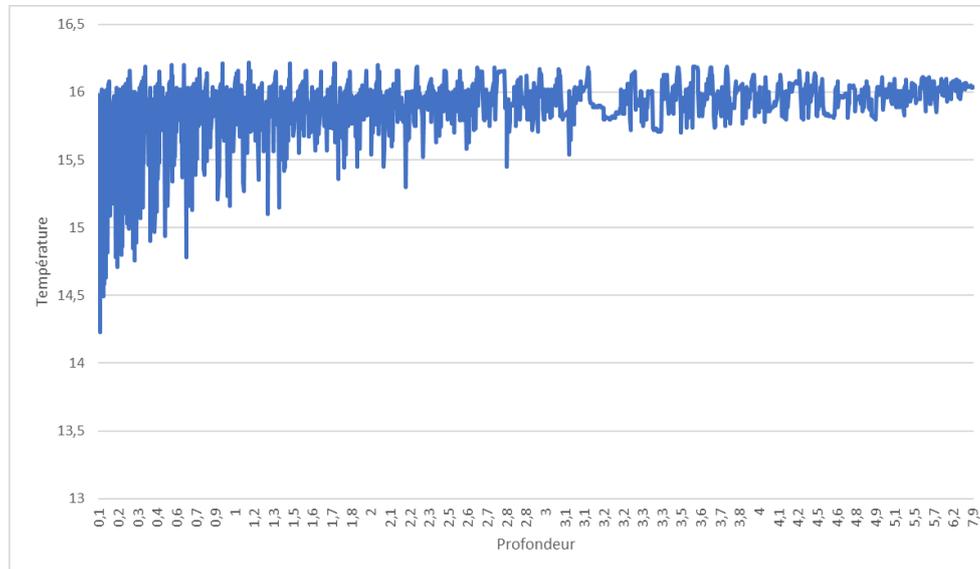


Figure 12 : Température en fonction des profondeurs mesurées

La thermocline qui correspond à la bande étroite séparant les eaux superficielles chaudes des eaux profondes froides ne devrait pas être observée sur la zone d'étude. En effet, bien qu'elle soit saisonnière, en été, la température de l'eau est constante jusqu'à 20 mètres de profondeur environ puis elle baisse rapidement et se stabilise ensuite à 13°C. Quand arrive l'automne, les eaux de surface se refroidissent et leur densité augmente. Elles s'enfoncent, se mélangent alors aux eaux profondes et la température s'homogénéise sur toute la profondeur. La thermocline disparaît alors. Elle se reforme dès que les eaux de surface se réchauffent au printemps. Les zones concernées par la dispersion du panache thermique sont à des profondeurs trop faibles (<10 m) pour voir apparaître la thermocline l'été.

#### **4. CONCLUSION**

Aucune contamination chimique de l'eau n'a été mise en évidence d'après les analyses des prélèvements d'eau réalisés en novembre 2023 sur la zone du projet. Les paramètres physiques sont cohérents avec les valeurs usuelles mesurées sur le littoral méditerranéen. Aucune particularité n'a été mise en évidence sur la zone.