

NARBONNE-PLAGE
MISE EN DEFENS ET VALORISATION
DE LA ZONE HUMIDE DU CRENEAU NATUREL
ETUDE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE



8 août 2024

TABLE DES MATIERES

1. Contexte de l'étude.....	2
1.1. Site d'étude.....	2
1.2. Objectifs du volet hydrologique de l'étude.....	2
2. Description du site d'étude	3
2.1. Cadre géographique – évolution historique.....	3
2.2. Contexte hydrologique	11
2.3. Contexte climatique	15
2.4. Cadre géologique.....	17
3. Mesures in situ	23
3.1. Mesures physico-chimiques	23
3.2. Mesure des débits	31
4. Interprétation des résultats.....	35
4.1. Fonctionnement hydrique de la zone humide	35
4.2. Durabilité hydrologique de la zone humide	37
5. Fiches actions proposées.....	40

1. Contexte de l'étude

1.1. Site d'étude

La commune de Narbonne possède, sur le créneau naturel de Narbonne-Plage, des parcelles identifiées en zones humides et ceinturées de dunes en formation. Au voisinage de cette zone, un parking engravé est lui-même entouré de talus plus ou moins végétalisés.

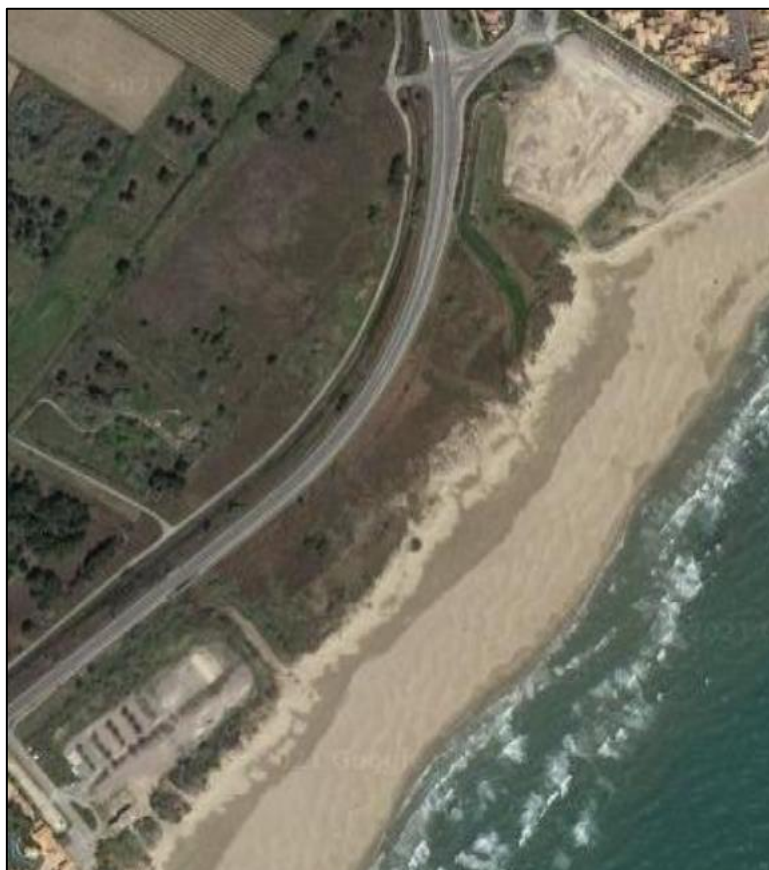


Figure 1 : Vue aérienne du site d'étude

Le projet de la ville de Narbonne vise à protéger cette zone d'intérêt écologique, reconquérir le fonctionnement hydrologique et préserver la biodiversité du créneau naturel de Narbonne-Plage.

La zone d'étude s'étend des limites du parking du créneau naturel (côté Nord) jusqu'au parking du Languedoc (côté Sud) et intègre son bassin d'alimentation. Les parcelles concernées sont les suivantes : 262 BS 20, 262 BS 28 et 262 BR 35.

1.2. Objectifs du volet hydrologique de l'étude

Une étude du fonctionnement hydrologique du secteur devait être réalisée, intégrant la caractérisation des écoulements d'eau depuis le bassin versant, la circulation de l'eau dans la zone humide, et le lien avec la mer. L'aspect conservatoire et la restauration des flux d'eau douce étaient à étudier, ainsi que la fonction biogéochimique de la zone (pouvoir filtrant, dépôts sédimentaires ou sableux).

2. Description du site d'étude

2.1. Cadre géographique – évolution historique

La zone humide étudiée se trouve en bordure de la mer Méditerranée, au pied du massif de La Clape (Figure 2), et plus précisément entre la voie rapide Gruissan-Narbonne et la plage (Figure 3).

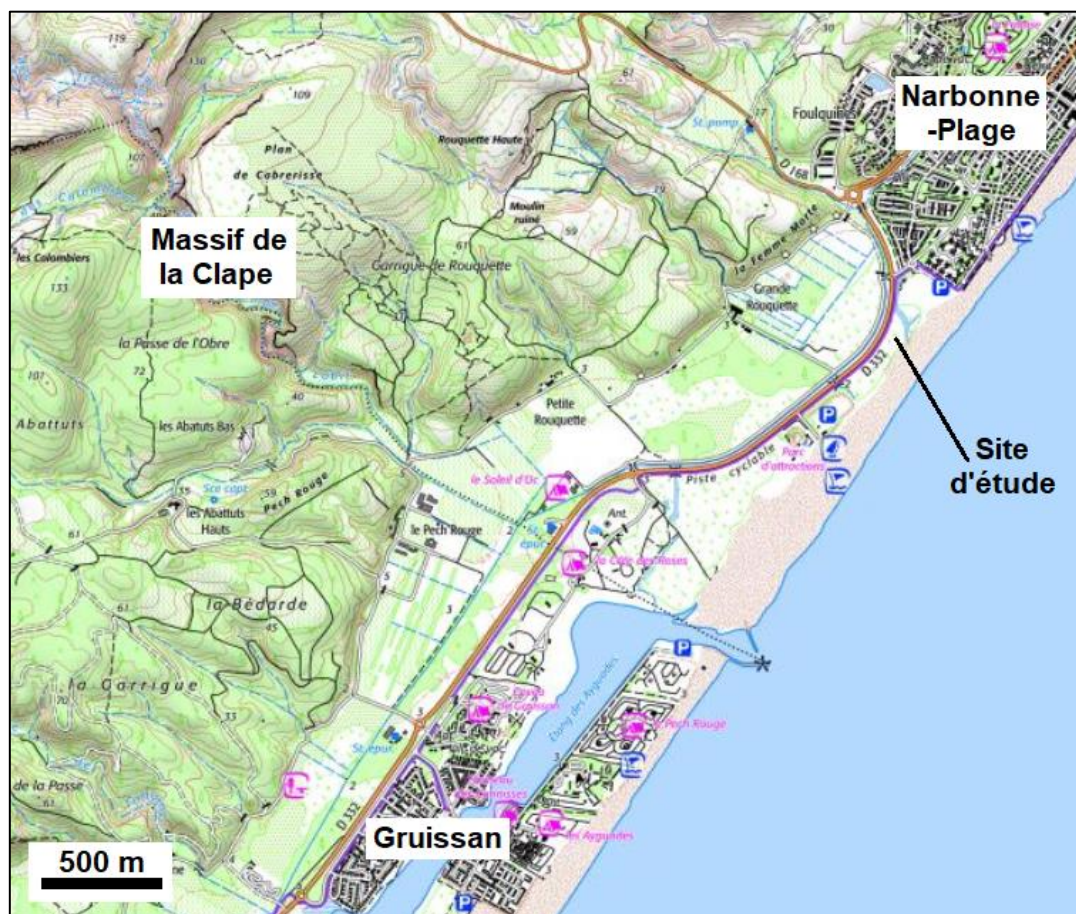


Figure 2 : Localisation du site d'étude sur fond de carte IGN

La zone se situe sur le territoire de la commune de Narbonne, au Sud du quartier littoral de Narbonne-Plage (Figure 2), entre le parking du créneau naturel au Nord et celui du Languedoc au Sud (Figure 3).

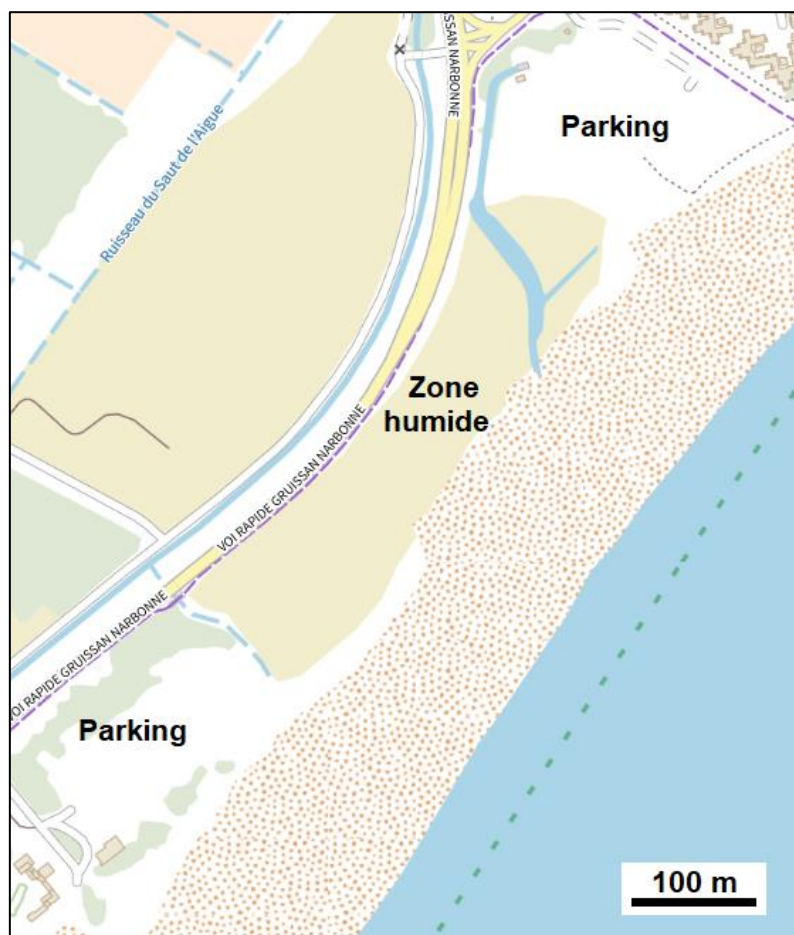


Figure 3 : Contexte local du site d'étude sur fond de carte IGN

Il s'agit d'une zone humide fortement anthropisée dont l'existence est récente et a bénéficié des nombreux aménagements ayant eu lieu dans ce secteur, dont plus particulièrement :

- la construction de la voie rapide Narbonne-Gruissan (vers 1974),
- la réalisation des parkings (années 1970 pour le parking Sud et années 1990 pour le parking Nord),
- le creusement du canal d'évacuation des eaux pluviales de Narbonne-Plage (vers 2007).

Les photographies aérienne IGN présentées aux figures suivantes résument l'évolution historique du secteur et la mise en place de la zone humide.

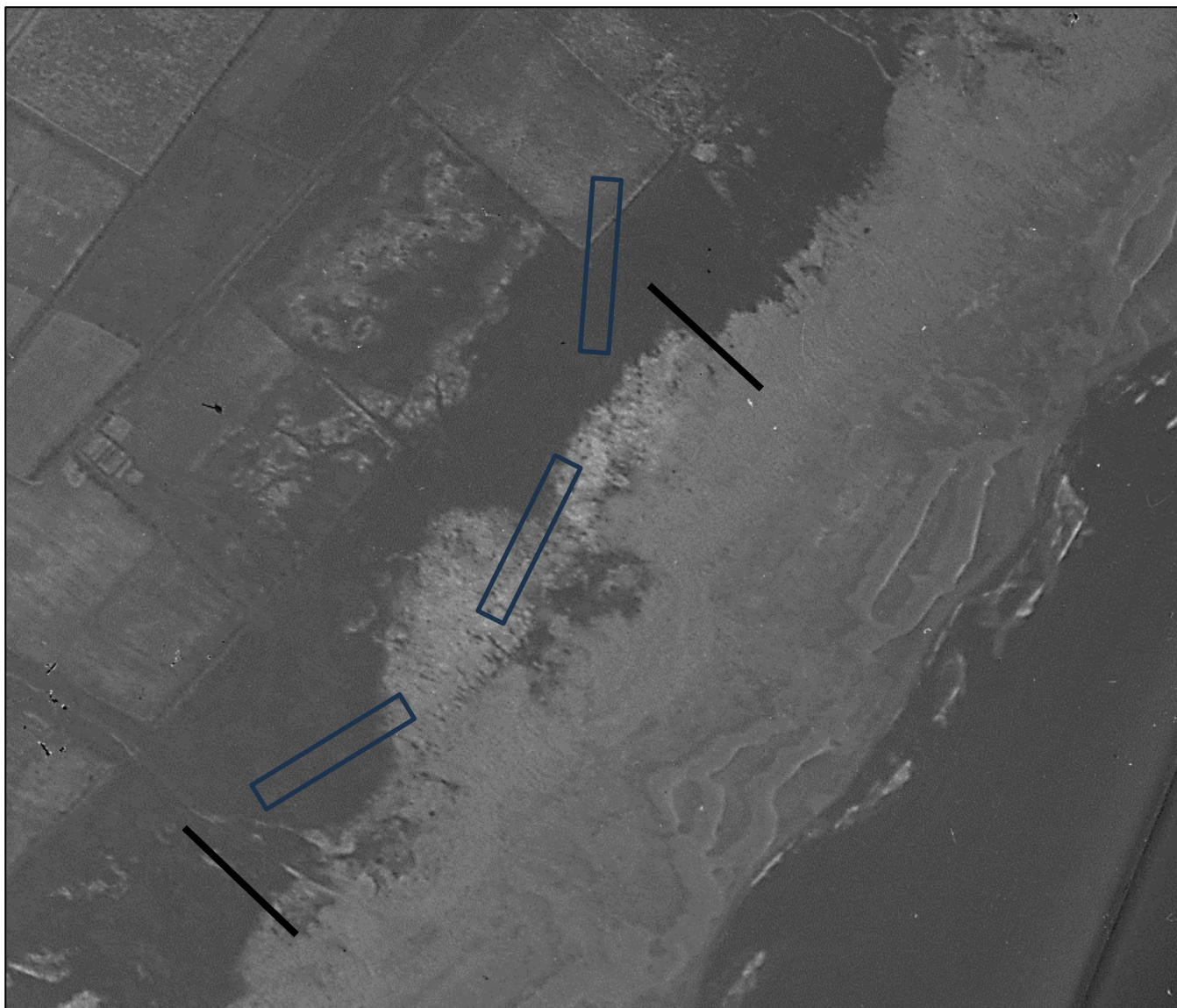


Figure 4 : Photo aérienne IGN de 1935 (en noir et blanc)

Les rectangles indiquent l'emplacement de la voie rapide créée vers 1974 et les traits noirs les limites Nord et Sud de l'actuelle zone humide. Cette photo de 1935 montre qu'à cette époque-là une partie importante de la plage était submergée en marée haute, avec d'importantes flaques de mer allongées sur l'estran. L'actuelle zone humide était une plage sableuse peu végétalisée.

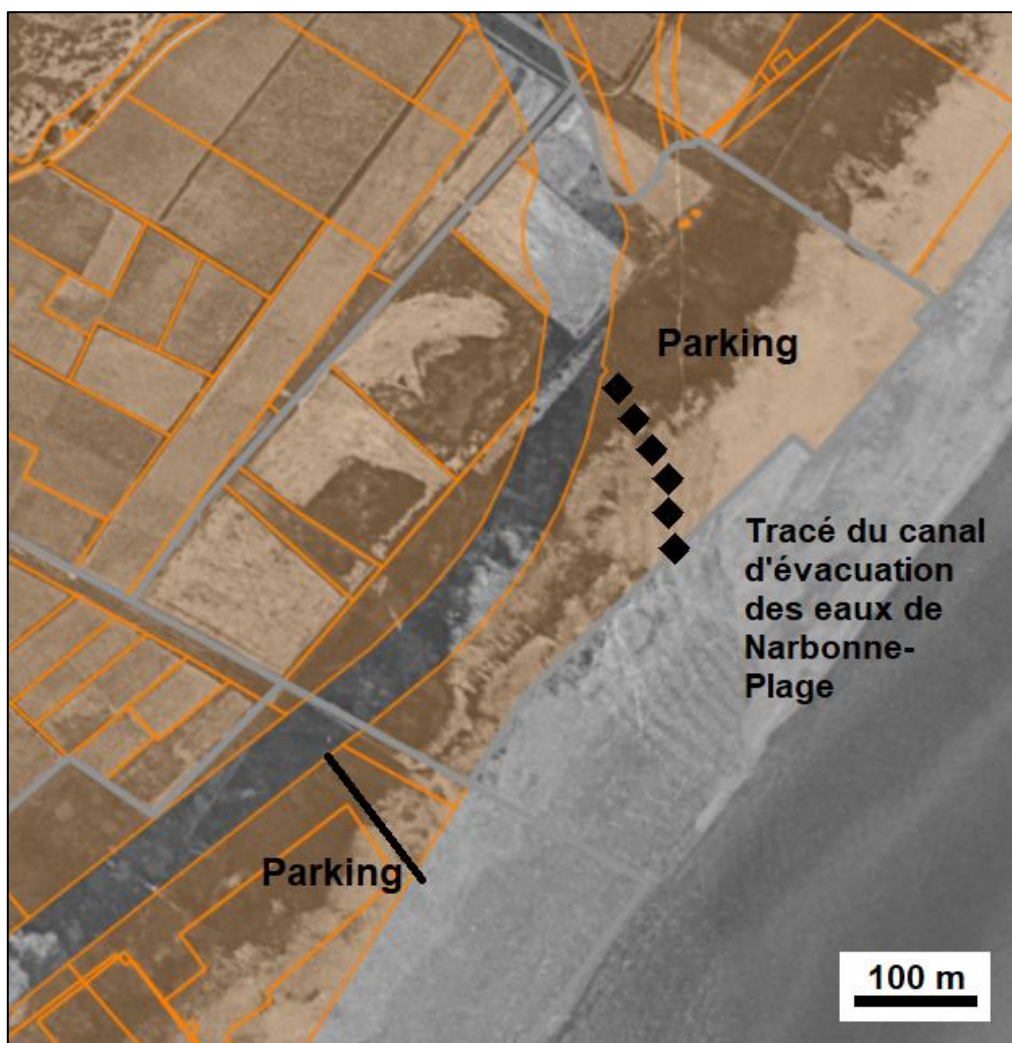


Figure 5 : Photo aérienne IGN de 1961 (en noir et blanc ; d'après le site internet 'geoportail')

La superposition du cadastre actuel permet de voir le tracé de la voie rapide (construite vers 1974). Les losanges indiquent quant à eux la position du canal d'évacuation des eaux pluviales de Narbonne-Plage. Cette photo de 1961 montre la faible végétalisation du secteur à cette époque-là. La zone correspondait à une plage de sable avec quelques dunes.



Figure 6 : Photo aérienne IGN de 1962 (en infrarouge noir et blanc)

Les rectangles indiquent le tracé de la voie rapide. Cette photo montre l'absence de zones en eau dans le secteur (les zones en eau ressortent en noir sur les photos en infrarouge N&B). Une zone d'émergence de nappe (en gris foncé) semblait prendre place en position haute de la plage, en particulier à l'Ouest de l'actuelle voie rapide et au niveau du parking (Nord) du créneau naturel.



Figure 7 : Photo aérienne IGN de 1979

La voie rapide est réalisée ainsi que l'aménagement de la zone du Languedoc au Sud de la zone étudiée. La photo montre que l'actuelle zone humide ne présentait pas de réels plans d'eau à cette époque et servait (dans sa partie Nord) de lieu de dépôt (vraisemblablement du sable d'excavation des fondations de construction). Ces dépôts se sont depuis lors végétalisés et isolent l'actuelle zone humide de la plage.

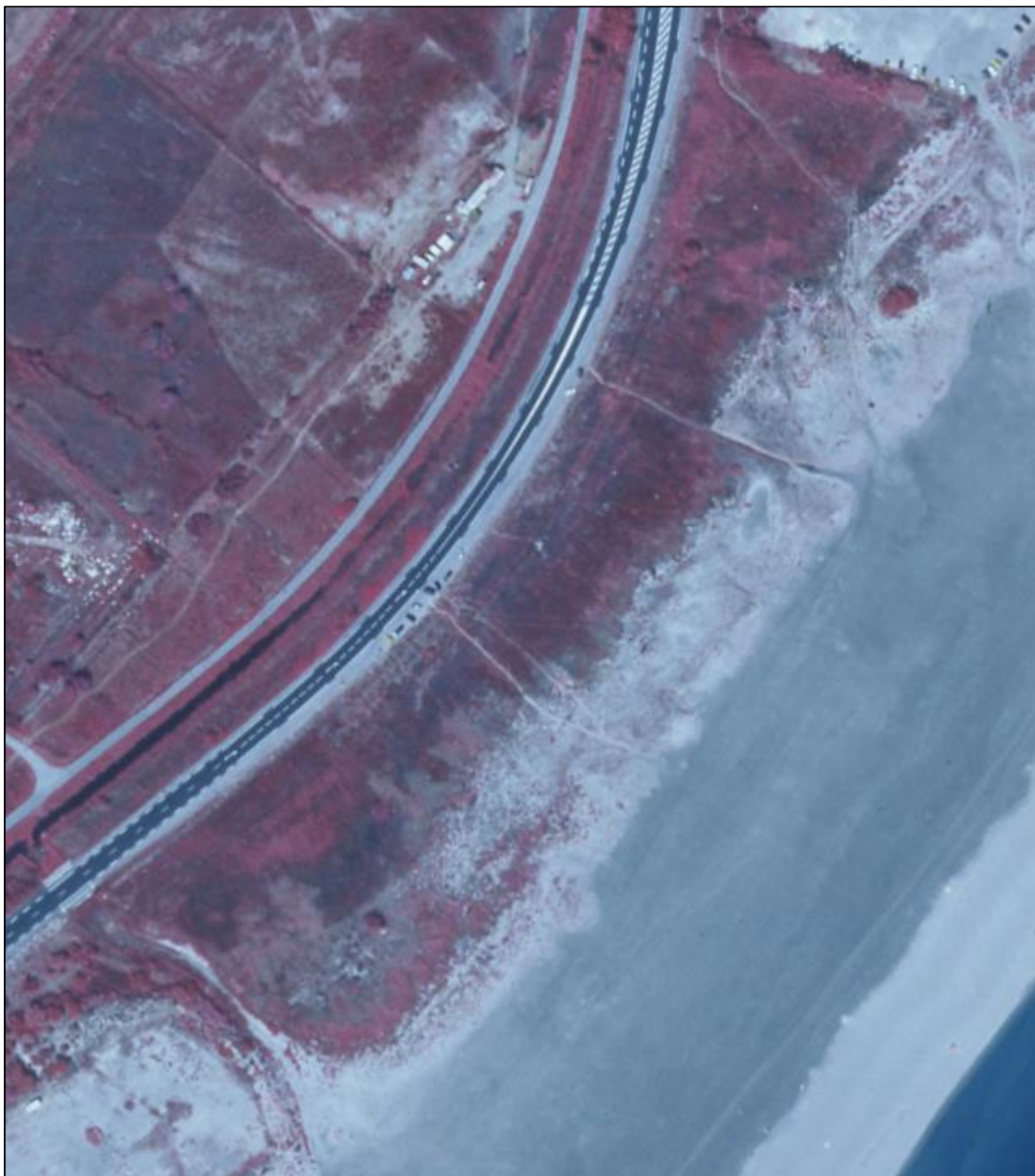


Figure 8 : Photo aérienne IGN de 1999 en infrarouge couleur

La végétation ressort en rouge sur cette photo infrarouge couleur, les zones humides en gris bleu foncé, et les zones en eau en gris noir. La photo montre que les zones humides (en gris bleu foncé) sont principalement situées dans la partie Sud de la zone étudiée, et dans la partie centrale le long de la voie rapide. Ces zones semblent situées en aval des précédentes zones d'émergences de nappe observées sur la Figure 6. La construction de la voie rapide semble avoir déplacé les zones d'émergence de la nappe un peu plus vers la plage.

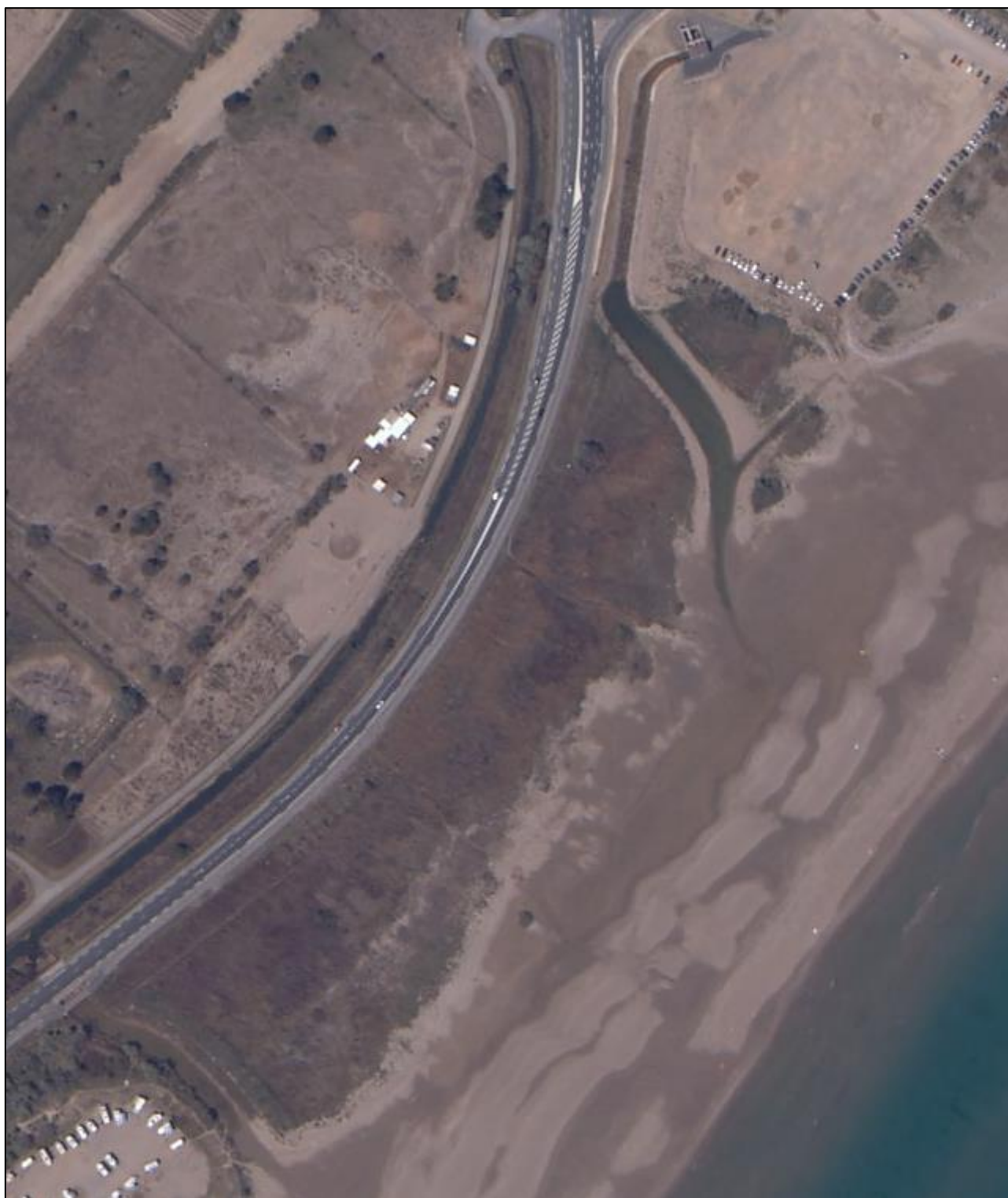


Figure 9 : Photo aérienne IGN de 2008

Cette photo montre le canal creusé servant à l'évacuation des eaux pluviales de Narbonne-Plage. On remarque aussi l'apparition de zones humides, en particulier du côté Nord du fait de la topographie artificielle engendrée par les précédents dépôts anthropiques de sable (Figure 7) et la formation de dunes.

En résumé, la mise en place de la zone humide est récente et résulte de l'isolement de ce secteur par :

- la construction de la voie rapide du côté Nord-Ouest,
- le dépôt de tas de sable dans sa partie Nord-Est,
- le creusement du canal d'évacuation des eaux de Narbonne plage,
- la dynamique sédimentaire.

La dynamique sédimentaire (marine et terrestre) semble avoir favorisé l'élévation de la plage (disparition des flaques de mer dans l'estran) et la mise en place de dunes en position haute de la plage.

Auparavant, l'actuelle zone humide correspondait à la partie haute de la plage, peu végétalisée, avec quelques dunes. Elle bénéficiait peu ou pas des zones d'émergence de la nappe, principalement situées à l'époque (avant 1974) sous le tracé de la voie rapide.

Ces émergences prenaient place avant 1974 et encore aujourd'hui de façon majoritaire au Nord-Ouest de la voie rapide, ce qui a justifié la mise en place d'un canal de drainage le long de la voie rapide. Une partie de ces émergences semblent aujourd'hui émerger au Sud de la voie rapide et donc constituer potentiellement un apport pérenne d'eau douce à la zone humide.

2.2. Contexte hydrologique

Aucun cours d'eau en provenance du massif de La Clape n'atteignait directement la mer dans le secteur (Figure 10). Tout le secteur (Domaine de la Grande Rouquette) situé entre les calcaires de La Clape et la plage (occupée par des flaques de mer dans l'estran) était drainé par un réseau de canaux, dont le seul exutoire superficiel était le canal partant de la Grande Rouquette en direction de la mer, dont la position correspond à l'actuelle chenal passant sous la voie rapide en limite de la zone humide et du parking Sud.

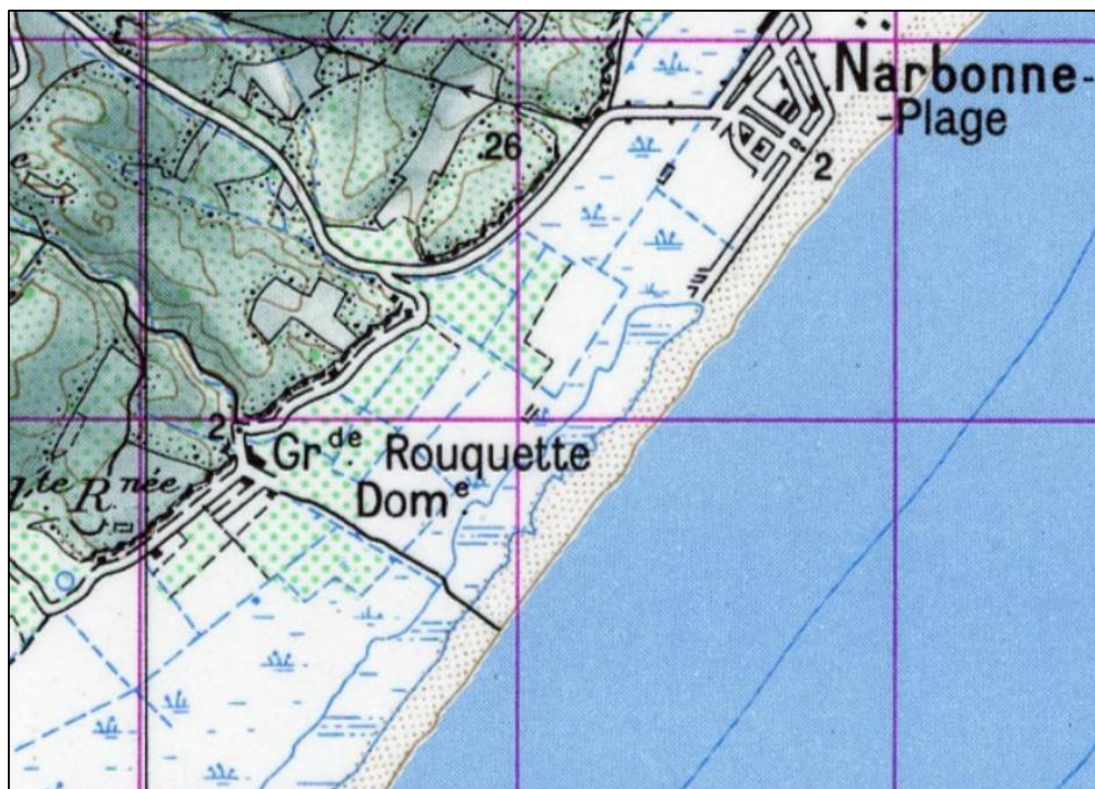


Figure 10 : Carte topographique IGN de 1950

La topographie de la zone littorale encadrant la zone humide a un rôle prépondérant sur le fonctionnement hydrologique du secteur. Cette topographie a été étudiée à l'aide du MNT (modèle numérique de terrain) à l'aide du lidar LITTO3D du SHOM. La Figure 11 présente la topographie de cette zone. Les altitudes représentées vont de -0.5 mNGF (bordure de plage) à > 2mNGF (les valeurs supérieures à 2 m sont écrêtées de façon à mettre en exergue les altitudes < 2 mNGF).

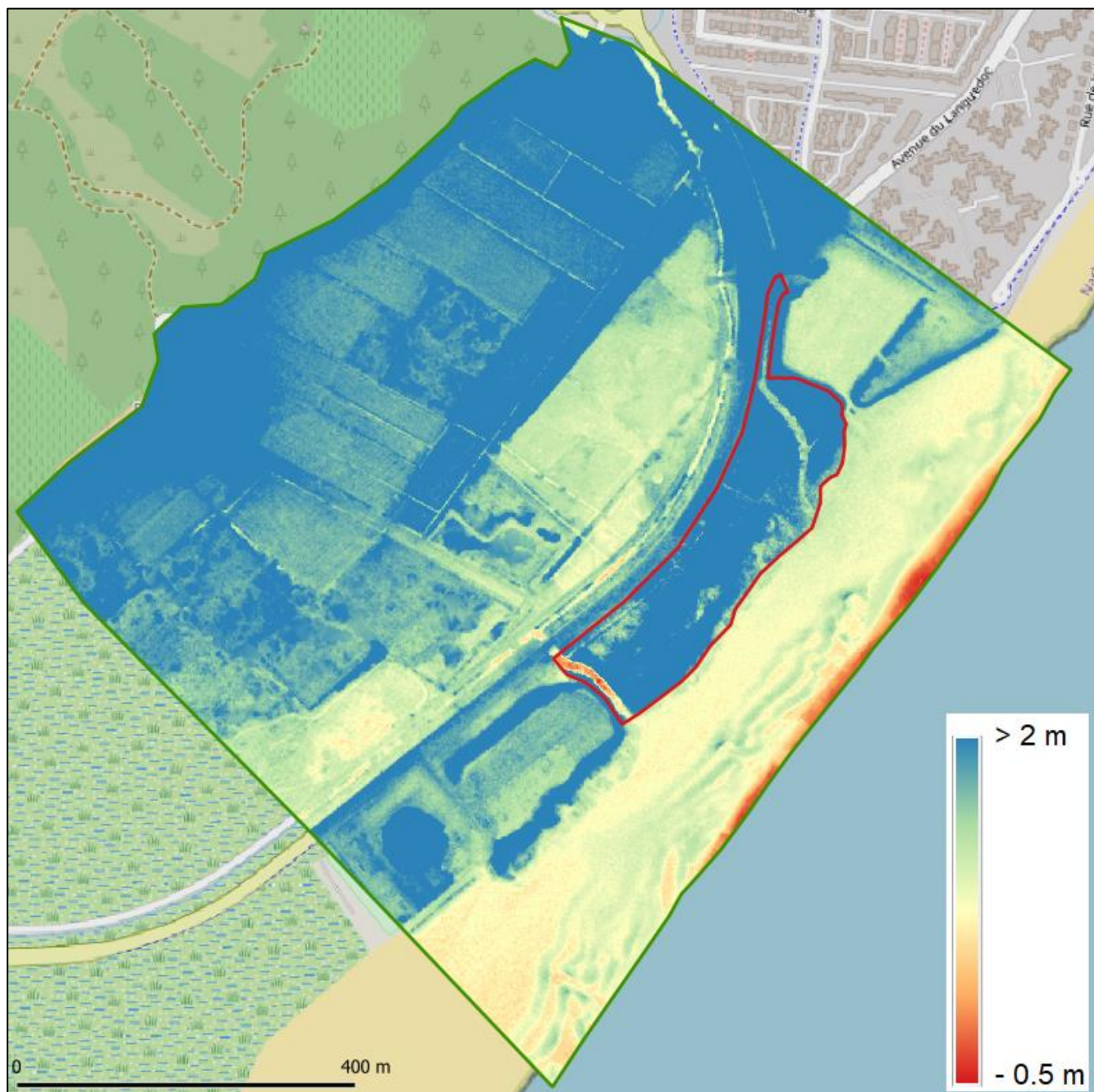


Figure 11 : Topographie fine de la zone littorale encadrant la zone humide (ligne rouge)

La topographie représentée écrête les valeurs supérieures à 2 m afin de mettre en exergue les altitudes basses.

La zone humide présente une altitude située autour de 2 mNGF, hormis dans le canal d'évacuation des eaux pluviales de Narbonne-Plage (altitude très basse entre 0 et 0.5 mNGF) et dans le canal situé en bordure Sud de la zone humide (altitude du fond ~ 0.9 mNGF ; altitude de l'eau ~1.3 mNGF). Quelques

zones d'altitudes plus basses sont également visibles dans la partie Ouest de la zone, et dans sa partie centrale à proximité de la plage.

Il est important de noter que la partie de la plaine littorale située de l'autre côté de la voie rapide (secteur du Domaine de la Grande Rouquette) présente une altitude inférieure à celle de la zone humide. Ceci implique que les eaux superficielles et souterraines provenant de la bordure de La Clape (infiltration des eaux de ruissellement provenant de La Clape) sont a priori d'abord drainées de façon préférentielle par cette zone basse, avant de pouvoir alimenter la zone humide. Ce rôle drainant est de plus renforcé par l'existence d'un réseau de fossés de drainage au sein de cette zone basse et par le canal de drainage creusé le long de la voie rapide et qui évacue les eaux en direction Ouest. Un apport souterrain d'eau à la zone humide doit cependant exister, permettant le maintien d'une nappe phréatique d'eau douce dans la zone humide et l'alimentation en eau de la végétation.

Tel que mentionné précédemment, la principale voie d'alimentation naturelle pérenne en eau douce de la zone humide semble constituée des émergences de nappe prenant principalement place dans la partie Sud-Ouest de la zone humide. La partie Nord-Est est quant à elle alimentée de façon artificielle, par les eaux pluviales de Narbonne-Plage. L'alimentation souterraine pourrait s'avérer peu importante selon la topographie fine caractérisée. Une baisse historique des apports souterrains pourrait être survenue à cause de l'ensablement éolien de la partie haute de la plage (dunes en formation) et de la zone humide.

Selon les documents historiques, aucun cours d'eau provenant de la Clape ne traverse la zone littorale jusqu'à la mer. Les eaux ruisselant du massif de La Clape semblent donc s'infiltrer en totalité dans les matériaux sédimentaires plus ou moins perméables constituant la plaine littorale. Ce sont ces eaux infiltrées au pied de La Clape qui émergent en limite haute de la plage.

Du fait de leur différence de densité, les eaux douces de la nappe (alimentée par les ruissellements en provenance de La Clape) "flottent" en effet sur les eaux salées pénétrant depuis la mer dans les formations sédimentaires littorales (Figure 12). L'interface entre les eaux douces et les eaux salées forment ce que l'on nomme le biseau salé. Pour s'écouler, les eaux douces doivent ainsi émerger en bord de plage par-dessus les eaux salées. Dans le secteur d'étude, la partie basse de la plage correspond à la zone d'estran (zone de battement entre les basses et hautes eaux des marées). L'eau douce émerge donc en limite de l'estran, c'est-à-dire des marées hautes, donc en partie haute de la plage.

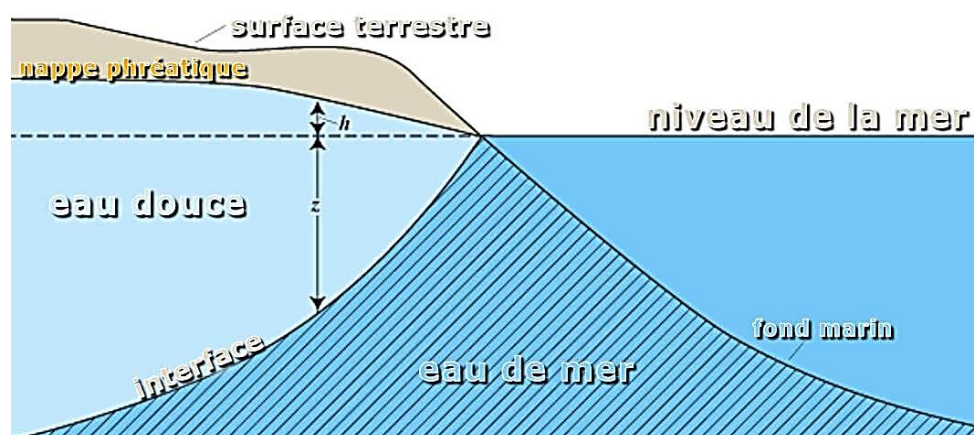


Figure 12 : Schéma de l'interface entre les eaux douces continentales et les eaux salées marines (tiré du site aquaportail.com)

Le bassin versant susceptible d'alimenter en eau douce la zone humide correspond donc aux zones du massif de La Clape alimentant (1) la nappe phréatique présente sous le Domaine de Grande Rouquette et (2) les eaux pluviales évacuées par Narbonne-Plage dans la partie Nord de la zone humide.

La Figure 13 présente l'extension du bassin versant susceptible de contribuer en partie à l'alimentation de la zone humide. Précisons que la majeure partie des eaux de ce bassin versant sont vraisemblablement évacuées par le canal mis en place le long de la voie rapide (côté Nord). La superficie de ce bassin versant est de 8,22 km².



Figure 13 : Bassin versant susceptible de contribuer à l'alimentation de la zone humide

La fiche descriptive de la masse d'eau du massif de La Clape propose le bilan hydrologique suivant :

- Précipitations totales moyennes = 586 mm/an à la station de Narbonne,
- ETR = 948 mm (d'après Gadel, F. 1966),
- RFU = 100 mm,

- Précipitations efficaces moyennes = 190 mm/an,
- Ruissellement = 15% des précipitations efficaces (soit moins de 30 mm/an) (notons que ce 15% est estimé à dire d'expert).

Sur cette base, le ruissellement généré sur le bassin versant serait de 0,234 M.m³/an. Le devenir des eaux infiltrées dans le massif de La Clape n'est pas considéré (et par ailleurs inconnu). Ce massif est constitué de formations calcaires plus ou moins karstifiées, dont les eaux souterraines ne sont pas exploitées à ce jour. La géologie du massif sera discutée à la section 2.4.

2.3. Contexte climatique

Les précipitations efficaces ont été calculées, considérant pour le massif de La Clape une Réserve Utile des sols de 50 mm, telle qu'indiquée par le site internet de données sur les sols de l'INRAe (Figure 14).



Figure 14 : Réserve utile des sols indiquée par le site internet 'agroenvgeo' de l'INRAe

Les données météorologiques utilisées pour le calcul des précipitations efficaces sont celles de la station de Narbonne. Les données sont disponibles depuis 1960. La pluie annuelle moyenne sur cette période est de 528.2 mm/an, et la pluie efficace moyenne résultante de 145.4 mm/an.

On constate une tendance à la baisse des précipitations (Figure 15), avec une baisse moyenne de 115 mm/an sur la période de 62 ans.

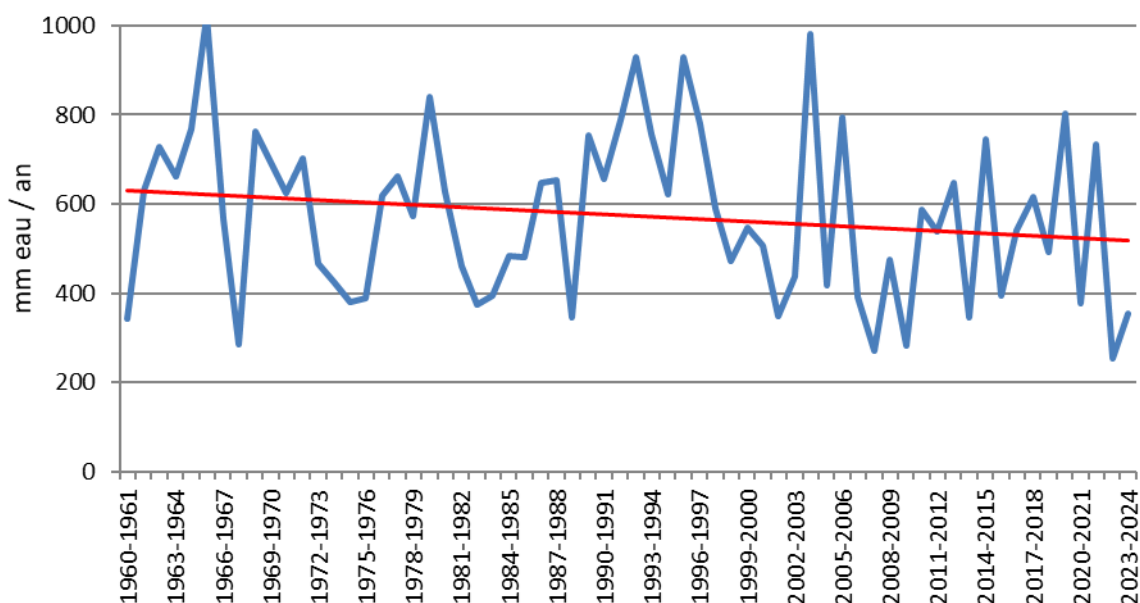


Figure 15 : Evolution des précipitations annuelles depuis 1960

Même si la baisse des précipitations efficaces annuelles (Figure 16) est du même ordre de grandeur (120 mm/an en 62 ans), elle est proportionnellement bien plus importante, puisqu'elle est de 40 % de la hauteur moyenne des pluies efficaces.

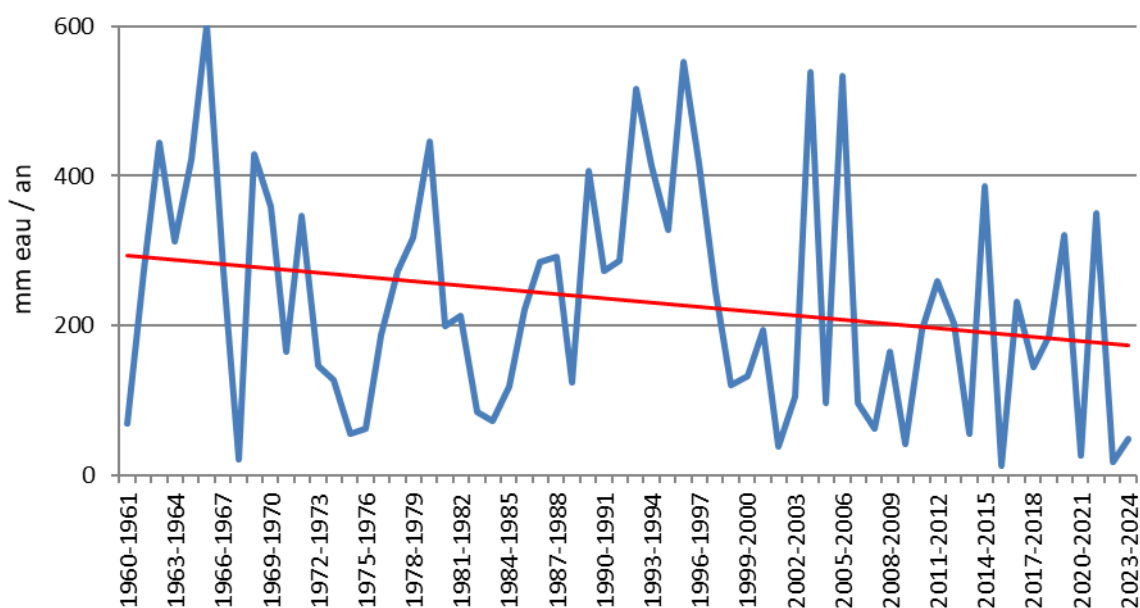


Figure 16 : Evolution des précipitations efficaces annuelles depuis 1960

Outre la modification des conditions de circulation des eaux liée aux aménagements ayant affecté le secteur étudié, la zone a donc également subi une baisse notable des précipitations efficaces constituant la recharge de la nappe d'eau douce de la zone littorale.

Par ailleurs, l'évapotranspiration potentielle a considérablement augmenté depuis 1960 passant en moyenne de 1040 mm/an à 1280 mm/an.

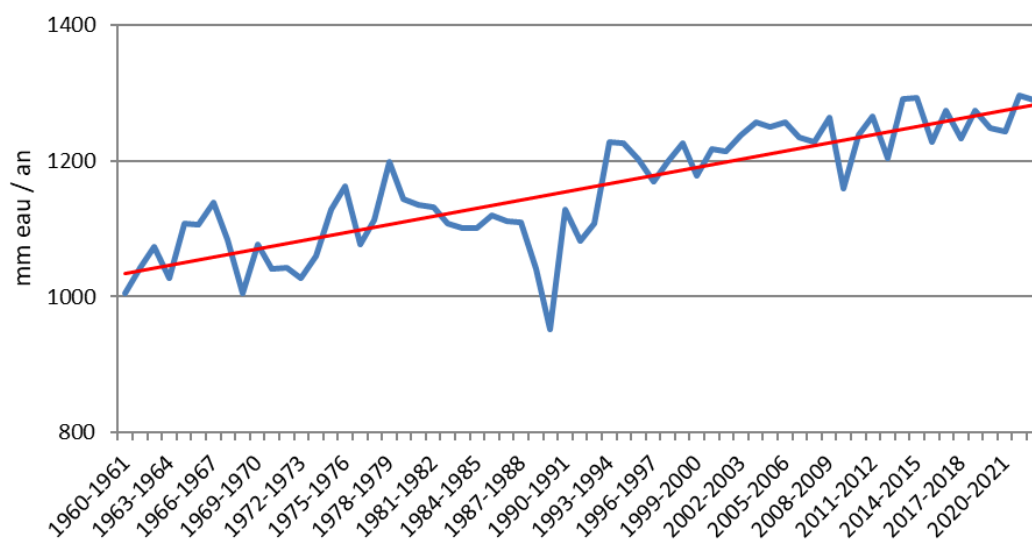


Figure 17 : Evolution de l'évapotranspiration potentielle annuelle depuis 1960

Outre la baisse des apports potentiels depuis l'amont, la zone humide subit donc également une pression évapo-transpiratoire accrue.

2.4. Cadre géologique

La Figure 18 présente un extrait de la carte géologique BRGM au 1/50 000 de Narbonne (n°1061).

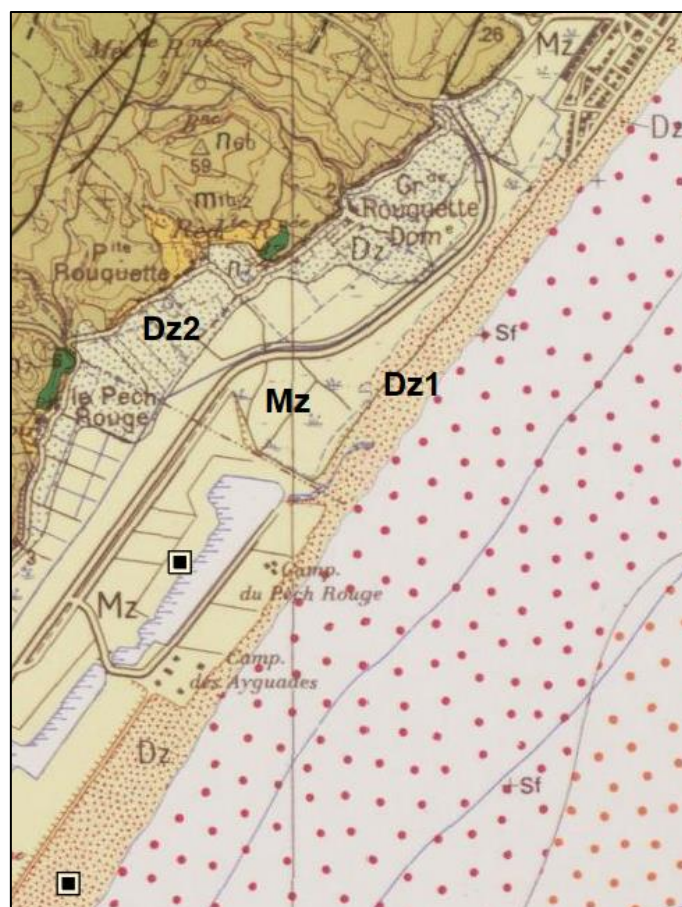


Figure 18 : Extrait de la carte géologique BRGM de Narbonne (n° 1061)

Les formations géologiques constituant le massif de La Clape sont des calcaires, marno-calcaires et marnes. Le versant littoral du massif est constitué des marnes et marno-calcaires du Clansayésien (n6b ; Aptien, Crétacé inférieur). Du fait de la nature argileuse de ces formations, on peut penser qu'il n'y a pas de contribution importante des eaux souterraines du massif à l'alimentation de la plaine littorale.

Dans la plaine sédimentaire littorale, la carte géologique indique trois formations :

- Dz2 = Dunes plus anciennes de la bordure Est de La Clape,
- Mz = Formations vaseuses sablées,
- Dz1 = Formations dunaires, dunes littorales récentes et actuelles.

A la précision près de la carte géologique, la zone humide s'est développée au contact des formations vaseuses et des formations dunaires actuelles.

Des sondages de 15 et 30 m de profondeur ont été réalisés un peu plus au Sud sur la commune de Gruissan (localisations indiquées par des carrés en noir-et-blanc sur la Figure 18). Les figures suivantes présentent les coupes géologiques de ces sondages.

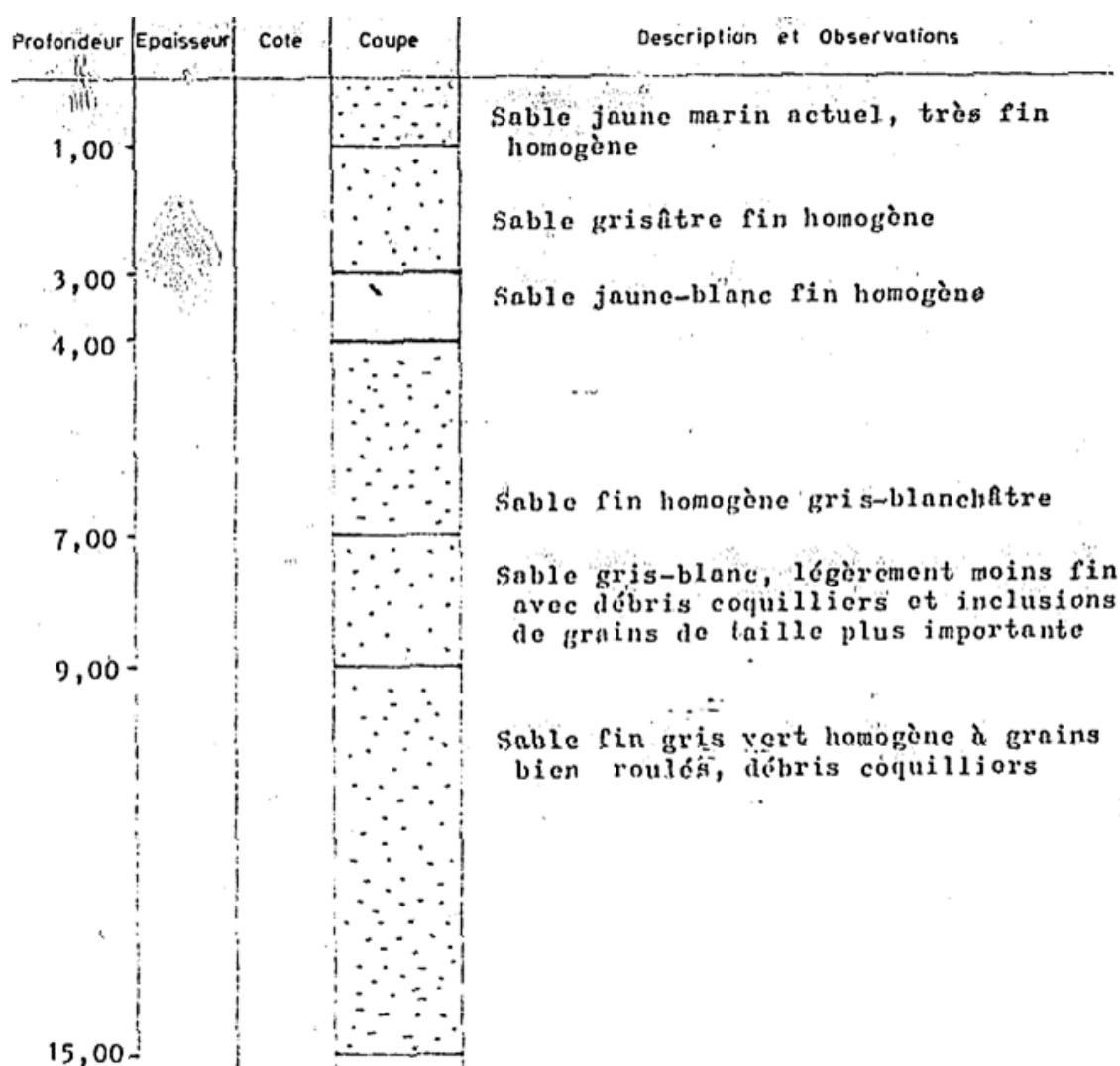


Figure 19 : Sondage Sud réalisé sur la commune de Gruissan (n° S-30)

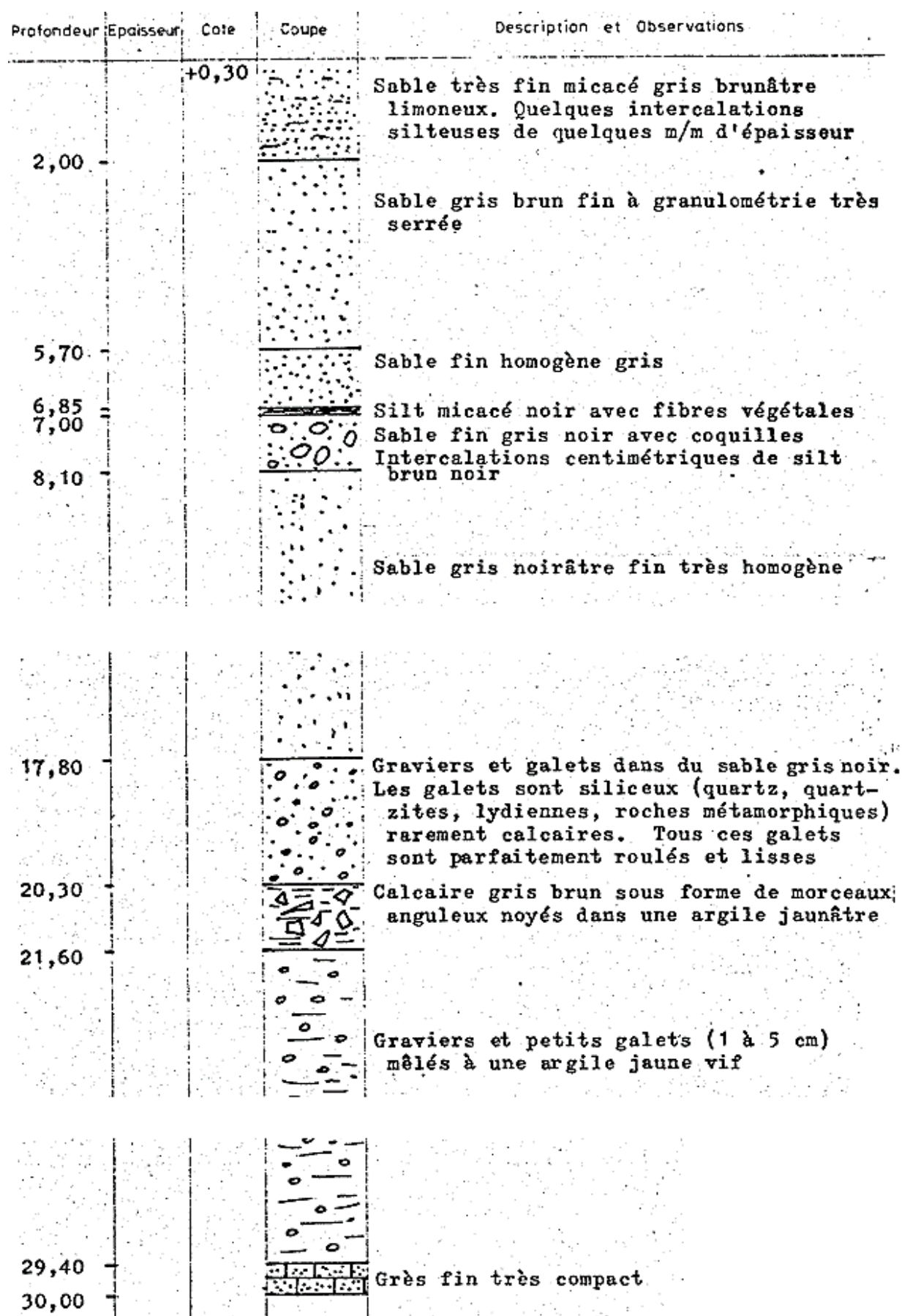


Figure 20 : Sondage Nord réalisé sur la commune de Gruissan (n° E-8)

Les formations rencontrées sur la formation Dz1 en bordure littorale (Sondage S-30 - Figure 19) sont très sableuses. Sur le sondage E-8 (Figure 20), réalisé dans la zone Mz plus vaseuse, les formations présentes en surface sont plus argileuses (micacées) et limoneuses (silteuses). Les particules fines (argiles et limons) peuvent avoir deux origines : l'apport par ruissellement depuis les formations de marnes et marno-calcaires du Massif de La Clape, ou l'apport de poussières éoliennes piégées dans les zones végétalisées.

Dans ces deux sondages, les formations sableuses présentes sont perméables et ne peuvent empêcher l'écoulement des eaux souterraines. La dynamique des écoulements souterrains est donc exclusivement contrôlée par la présence du biseau salé (Figure 12).

Une reconnaissance à la tarière à main a été réalisée dans la zone humide. Cette reconnaissance a confirmé la présence de matériel plus argilo-limoneux dans les zones en dépression (en particulier côté Sud et le long de la voie rapide), et de sables bien classés en particulier dans les zones plus élevées (dunes).

Le matériel retrouvé en fond du chenal Sud est très fin et vaseux dans sa partie Ouest (en aval de la voie rapide ; Figure 21) et très sableux au droit du parking Sud (Figure 22).



Figure 21 : Fond vaseux du canal Sud à proximité de la voie rapide



Figure 22 : Fond sableux du canal Sud à proximité du parking Sud

Le fond du canal d'évacuation des eaux pluviales de Narbonne-Plage correspond principalement à du matériel fin (Figure 23). Son débouché est ensablé, et donc inopérant (Figure 24).



Figure 23 : Fond vaseux du canal d'évacuation des eaux de Narbonne-Plage



Figure 24 : Débouché du canal d'évacuation des eaux pluviales pompées de Narbonne-Plage ne fonctionnant qu'en temps de très forte pluie

3. Mesures in situ

3.1. Mesures physico-chimiques

Des mesures physico-chimiques ont été réalisées in situ et en laboratoire. Les points de prélèvement échantillonnés sont les suivants (Figure 25) :

- Début du canal d'évacuation des eaux pluviales de Narbonne-Plage, en sortie de la station de pompage-relevage des eaux pluviales,
- Terminaison du canal d'évacuation des eaux pluviales de Narbonne-Plage,
- Arrivée du canal Sud dans la zone humide (les parties centrale et aval de ce canal n'ont jamais été observées en eau),
- Canal de drainage du secteur de Rouquette implanté le long de la voie rapide (côté Nord).

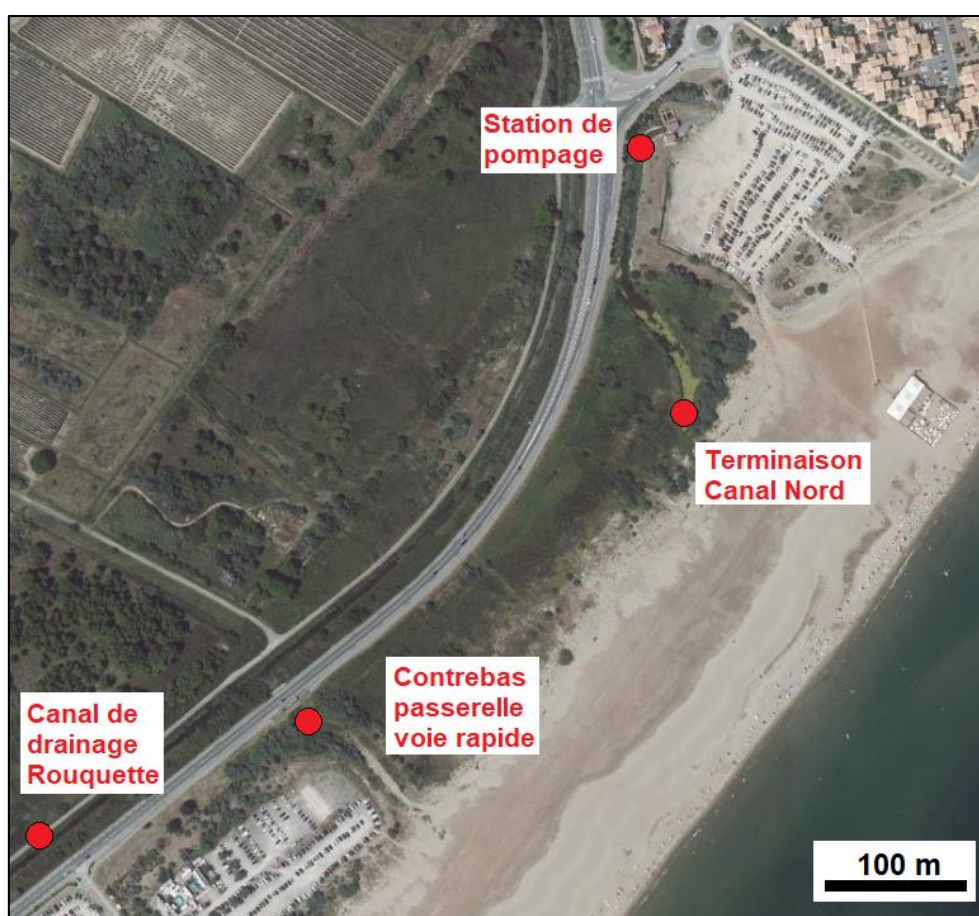


Figure 25 : Localisation des points de prélèvements et de mesures in situ

Quatre campagnes ont été réalisées (au lieu des trois prévues) :

- 5 septembre 2022 (2 mm de pluie dans le mois précédent)
- 2 novembre 2022 (15 mm dans le mois précédent)
- 20 septembre 2023 (71 mm dans le mois précédent)
- 30 avril 2024 (74.8 mm dans le mois précédent)

Les tableaux suivants présentent les résultats des mesures in situ et en laboratoire.

Paramètre	Unité	Prélèvements du 05/09/2022			Prélèvements du 02/11/2022		
		Station	Bout	Passerelle	Station	Bout	Passerelle
Mesures in situ							
Turbidité	NFU	2.8	27	8	2.9	50	6
Température	°C	22.15	23.8	27.4	20.76	22.76	21.41
pH	Unité pH	8.15	8.28	8.44	8.1	7.91	7.99
Conductivité	µS/cm	7480	7421	29,580	5453	5319	6137
Salinité	g/l	4.8	4.65	17.5	2.95	2.87	3.35
Oxygène dissous	mg/l O2	6.5	7.39	3.75	6.87	8.94	3.95
Saturation	%	76.6	89.8	52.3	76.7	103	44.7
TA	° f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TAC	° f	33.00	28.8	69.40	32.80	29.60	53.20
Cations							
Ammonium	mg/l NH4+	0.11	0.07	0.39	0.12	<0,05	0.1
Calcium dissous	mg/l Ca++	147	133	522	148.4	132.7	125
Magnésium dissous	mg/l Mg++	88.6	89.7	344	101	102	81.3
Sodium dissous	mg/l Na+	592	612	2573	722	707	885
Potassium dissous	mg/l K+	36.5	37.7	129	35.9	36.4	53.3
Anions							
Chlorures	mg/l Cl-	2200	2200	8700	1400	1300	1600
Sulfates	mg/l SO4--	400	410	570	230	240	150
Nitrates	mg/l NO3-	2.0	0.42	0.1	2.1	0.54	<0,11
Nitrites	mg/l NO2-	0.03	0.01	0.01	0.15	0.07	<0,01
Orthophosphates	mg/l PO4---	0.05	0.03	0.46	0.04	0.03	0.06
Bicarbonates	mg/l HCO3-	403.0	351.0	847.0	400.0	361.0	649.0

Tableau 1 : Résultats des mesures physico-chimiques 2022

Paramètre	Unité	Prélèvements du 20/09/2023			Prélèvements du 30/04/2024			
		Station	Bout	Passerelle	Station	Bout	Passerelle	Rouquette
Mesures in situ								
Turbidité	NFU	1.4	4.4	1.4	4.9	11	3.7	8.4
Température	°C	21.2	23.8	23.5	16.79	16.52	15.73	15.84
pH	Unité pH	7.53	7.53	7.59	7.39	7.45	7.19	7.2
Conductivité	µS/cm	2920	2770	2361	4716	1799	3944	4785
Salinité	g/l	2.82	2.98	2.28	2.54	0.92	2.1	2.58
Oxygène dissous	mg/l O2	6.24	6.83	4.44	5.35	6.79	4.75	4.5
Saturation	%	71.2	82.2	53.1	59.2	74.4	52	50
TA	° f	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TAC	° f	33.80	39.65	20.90	31.95	11.90	26.85	32.75
Cations								
Ammonium	mg/l NH4+	0.24	0.11	0.07	0.4	<0,05	<0,05	0.08
Calcium dissous	mg/l Ca++	145.2	157.6	94.1	135.2	51.2	107.1	146.7
Magnésium dissous	mg/l Mg++	104	109	84.3	85	32.5	68.9	83.7
Sodium dissous	mg/l Na+	786	833	638	617	243	489	611
Potassium dissous	mg/l K+	33.4	30.8	24.5	37.7	16.3	30.7	32.1
Anions								
Chlorures	mg/l Cl-	1200	1150	880	860	450	720	840
Sulfates	mg/l SO4--	250	220	200	210	79.0	170	180
Nitrates	mg/l NO3-	2.1	<0,1	<0,1	4.4	1.1	3.6	1.3
Nitrites	mg/l NO2-	0.26	<0,01	<0,01	0.13	0.15	0.09	0.04
Orthophosphates	mg/l PO4---	0.02	0.04	<0,01	0.02	0.01	0.02	0.02
Bicarbonates	mg/l HCO3-	388.0	484.0	255.0	390.0	145.0	328.0	400

Tableau 2 : Résultats des mesures physico-chimiques 2023 et 2024

La composition chimique des eaux en cations (calcium, magnésium, sodium et potassium) et en anions (chlorure, sulfate, bicarbonate et nitrate) est présentée à la Figure 26 en diagramme de Piper. On remarque que la composition des différentes eaux est très semblable au niveau des cations (triangle de gauche) et légèrement variable au niveau des anions en regard de la concentration en chlorure et en nitrate (triangle de droite), principalement en chlorure.

Les eaux sont typiquement chlorurées sodiques, démontrant l'influence des eaux de mer et des embruns marins salés.

Ceci montre que l'origine des eaux n'est pas très différente entre les points échantillonnés, et donc que l'apport d'eau à la zone humide depuis La Clape est a priori faible.

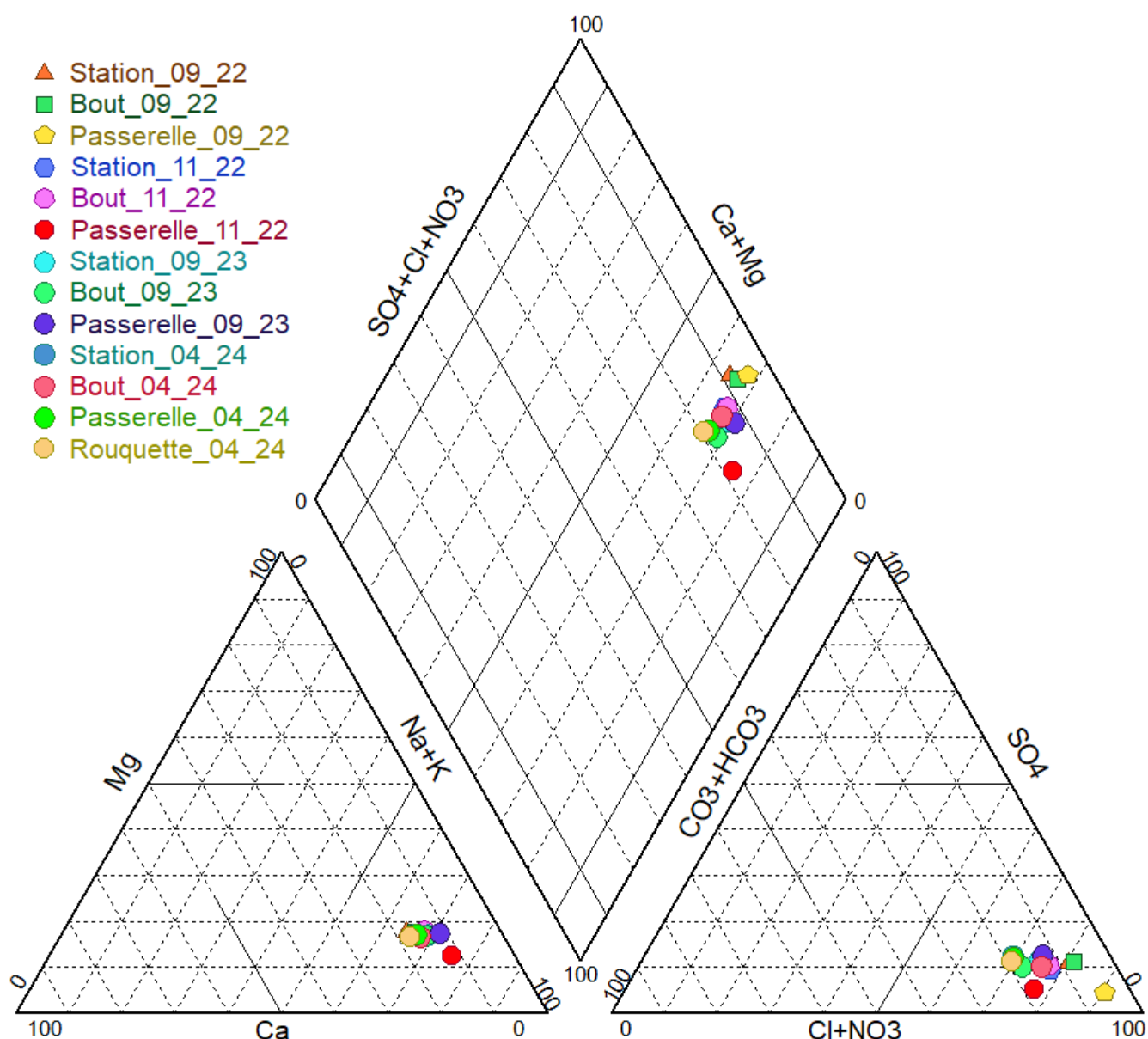


Figure 26 : Représentation de la composition chimique des eaux en cations et en anions au moyen du diagramme de Piper

La concentration en chlorure des eaux échantillonnées est élevée à très élevée. Elle est en moyenne de 1000 mg/l. Une valeur très élevée (8700 mg/l) a été mesurée lors du premier échantillonnage sur le canal Sud en aval de la voie rapide. Cette très forte valeur résulte de l'augmentation de la concentration de l'eau en éléments dissous découlant de l'évaporation des eaux superficielles. Ceci semblerait indiquer une faible alimentation de ce secteur par des eaux souterraines douces (apport en eau douce inférieur à la perte par évaporation).

Les eaux souterraines présentent en effet des concentrations de chlorure faibles, entre 40 et 200 mg/l au forage du CAT de Narbonne-Plage (Pons, 2008) et entre 19 et 36 mg/l sur la source du Gourp à Gruissan. L'eau de pluie contient en moyenne 9 mg/l de chlorure.

Les pluies plus importantes survenues entre 2022 et 2024 ont permis la baisse de la concentration de chlorure au sein de la zone humide.

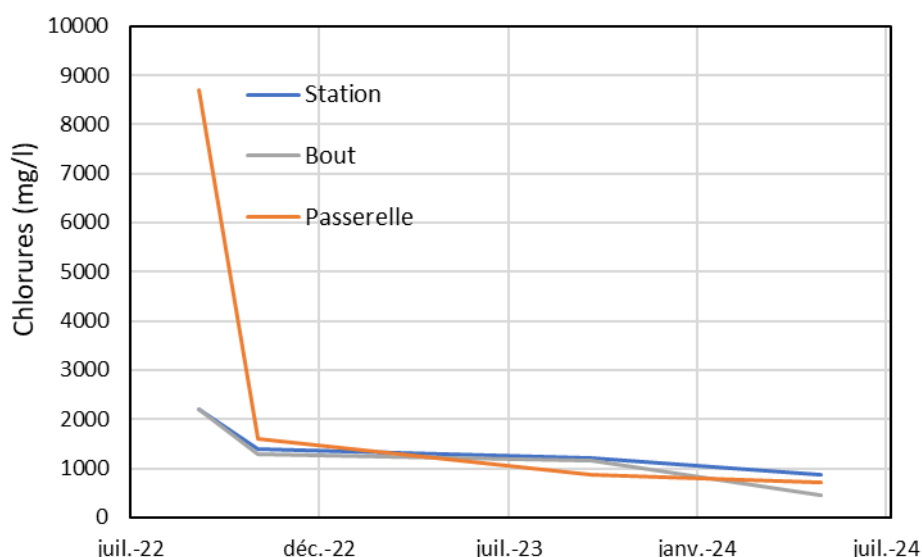


Figure 27 : Concentration en chlorure des eaux échantillonnées (mg/l)

Les concentrations de chlorures de l'eau évacuée par la station de relèvement des eaux pluviales de Narbonne-Plage montrent qu'il s'agit d'eaux de ruissellement urbain ayant lessivé les sels présents dans les sols de la zone urbaine ou périphérique.

La salinité (Figure 28), calculée à partir de la conductivité électrique mesurée, montre la même distribution spatiale et temporelle, qui ne peut être expliquée par une remontée d'eau salée mais par la concentration résultant de l'évaporation de l'eau.

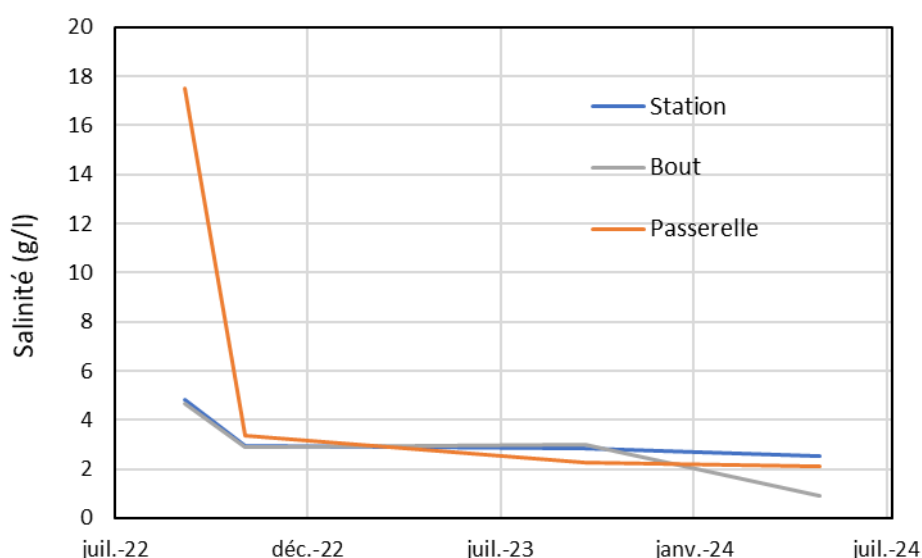


Figure 28 : Mesure in situ de la salinité (g/l)

Le pH (Figure 29) confirme cette meilleure alimentation en eau du secteur avec une baisse importante du pH au cours des quatre campagnes (le pH de la pluie est de 5). Ceci semble confirmer que les apports souterrains à la zone humide sont faibles (à tout le moins en dehors des périodes de pluie), ou que les eaux y parvenant sont très minéralisées.

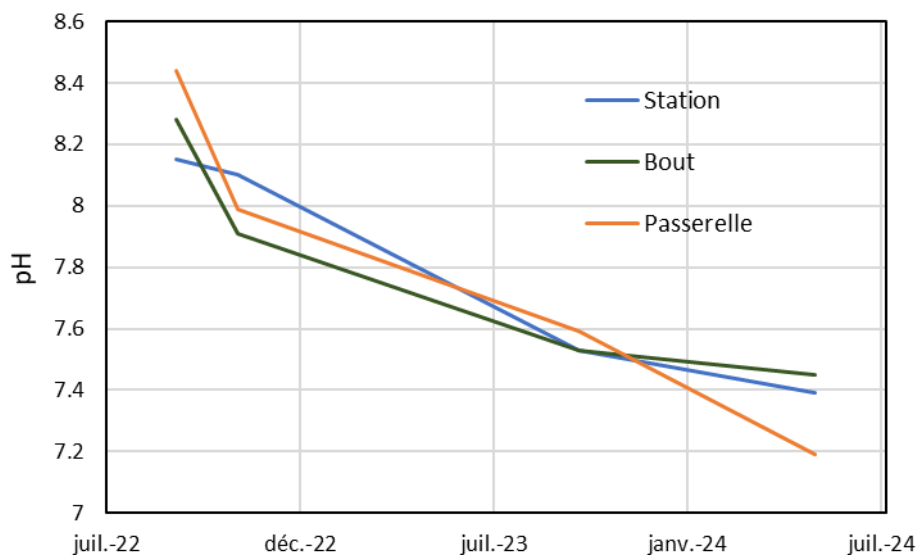


Figure 29 : Mesure in situ du pH

La turbidité (Figure 30) est forte en terminaison du canal d'évacuation des eaux de Narbonne-Plage. Elle a pour cause la prolifération de microalgues. Cette turbidité s'atténue en 2023 et 2024 du fait d'une meilleure alimentation en eau du secteur.

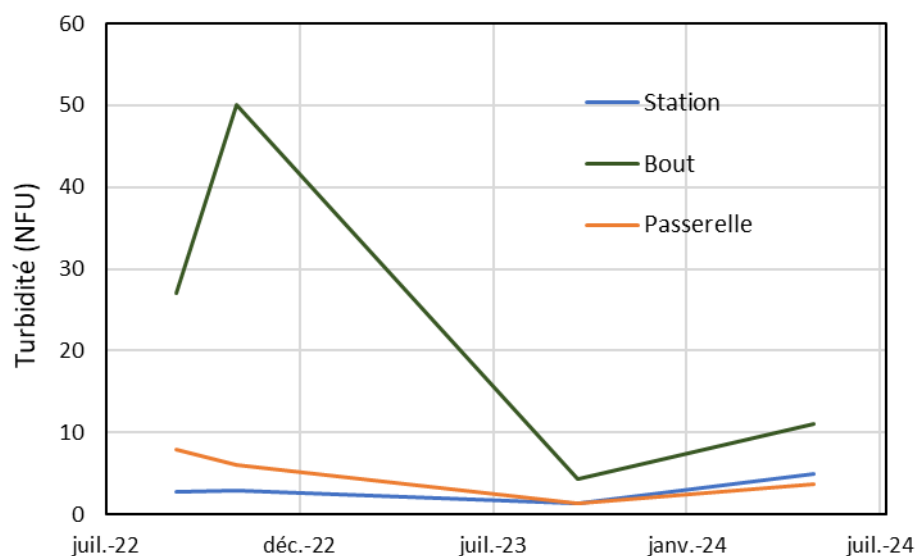


Figure 30 : Mesure in situ de la turbidité (NFU)

Les concentrations d'oxygène dissous mesurées in situ sont bonnes (Figure 31), correspondant à 45 à 100% de la saturation possible en oxygène. Les valeurs les plus faibles sont observées au niveau de la Passerelle, confirmant que l'eau circule peu (eau stagnante) et/ou que l'eau est d'origine souterraine (et donc peu oxygénée).

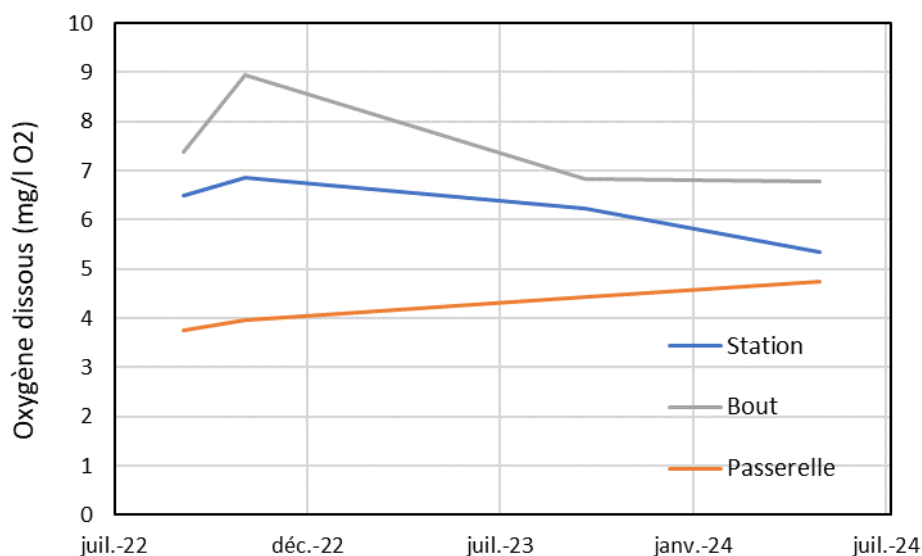


Figure 31 : Mesure in situ de l'oxygène dissous (mg/l)

L'ammonium (Figure 32) montre des concentrations assez faibles. L'ammonium est normalement peu présent dans les eaux naturelles du fait de son oxydation rapide en nitrate en présence d'oxygène. L'ammonium apporté par les eaux pluviales de Narbonne-Plage (échantillons Station) s'atténue dans le canal Nord (chutant parfois en dessous de la limite de détection). La concentration en ammonium sur le point Station augmente entre 2022 et 2024, du fait de la chasse des dépôts organiques des canalisations et éventuellement par des débordements des réseaux d'assainissement durant les épisodes d'orage. Sur le point Passerelle, la forte concentration observée en septembre 2022 provient vraisemblablement de la décomposition in situ de la matière organique végétale.

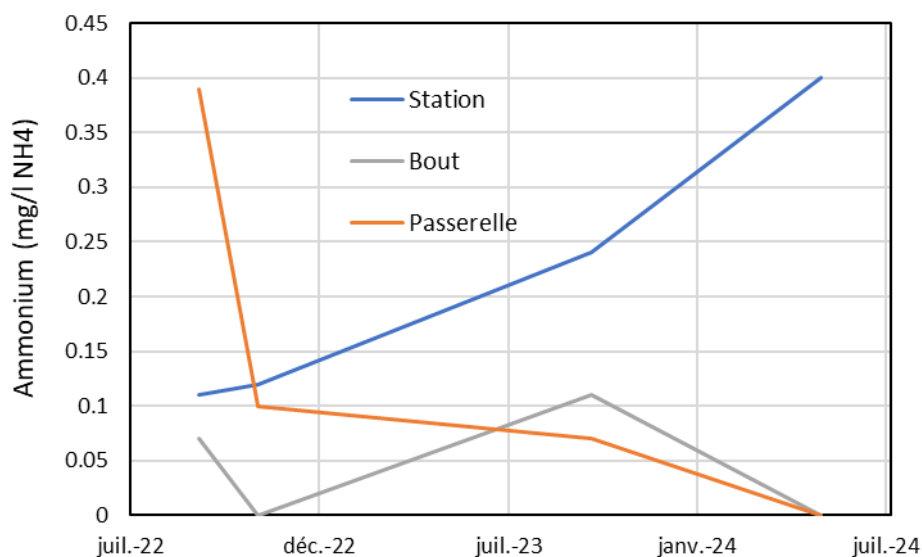


Figure 32 : Mesure en laboratoire de l'ammonium (mg/l)

Les nitrates (Figure 33) montrent également une augmentation sur le point Station, semblant possiblement confirmer un apport d'eau de débordement du réseau d'assainissement. Précisons cependant que ces concentrations sont très faibles. Sur le point Passerelle, la concentration observée en septembre 2022 est très faible, montrant que l'ammonium formé (mesuré sur ce point) ne s'est pas oxydé. La concentration observée en avril 2024 est légèrement plus forte.

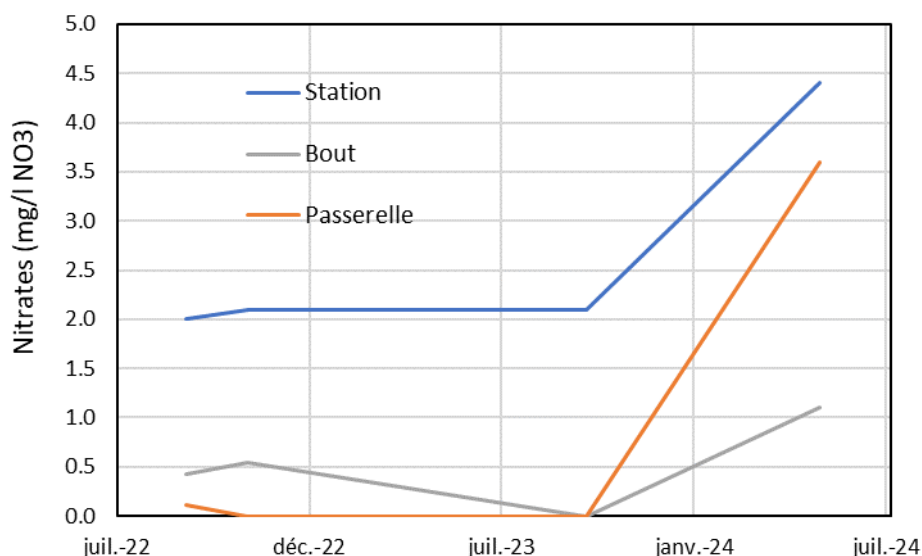


Figure 33 : Mesure en laboratoire des nitrates (mg/l)

Les orthophosphates sont faibles (Figure 34), hormis durant le premier échantillonnage du point Passerelle. Sa présence est corolaire à celle de l'ammonium confirmant l'origine de ces deux éléments par la dégradation de la matière organique végétale. Le critère de protection contre l'eutrophisation des cours d'eau est de 0.2 mg/l de phosphore total, soit 0.61 mg/l de phosphate. Toutes les valeurs mesurées sont inférieures à ce seuil.

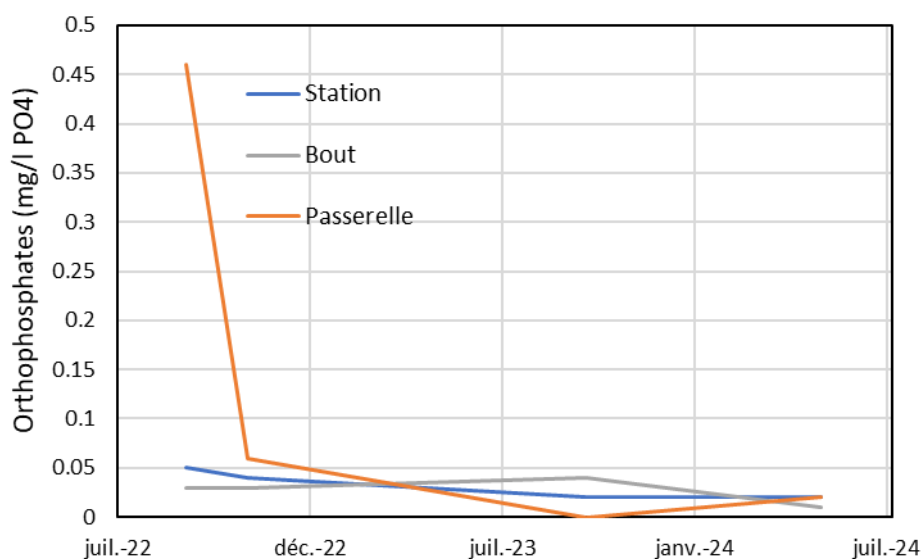


Figure 34 : Mesure en laboratoire des orthophosphates (mg/l)

Bien que la qualité mesurée soit correcte, des traces d'eutrophisation (Figure 35) sont parfois observées sur le canal de rejet des eaux pluviales de Narbonne-Plage du fait de la stagnation des eaux. De fait, cette eutrophisation s'observe principalement en bout de canal.



Figure 35 : Eutrophisation en bout du canal de rejet des eaux pluviales de Narbonne-Plage

Les deux dernières colonnes du Tableau 2 comparent les paramètres mesurés sur le point Passerelle et sur le canal de drainage du secteur Rouquette bordant la voie rapide. Ce canal de drainage est en connexion avec le canal longeant la limite Sud de la zone humide. Il est donc susceptible d'alimenter ce canal (point passerelle), quand le niveau de l'eau est plus élevé que le fond en béton du pont de la voie rapide.

La qualité est légèrement moins bonne sur le canal de la voie rapide que sur le point Passerelle : turbidité = 8.4 NFU vs 3.7 NFU, conductivité électrique = 4785 $\mu\text{S}/\text{cm}$ vs 3944 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ammonium = 0.08 mg/l vs <0.05 mg/l, hormis pour les nitrates = 1.3 mg/l vs 3.6 mg/l. Les orthophosphates sont équivalents (0.02 mg/l).

3.2. Mesure des débits

Des écoulements superficiels peuvent survenir depuis la station de relèvement de eaux pluviales de Narbonne-Plage et depuis le canal Sud passant sous le pont de la voie rapide.

Lors de nos différentes visites, aucun écoulement n'a été constaté sur le canal Sud passant sous la voie rapide. Aucune trace d'écoulement (dépôt d'herbe ou de boue, végétation couchée, érosion de la vase ou de sable, ...) n'a été observée. Cet exutoire ne semble fonctionner que lorsque le canal longeant la voie rapide est saturé ou débordant par-dessus le fond en béton du pont de la voie rapide. Lors de la visite du 30 avril 2024, le débit était même très légèrement remontant (du Sud-Est vers le Nord-Ouest, donc sortant de la zone humide du créneau naturel).

Les écoulements prenant place en aval de la station de relevage des eaux pluviales de Narbonne-Plage dépendent directement du fonctionnement de la pompe. Il s'agit donc de chasses intermittentes et

courtes se produisant de façon automatique (afin de maintenir « à sec » la fosse des pompes de relèvement).

Quatre mesures manuelles de débit (jaugages) ont été faites illustrant la faible des débits en jeu :

- 5.2 l/s le 5 septembre 2022
- 7.7 l/s le 2 novembre 2022
- 2.1 l/s le 20 septembre 2023
- 13.0 l/s le 30 avril 2024



Figure 36 : Mesure des débits au courantomètre en sorte de station de relèvement des eaux pluviales

Suite à notre demande faite par l'entremise de Narbonne, Veolia nous a transmis les volumes pompés par la station de relèvement. Ces volumes sont calculés à partir des temps de marche des pompes et de leur débit théorique. Il est possible que ces volumes soient surestimés car les pompes peuvent éventuellement fonctionner sans être en charge, donc pomper en réalité à un débit inférieur à leur débit nominal. Le système de pompage est composé de quatre pompes : une pompe de faible débit permettant de maintenir la fosse de relevage « à sec » en tout temps, et trois pompes de gros débit évacuant l'eau pluviale de Narbonne Plage en périodes de pluie. Ce second groupe de pompes fonctionne en moyenne moins de 4 % du temps (<4% des journées sur la période de suivi).

La Figure 37 présente les volumes cumulés pompés par les deux systèmes de pompe de la station de relèvement des eaux pluviales de Narbonne Plage.

Selon la configuration des lieux, notre compréhension du système et notre expérience dans ce domaine, la pompe de petit débit évacue régulièrement vers la zone humide voisine un volume d'eau que cette dernière lui retourne indirectement via la nappe. Est instaurée de la sorte une recirculation continue du même volume d'eau entre la fosse de la station de relèvement et la zone humide. Ceci ressort entre autres dans l'allure très régulière de la courbe cumulée « Assèchement » de la Figure 37. Ce volume d'assèchement de la fosse ne doit donc pas être comptabilisé dans les apports nets de la station de relèvement à la zone humide.

La Figure 38 présente le cumul des volumes pompés par le groupe de trois pompes ne fonctionnant qu'en période de pluie, ainsi que la hauteur cumulée d'eau de pluie.

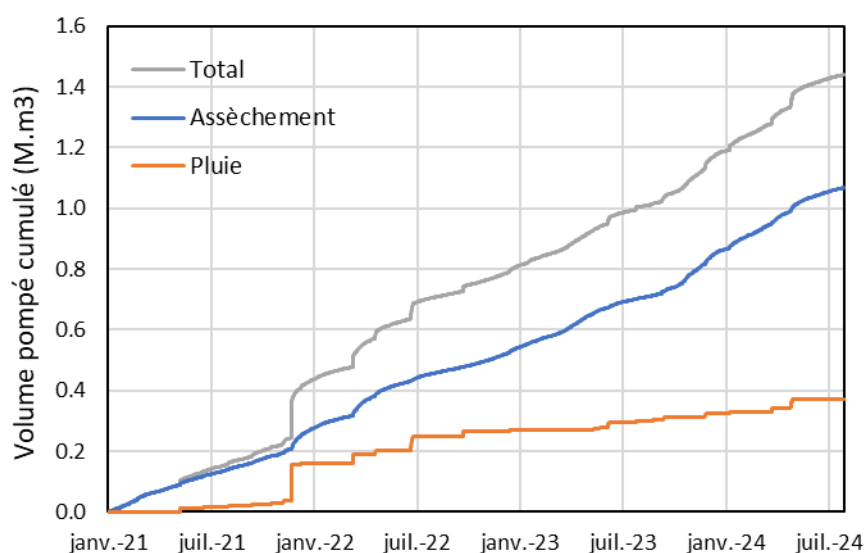


Figure 37 : Volumes cumulés pompés par la station de relevage de Narbonne Plage

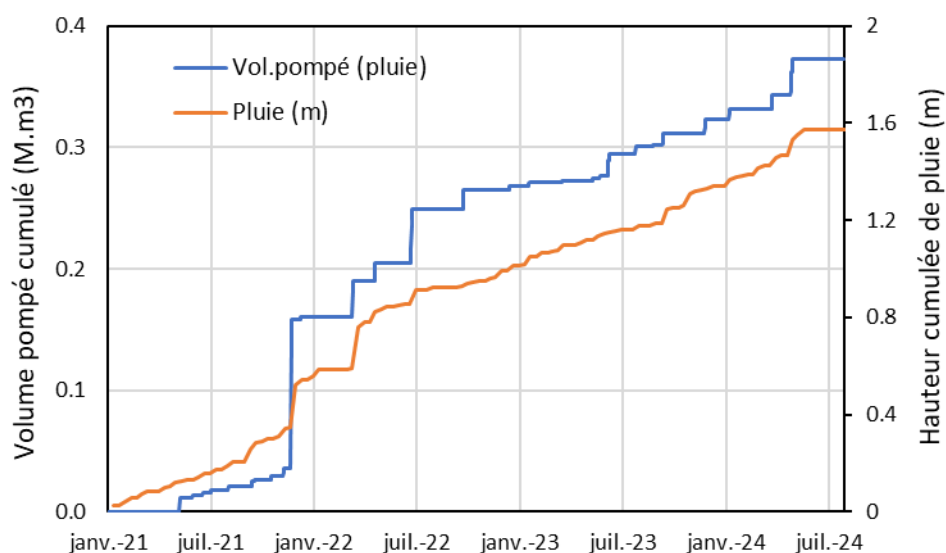


Figure 38 : Volume pompé cumulé de la station de relevage de Narbonne plage et hauteur d'eau cumulée enregistrée à la station de Narbonne

Bien que la pluie tombant à Narbonne puisse ne pas être représentative de celle tombant à Narbonne Plage, la Figure 41 montre une relative similitude dans l'allure des deux courbes cumulées, hormis pour un évènement survenu en novembre 2021. Les principales différences (autres que celle de l'évènement de novembre 2021) prennent place durant les épisodes orageux méditerranéens pendant lesquels on observe des augmentations abruptes (en marches d'escalier) sur les deux courbes. Parfois l'augmentation est plus forte sur la courbe cumulée des pluies, parfois sur celle des volumes pompés, confirmant l'importante variabilité spatiale que peuvent présenter les épisodes orageux en deux localités pourtant voisines.

Il ressort de ces données de pompage évènementielles, que les apports d'eau à la zone humide contribués par la station de relèvement de Narbonne Plage pourraient représenter en moyenne 106 000 m³/an. Il est cependant vraisemblable que les volumes apportés durant les principaux épisodes orageux à la zone humide soient rapidement évacués vers la mer par le chenal d'évacuation (Figure 24).

La Figure 39 présente la courbe classée des volumes pompés par le groupe de pompes fonctionnant en période de pluie. Pour rappel, ces pompes ont fonctionné durant moins de 4% des jours de la période de suivi. On remarque que la courbe s'infléchit fortement sur la toute dernière valeur. Cette valeur ($> 100\,000\text{ m}^3/\text{j}$) correspond à la marche la plus forte (novembre 2021) de la courbe cumulée (en bleu) de la Figure 38. Le volume correspondant (autre le fait que sa valeur est questionable) est susceptible d'avoir été directement évacué en mer, sans contribuer (dans sa totalité) à l'alimentation de la zone humide.

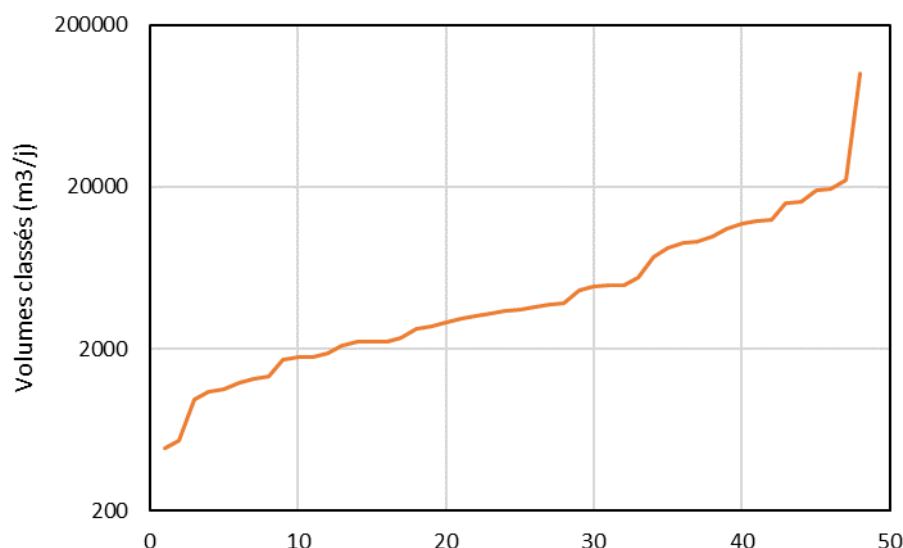


Figure 39 : Courbe classée des volumes journaliers pompés par le groupe de pompes « Pluie »

La Figure 40 présente le volume pompé cumulé de la station de relevage de Narbonne plage en écrêtant la valeur questionable de novembre 2021 ($102\,000\text{ m}^3/\text{j}$) à une valeur de $23\,000\text{ m}^3/\text{j}$. La courbe cumulée des débits pompés montre une évolution très similaire à celle des précipitations. Le volume annuel moyen apporté à la zone humide à considérer sur cette période de suivi serait donc de l'ordre de $84\,000\text{ m}^3/\text{an}$.

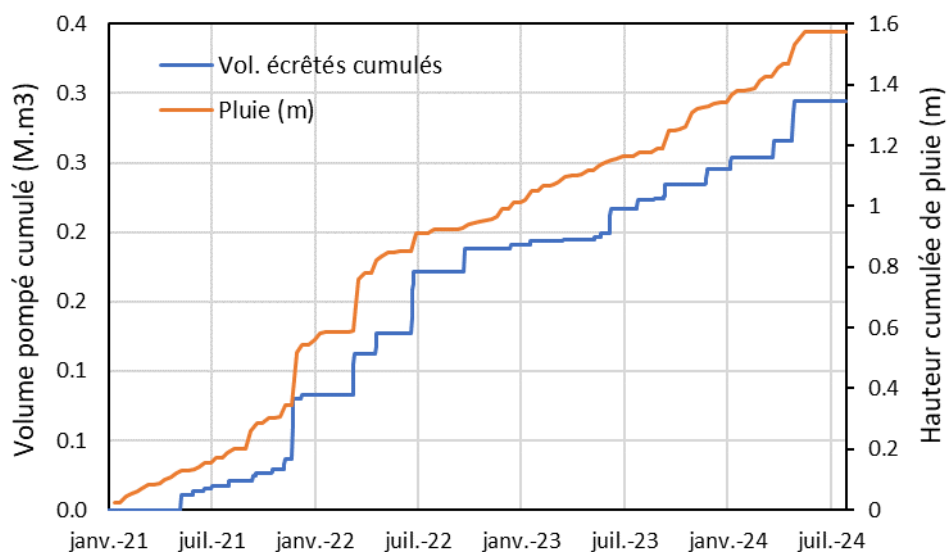


Figure 40 : Volume pompé cumulé de la station de relevage de Narbonne plage (en écrêtant la valeur questionable de novembre 2021) et hauteur d'eau cumulée enregistrée à la station de Narbonne

4. Interprétation des résultats

4.1. Fonctionnement hydrique de la zone humide

La Figure 41 schématise les flux hydriques mis en jeu dans la zone humide.



Figure 41 : Flux hydriques en jeu dans la zone humide (flux potentiels entrants en bleu et sortants en orange)

Les flux potentiels entrants sont les suivants :

- A l'extrême Sud-Ouest, apport d'eau superficielle depuis le secteur du Domaine de la Grande Roquette, par le canal Sud passant sous le pont de la voie rapide. Cet apport ne peut avoir lieu

que lorsque le canal de drainage situé le long de la voie rapide (côté Ouest) déborde par-dessus le fond en béton du pont de la voie rapide. Notons que l'écoulement sous le pont peut être dans les deux sens. Lors de la dernière campagne d'échantillonnage, l'écoulement était en effet légèrement remontant vers le Nord-Ouest (donc sortant de la zone humide). L'entrée d'eau dans le canal Sud survient a priori rarement (que lorsque le canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide déborde) et ne contribue par ailleurs pas réellement à l'apport d'eau à la zone humide à cause de la topographie basse du canal Sud le long du parking du Languedoc permettant une évacuation directe de l'eau vers la plage. L'apport d'eau par le canal Sud est donc très rare et non significatif pour la zone humide.

- A l'extrême Nord, apport d'eau par la station de relèvement des eaux pluviales de Narbonne-Plage. Cet apport représenterait selon les données récupérées environ 84 000 m³/an. Cet apport d'eau contribue à maintenir un plan d'eau (zone d'affleurement de la nappe) pérenne dans la partie Nord de la zone humide et une alimentation de la nappe phréatique d'eau douce dans cette partie Nord de la zone humide.
- Sur toute l'étendue de la zone humide :
 - Apport des pluies. Les données sont connues par la station Météo-France de Narbonne. Des données météorologiques étaient mesurées à la station INRA de Gruissan, mais celles-ci ne semblent plus mesurées ou disponibles.
 - Evapotranspiration depuis la zone humide. L'évapotranspiration potentielle (ETP) est connue, mais son exercice (ET réelle) dépend du prélèvement de la végétation et de la profondeur de l'enracinement. Etant données l'importante végétation du site et la faible profondeur de l'eau, on peut penser que l'ETP s'exprime totalement (actuellement proche de 1300 mm), voire plus si l'on prend en compte un coefficient cultural supérieur à 1. En Crau par exemple, le coefficient cultural d'une zone de marais à sol humide a été considéré de 1,2 par le SYMCRAU.
 - Apport souterrain depuis le secteur du Domaine de la Grande Rouquette, s'écoulant sous la forme d'un biseau salé (Figure 12). Cet apport n'est actuellement directement observable que dans le fond du canal Sud où il maintient en tout temps une petite mare. Dans le reste de la zone humide, cet apport peut exister potentiellement et pourrait alors permettre de maintenir une nappe phréatique d'eau douce peu profonde assurant l'alimentation en eau de la végétation.

Au contact avec la plage, l'écoulement souterrain du biseau salé provenant de l'Ouest se poursuit vers le rivage. Tel que discuté précédemment, l'écoulement du biseau salé conduit à l'émergence des eaux douces au contact avec les eaux salées. Cette émergence a lieu à la limite de l'estran (ligne des hautes eaux de marée). Cette limite semble correspondre à la bordure de la zone humide. L'écoulement d'eau douce en aval de la zone humide serait donc faible, même si des traces d'humidité sont presque toujours visibles au niveau de l'estran.

La piézométrie de la nappe dans la zone humide peut être estimée par l'altitude des affleurements d'eau présents : ~1.3 mNGF dans le canal d'évacuation des eaux pluviales de Narbonne Plage (au niveau du plan d'eau pérenne), et ~0.5 mNGF dans le canal Sud (au niveau de la mare quasi pérenne). La piézométrie est plus élevée dans la partie Nord du fait de l'apport d'eau par la station de relèvement des eaux pluviales de Narbonne Plage. Notons que ce gradient piézométrique dirigé vers le Sud (Sud-Ouest), est par ailleurs conforme au gradient hydraulique existant dans le canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide, évacuant les eaux drainées vers le Sud-Ouest.

Avec les informations disponibles, un bilan global entrée-sortie de la zone humide peut être tenté :

- Apports par la pluie : la superficie de la zone humide est d'environ 52 000 m² et la pluie moyenne des dernières années de l'ordre de 520 mm/an, donnant un flux météorique de 27 000 m³/an.
- Apports par la station de relèvement des eaux pluviales de Narbonne Plage : selon les données transmises le volume annuel moyen effectivement contribué à la zone humide serait de l'ordre de 84 000 m³/an.
- Reprise évaporatoire (par évapotranspiration) : considérant une évapotranspiration potentielle (ETP) d'environ 1280 mm/an et un coefficient cultural de 1,2, l'évapotranspiration réelle (ETR) représenterait un flux sortant de l'ordre de 80 000 m³/an.

Le surplus entrant (entrées – sorties) serait d'environ 31 000 m³/an. Cet excédent entrant serait évacué soit en direction de la plage au niveau de l'estran (où de l'humidité est toujours constatée), soit en direction du Domaine de la Grande Rouquette vers et au profit du canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide.

Toute la plaine du Domaine de Grande Rouquette étant drainée par un réseau de fossés, on peut en déduire que la nappe est sub-affleurante dans ce secteur. Le gradient piézométrique moyen de la nappe phréatique entre le pied du massif de La Clape et le littoral doit donc être globalement équivalent à celui du sol, donc de l'ordre de 0.75 %. Considérant le principe de la lentille douce de Ghyben-Herzberg présenté à la Figure 12, le débit d'écoulement de la nappe provenant de l'intérieur des terres pourrait être de l'ordre de 19 000 m³/an. Ce débit, qui pouvait potentiellement alimenter la zone humide par le passé comme le montrent les anciennes photographies aériennes (en particulier celles des Figure 6 et Figure 8), semble maintenant drainé par le canal situé à l'Ouest de la voie rapide et évacué en direction du Sud-Ouest.

Le canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide aurait donc un double rôle négatif envers la zone humide : d'un côté il intercepterait les eaux provenant du secteur du Domaine de la Grande Rouquette, et d'un autre côté il drainerait une partie de eaux entrant dans la zone humide par la pluie ou par la station de relèvement de Narbonne Plage. Rappelons que ce drainage a été indirectement constaté par l'observation d'un débit sortant de la zone humide sous le pont de la voie rapide.

4.2. Durabilité hydrologique de la zone humide

Les résultats obtenus dans le volet hydrologique de l'étude montrent que :

- La zone humide est récente et correspondait précédemment à une zone sableuse (plage) sans végétation jusqu'à l'aménagement de la voie rapide vers 1974.
- Les divers aménagements survenus dans ce secteur depuis les années 1970 (voie rapide, canal d'évacuation de la station de relèvement des eaux pluviales de Narbonne Plage, dépôt de sable dans la partie haute de la plage) ont favorisé l'installation de dunes et le développement de la zone humide.
- Aucun plan d'eau naturel n'existait auparavant. Le principal plan d'eau aujourd'hui présent dans la zone humide (situé dans la partie Nord de celle-ci) correspond au canal creusé pour l'évacuation des eaux pluviales de Narbonne-Plage. La petite zone en eau (mare) présente dans la partie Sud-Ouest de la zone humide correspond au fond du canal Sud surcreusé lors de

l'aménagement de la voie rapide, et vraisemblablement destiné à éviter l'inondation de la partie basse du Domaine de Grande Rouquette situé à l'Ouest de la voie rapide.

- L'alimentation en eau de la zone humide comporte trois composantes d'importances très différentes ; les eaux pluviales de Narbonne Plage (apportées par la station de relèvement), la pluie tombant sur la zone humide, et les écoulements souterrains du biseau salé en provenance du secteur du Domaine de la Grande Rouquette s'ils sont toujours actifs (le canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide semblant intercepter une grande partie ou la totalité de ce flux).
- Les sorties d'eau sont principalement dues à l'évapotranspiration, et pour une moindre part au drainage prenant place vers l'Ouest au profit du canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide, et aux écoulements évacués sur la plage dans l'estran où une humidité permanente est observée.

D'un point de vue quantitatif et qualitatif, il ne paraît pas opportun de diminuer l'apport relié à l'évacuation des eaux pluviales de Narbonne Plage puisqu'il représente vraisemblablement la majeure partie des apports actuels à la zone humide. Il faudra cependant vérifier que ce flux n'amène pas de charges importantes de nutriments (azote et phosphore). Les concentrations de nutriment actuellement apportées sont faibles et n'induisent pas de risque majeur d'eutrophisation, même si des manifestations d'eutrophisation sont parfois observables dans le plan d'eau situé au Nord de la zone (canal d'évacuation des eaux pluviales de Narbonne Plage).

Notons qu'une remise en état des réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales de Narbonne-Plage semblent en cours, ce qui ne pourra qu'éviter des problèmes de débordement d'eaux usées (chargées en azote et phosphore) dans le réseau pluvial.

Sur les deux autres flux entrants (pluie et apport souterrain depuis le secteur du Domaine de la Grande Rouquette), aucune intervention directe ne semble possible.

Rappelons que les précipitations diminuent régulièrement depuis plusieurs décennies, alors que l'évapotranspiration potentielle augmente de son côté. Le déficit hydrique augmente ainsi de façon importante sous l'effet croisé de ces deux évolutions.

Indépendamment de cette baisse des précipitations et de cette augmentation de l'évapotranspiration, il est également requis de prendre en compte l'élévation du niveau de la mer et le recul du trait de côte. A Narbonne-Plage et Gruissan, une étude du Parc de la Narbonnaise estime le recul entre 1 et 2,5 m/an, avec une élévation possible du niveau de la mer de 60 cm d'ici 2050. Une telle élévation pourrait se répercuter par une avancée de la limite de l'estran vers ou même dans la zone humide, et par une baisse corolaire importante de la nappe d'eau douce dans la zone humide du fait de son drainage exacerbé vers le canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide. La zone humide pourrait ainsi subir à la fois une baisse des apports d'eau douce et une salinisation des sols par l'évaporation d'eaux saumâtres.

Finalement, il est important de se souvenir que cette ancienne zone de plage (relativement basse en altitude) s'est peu à peu recouverte de dunes sableuses éoliennes. La végétalisation récente de ce secteur de dunes favorise par ailleurs la sédimentation éolienne et donc l'ensablement de ce secteur. Ceci résulte en une élévation du niveau du sol dans la zone humide et donc dans la perte de sa signature humide.

Les aménagements possibles de cette zone humide ne peuvent donc viser la restitution de son état naturel antérieur, puisque la zone humide n'existait pas en tant que telle. Force est de constater que

c'est l'anthropisation de ce secteur qui a permis l'apparition d'une zone humide relativement diversifiée en termes de contextes hydrologiques. Les aménagements possibles sont donc à penser dans le sens du maintien de cette diversité, malgré ou en tenant compte des contraintes majeures auxquelles la zone humide doit faire face, à savoir :

- La sédimentation éolienne prenant place dans la zone et conduisant en la mise en place de dunes et en une élévation du niveau du sol ;
- La baisse des précipitations et l'augmentation de l'évapotranspiration ;
- L'élévation du niveau de la mer entraînant une modification du biseau salé et donc de la localisation des sorties d'eau douces.

Trois fiches actions sont développées en ce sens :

- Limiter la sédimentation éolienne dans la zone humide.
- Maintenir une tranche d'eau suffisante dans les deux plans d'eau de la zone humide.
- Créer une alimentation artificielle de la zone humide depuis le canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide.

Finalement, il y a lieu de se questionner sur la pertinence de vouloir maintenir une zone humide inexistante dans le passé et qui depuis les premiers aménagements anthropiques a toujours été en constante évolution d'un point de vue sédimentaire, hydrologique, climatique et écologique. Etant donnée la profusion de zones humides historiques et pérennes à l'Ouest de la voie rapide, il semblerait pertinent de viser plutôt l'acquisition de certaines de ces zones humides pour la sanctuarisation du secteur et la réalisation d'un éventuel parcours naturaliste. Ceci permettrait d'offrir un regard sur deux environnements particuliers : celui d'un système dunaire en évolution et celui d'une zone humide historique et pérenne. Les trois fiches actions présentées ci-après devraient être lues et évaluées dans une telle perspective.

5. Fiches actions proposées

Fiche action 1 : Limiter la sédimentation éolienne dans la zone humide



Constat : La zone humide n'existait pas en tant que telle avant l'anthropisation du secteur. Une des principales modifications du secteur a été la mise en place de dunes éoliennes sous l'effet croisée des aménagements anthropiques et de la végétalisation subséquente du secteur. La sédimentation dunaire entraîne une élévation du niveau du sol dans la zone humide, un comblement des dépressions et de façon corolaire une baisse relative (par rapport à la surface du sol) du niveau de la nappe phréatique.

Méthodologie : L'arrêt de la sédimentation éolienne est impossible. Le seul levier sur lequel il est possible de jouer est de déplacer la zone de sédimentation plus en avant sur la plage afin de limiter l'accumulation de sable dans la zone humide. Des techniques de génie écologique ont fait leurs preuves pour l'installation de dunes éoliennes semi-naturelles (plantation d'espèces végétales, couvertures de branchages, clôtures brise-vent). Trois techniques pourraient être combinées pour créer un cordon dunaire en avant de la zone humide :

- Couverture de branchage : couvertures planes de branchages fins étalés manuellement et/ou couvertures mécaniques de gros branchages. Cette technique crée des conditions favorables à la végétalisation par piégeage de graines, augmentation de la rétention d'eau et apport d'éléments minéraux et organiques.
- Brise-vents : obstacles verticaux de perméabilité et de hauteur variable, réduisant la vitesse du vent à proximité du sol et provoquant le dépôt du sédiment transporté. Le mode d'implantation le plus efficace est une succession de rideaux parallèles, perpendiculairement aux vents dominants. Il peut s'agir de barrières en lattes (ex. casiers ganivelles) ou de filets en fibre végétale.
- Plantations : sur les dunes ne subissant pas une fréquentation excessive, la dynamique naturelle suffit en général pour assurer une colonisation végétale satisfaisante en recouvrement et en diversité. En cas de besoin, divers végétaux peuvent être utilisés pour la plantation en zone dunaire. La principale espèce utilisée est l'Oyat, dotée de fortes adaptations au milieu. Elle est très résistante à l'ensablement grâce à l'émission de rhizomes qui se

développe au fur et à mesure de son recouvrement. D'autres végétaux peuvent être plantés ou semés sur les dunes (chiendent des sables, armoise de Lloyd, Immortelle des dunes). Le chiendent des sables, très résistant à la salinité, est mieux adapté que l'Oyat en pied de versant externe des cordons dunaires.

Dans un premier temps, la mise en place de systèmes brise-vent de type casiers de ganivelles semblerait pertinente et suffisante. Dans tous les cas, une étude préalable devrait être réalisée par des spécialistes de la dynamique dunaire afin de calculer et positionner de tels systèmes brise-vent.

Localisation : Le cordon de casiers de ganivelles pourrait être implanté à une distance de 50 m de la zone actuellement végétalisée. La longueur du cordon faisant face à la zone humide serait de 450 m.

Moyens nécessaires : Achats et installation des casiers de ganivelles.

Une étude préalable devrait être réalisée par des spécialistes de la dynamique dunaire. Deux organismes pourraient être également consultés : (1) l'Université de Bretagne Sud qui propose un procédé de casiers de ganivelles (procédé Algobox) ; (2) l'ONF, en charge d'une mission d'intérêt général de contrôle de l'érosion dunaire, confiée par le ministère chargé des forêts.

Estimation des coûts : Le coût d'achat et d'installation des casiers de ganivelles en avant de la zone humide pourrait être de l'ordre de 85 000 € sur la base de la récente installation (2024) de tels casiers à Plœmeur (Morbihan). Ces prix seront bien entendu à réviser en fonction de la configuration proposée par les spécialistes de la stabilisation sédimentaire dunaire.

Calendrier de réalisation : Etude préalable : 1^{er} semestre 2025. Appel d'offres et enquête publique : second semestre 2025. Installation : premier semestre 2026.

Demandes d'autorisation nécessaires : L'installation de casiers de type ganivelles nécessitera :

- Vérification de l'état de propriété du lieu d'installation des casiers ;
- Permis d'aménager, avec consultation du public conformément à l'article L 121-24 du code de l'urbanisme ;
- Consultation du Parc Naturel Régional (la zone humide étant sur l'emprise du Parc) ;
- Eventuel dossier à constituer du fait du classement de la zone et de la plage en ZNIEFF de type I et II ;
- Vérification des éventuelles autorisations requises au titre de la Loi Littorale.

Le site est classé en « Mesures compensatoires prescrites des atteintes à la biodiversité » impliquant que des mesures compensatoires soient mises en œuvre lorsque la biodiversité est dégradée par un projet d'aménagement, et que les mesures visant à réduire ou à éviter les impacts de ce projet sont insuffisantes. L'action prévue ne devrait pas s'appliquer à cette situation mais le dépôt d'un dossier sera cependant peut-être requis.

La zone humide n'est pas classée Natura 2000.

Fiche action 2 : Maintenir une tranche d'eau suffisante dans les deux plans d'eau de la zone humide



Constat : L'ensablement de la zone humide, la baisse des précipitations et l'augmentation de l'évapotranspiration concourent à amoindrir la tranche d'eau libre présente dans les deux plans d'eau de la zone humide. Le plan d'eau du canal Sud (au débouché du pont de la voie rapide) est quasiment à sec durant toute la période de basses eaux. Le plan d'eau d'évacuation des eaux pluviales de Narbonne Plage atteint un niveau très bas durant cette période, limitant la hauteur d'eau libre, augmentant la température de l'eau et favorisant l'eutrophisation.

Méthodologie : L'objectif de cette action est le maintien d'une tranche d'eau suffisante dans chacun des plans d'eau pour la préservation de la diversité des habitats. Ceci consistera en un surcreusement des plans d'eau. Il pourra s'agir d'une zone de surcreusement unique par plan d'eau ou de plusieurs zones.

Il y aura lieu de localiser au mieux ces zones de surcreusement en regard des attentes écologiques et des impacts qu'aura le cheminement de l'engin d'excavation au travers de la zone humide. Il n'est pas conseillé d'exporter les sédiments excavés en dehors de la zone humide car la circulation de l'engin d'évacuation aura un impact supplémentaire sur la zone humide, et pourrait nécessiter des autorisations particulières.

La Figure 11 présentant la topographie de la zone humide fait ressortir deux dépressions topographiques dans la partie Sud de la zone humide. Ces deux dépressions pourraient éventuellement faire aussi l'objet d'un creusement pour l'aménagement de deux plans d'eau supplémentaires. Cette possibilité est évoquée ici mais elle ne fait pas partie du chiffrage présenté dans cette fiche.

Localisation : Plan d'eau Nord (évacuation des eaux pluviales de Narbonne Plage) et canal Sud (en aval du pont de la voie rapide). La localisation exacte des zones de surcreusement devra être définie sur la base de critères écologiques (habitats les plus pertinents) et de minimisation des impacts par la machinerie utilisée.

Moyens nécessaires : Rétro-pelle de faible poids (afin de limiter les impacts sur le milieu et le risque d'ensablement de la machine), mais de longue portée (pour permettre le creusement du canal Nord en milieu de chenal).

Estimation des coûts : Coûts minimes de l'ordre de 4000 € pour trois jours de travail. Notons qu'il s'agit de travaux à réaliser régulièrement (par ex. tous les 10 ans).

Calendrier de réalisation : Période à définir sur la base de la minimisation des impacts écologiques.

Demandes d'autorisation nécessaires : Le surcreusement des plans d'eau nécessitera :

- Consultation du Parc Naturel Régional (la zone humide étant dans l'emprise du Parc) ;
- Eventuel dossier à constituer du fait du classement de la zone en ZNIEFF de type I et II ;
- Vérification des éventuelles autorisations requises au titre de la Loi Littorale.

Le site est classé en « Mesures compensatoires prescrites des atteintes à la biodiversité » impliquant que des mesures compensatoires soient mises en œuvre lorsque la biodiversité est dégradée par un projet d'aménagement, et que les mesures visant à réduire ou à éviter les impacts de ce projet sont insuffisantes. L'action prévue ne devrait pas s'appliquer à cette situation mais le dépôt d'un dossier sera cependant peut être requis.

La zone humide n'est pas classée Natura 2000.

Fiche action 3 : Créer une alimentation artificielle de la zone humide depuis le canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide



Constat : La fondation en béton du pont de la voie rapide entrave l'écoulement d'eau superficielle depuis le canal situé à l'Ouest de la voie rapide vers la zone humide, sauf en cas de débordement du canal de drainage ne survenant que durant les épisodes orageux très importants. Par ailleurs, la construction de la voie rapide a vraisemblablement diminué ou supprimé les entrées d'eau souterraine provenant par le passé du secteur du Domaine de la Grande Rouquette. Finalement, la baisse des précipitations et l'augmentation de l'évapotranspiration a fait baisser l'apport d'eau à la zone humide. Un apport d'eau pourrait être envisagé au profit de la zone humide depuis le canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide.

Méthodologie : L'action viserait à pomper de l'eau depuis le canal de drainage situé à l'Ouest de la voie rapide et de la transférer dans la zone humide. La Figure 11, présentant la topographie de la zone humide, fait ressortir deux dépressions topographiques dans la partie Sud de la zone humide (en couleur jaune vert). Il a été évoqué dans la fiche-action 2 que ces deux dépressions pourraient être surcreusées de façon à créer deux plans d'eau supplémentaires. Dans cette éventualité, un apport d'eau depuis le canal situé à l'Ouest de la voie rapide pourrait favoriser le maintien du niveau d'eau et le renouvellement de l'eau dans ces deux plans d'eau et dans celui du canal Sud (voisin du pont de la voie rapide).

Localisation : Installation de l'éolienne de pompage sur le bord du canal situé à l'Ouest de la voie rapide. Passage de la conduite d'eau sous le pont de la voie rapide. Dans l'éventualité d'un système éolienne électrique + pompe électrique, l'éolienne pourrait être installée dans la zone humide.

Moyens nécessaires :

Nous préconisons l'installation d'une éolienne de pompage (fonctionnant au vent), ou éventuellement d'une installation couplant éolienne électrique et pompe électrique. La première solution impliquera l'installation de l'éolienne de pompage du côté Ouest de la voie rapide. La seconde solution permettra l'installation de l'éolienne électrique sur la zone humide. L'acheminement de l'eau se fera par tuyau polyéthylène PE d'irrigation.

Plusieurs sociétés françaises proposent des éoliennes de pompage (Ecolabenergies, Eolienne-le-mistral, Harel-eolien, Ineole).

Estimation des coûts : 12 000 € pour le système de pompage, le tuyau PE et l'installation. 4 000 € pour le creusement de deux nouveaux plans d'eau.

Calendrier de réalisation : Période à définir sur la base de la minimisation des impacts écologiques.

Demandes d'autorisation nécessaires : Le surcreusement des plans d'eau, l'installation de l'éolienne et du tuyau d'alimentation nécessitera :

- Vérification de l'état de propriété du lieu d'installation de l'éolienne ; si requis entente avec le propriétaire pour l'installation ;
- Permis pour le passage des tuyau PE ;
- Consultation du Parc Naturel Régional (la zone humide étant dans l'emprise du Parc) ;
- Eventuel dossier à constituer du fait du classement de la zone en ZNIEFF de type I et II ;
- Vérification des éventuelles autorisations requises au titre de la Loi Littorale.

Une éolienne de moins de 12 m (mât + nacelle) peut être implantée sans autorisation préalable, ni permis de construire.

Le site est classé en « Mesures compensatoires prescrites des atteintes à la biodiversité » impliquant que des mesures compensatoires soient mises en œuvre lorsque la biodiversité est dégradée par un projet d'aménagement, et que les mesures visant à réduire ou à éviter les impacts de ce projet sont insuffisantes. L'action prévue ne devrait pas s'appliquer à cette situation mais le dépôt d'un dossier sera cependant peut être requis.

La zone humide n'est pas classée Natura 2000.