

**Document n° 73** : Carte du périmètre inondable, zoom au 1/5000<sup>ème</sup> au niveau de Marquise – extrait de l'Atlas des Zones Inondables.



## 7. ANALYSE HYDROLOGIQUE DETAILLEE POUR LA MODELISATION

### 7.1 Analyse statistique

Les objectifs de l'analyse hydrologique sont les suivants :

- Déterminer les hydrogrammes d'entrée du modèle hydraulique a minima pour les crues de projet  $Q_{10}$  et  $Q_{100}$  (d'autres périodes de retour seront déclinées également) ;
- Déterminer les caractéristiques des crues historiques servant de crues de calage pour le modèle hydraulique. ;

La méthode qui sera utilisée pour définir les crues synthétiques de projet sera essentiellement basée sur la méthode QdF développée par le CEMAGREF (devenu IRSTEA) pour les quantiles de crues observables ( $Q_{10}$ ) et l'extrapolation aux quantiles de crues rares ( $Q_{100}$ ). L'estimation des hydrogrammes centennaux sera conduite avec la méthode du Gradex esthétique développé également par le CEMAGREF.

Les données nécessaires à la méthodologie retenue seront issues des stations hydrométriques. La méthode du Gradex nécessitera l'exploitation de données météorologiques.

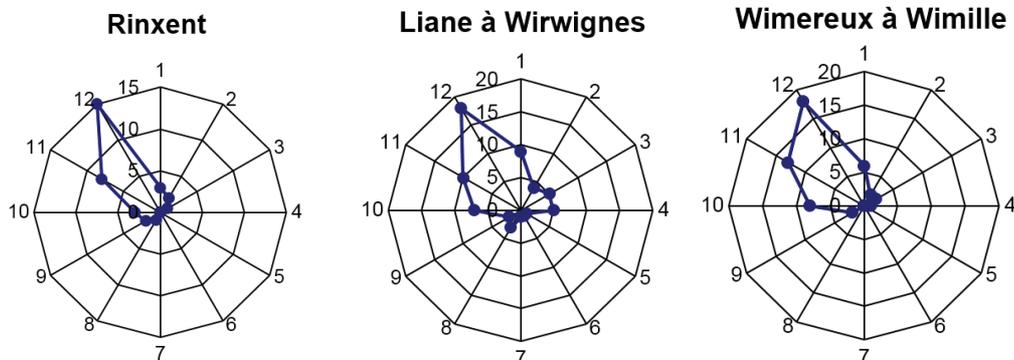
Dans le cadre de *l'étude hydrologique et hydraulique des bassins versants du Boulonnais*, PROLOG Ingénierie a réalisé l'analyse statistique des débits aux stations hydrométriques sur la Slack, la Liane et le Wimereux.

L'analyse sur la Slack ci-après a pour objectif de valider ou consolider les quantiles de crue obtenus par PROLOG, en confrontant deux méthodes d'échantillonnage et d'ajustement à une loi statistique.

Rappelons que les données utilisées pour l'analyse statistique sur la Slack à Rinxent ne concernent que les valeurs après 1998 et l'utilisation de la dernière courbe de tarage en date.

## 7.1.1 Saisonnalité des crues

L'extraction des crues aux stations hydrométriques supérieures à un seuil et qui répondent à un critère de redescende entre événements sont les suivantes :



### Document n° 74 : Saisonnalité des crues

Il apparaît que majoritairement les bassins du Boulonnais analysés présentent un caractère saisonnier marqué avec des événements concentrés en fin d'automne et hiver.

## 7.1.2 Détermination des crues de projet par la méthode QdF

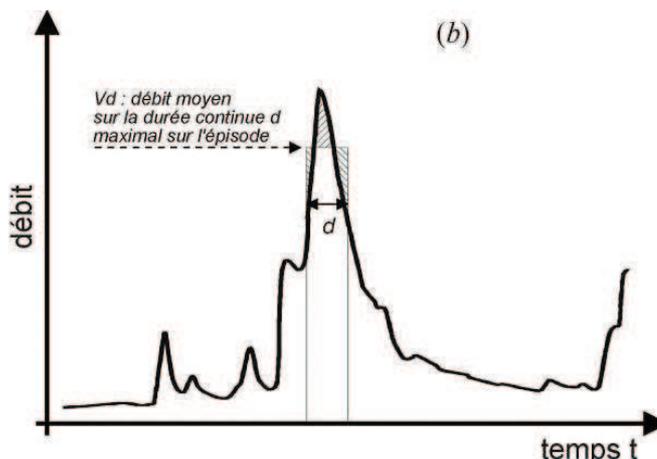
La station hydrométrique de Rinxent fait l'objet d'une analyse statistique basée sur la Méthode QdF développée par le CEMAGREF.

L'ajustement statistique classique d'un échantillon de débit de pointe ne permet qu'une connaissance partielle des crues. En effet, les crues se définissent par leur pointe mais aussi par leur volume. Un des objectifs de l'étude est de déterminer des zones d'expansion des crues, il apparaît alors indispensable de compléter l'analyse statistique classique en introduisant une dimension temporelle pour décrire plus précisément la dynamique des crues, notamment en termes de volume et de montée au pic.

La méthode QdF (débit Q – durée d – fréquence F), développée par le CEMAGREF permet de prendre en compte ces variables en intégrant la notion de durée au secteur étudié. Les courbes QdF obtenues sont ensuite exploitées pour construire des hydrogrammes synthétiques mono-fréquence (HSMF). L'avantage de l'HSMF est de garantir une homogénéité en probabilité sur les différentes variables utilisées pour le caractériser : débit de pointe, volume de crue sur différentes durées d, gradient de montée, débit de base.

La démarche QdF s'inscrit ainsi dans une démarche de quantification probabiliste de l'aléa hydrologique de façon analogue à l'approche IdF. On s'intéresse non plus uniquement aux statistiques des valeurs maximales instantanées mais on étend l'analyse aux caractéristiques relatives à différentes durées.

L'analyse QdF s'intéresse au débit moyen, moyenne glissante calculée sur la durée continue  $d$ , maximal sur l'épisode de crue, noté  $Vd$  (illustré par la figure ci-dessous). Ainsi, lorsque  $d=0$ ,  $Vd$  est égal au débit instantané maximal  $QIX$ .



**Document n° 75** : Illustration du principe de la moyenne glissante  $Vd$

En pratique, lorsque l'on dispose d'une série suffisamment longue, l'analyse se décline en deux étapes :

- Echantillonnage d'épisodes supérieurs à un seuil dont on extraira les caractéristiques maximales en  $Vd$  pour différentes durées ;
- Ajustement d'une loi de probabilité permettant d'associer une fréquence théorique ou période de retour à la variable de débit étudiée sur chacun des épisodes ou à toute autre valeur fixée.

Les débits de périodes de retour 1 à 10 ans peuvent être déduits directement des ajustements QdF au droit des stations hydrométriques de la zone d'étude. Pour les périodes de retour supérieures à 10 ans (ex. :  $Q_{100}$ ) la méthode d'extrapolation par le Gradex est employée.

Les paragraphes suivants détaillent cette méthodologie et sont illustrés pour la station de Rincent (E105710).

### 7.1.3 Extraction de la dynamique de crue

La dynamique de crue est caractérisée par la montée de crue, la descente et par sa durée. On parlera de durée caractéristique  $\theta$ . Cette durée est appréciée à partir d'une sélection d'hydrogrammes sur une fenêtre autour des pics de crues majeures.

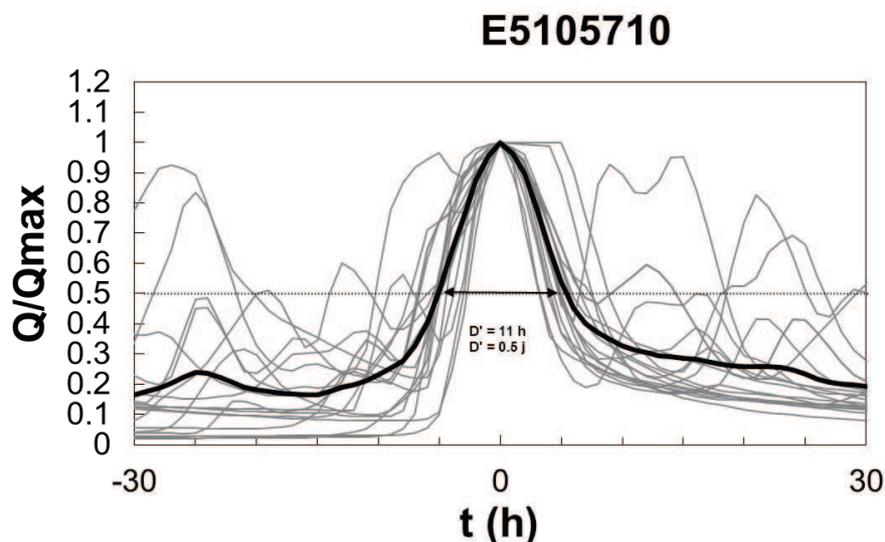
L'évènement le plus important pour chaque année hydrologique (maxima annuel) a dans un premier temps été extrait de la chronique de mesures. Tous ces hydrogrammes ont ensuite été rendus adimensionnels en les divisant par leur débit de pointe. Ces hydrogrammes « normés » ont donc un débit maximal de 1.

A partir de cet échantillon de crues normées, il est possible de concevoir un hydrogramme supposé représentatif du régime de crue par simple moyenne

arithmétique. Finalement, la durée caractéristique de crue  $\theta$  correspond au temps de dépassement de la moitié du débit de pointe de l'hydrogramme normé moyen ( $Q=1/2$ ).

La figure ci-dessous présente cette procédure. L'hydrogramme moyen de la station de Rinxent est tracé en noir, et en gris des événements qui ont conduit à son calcul.

**La durée caractéristique de crue pour cette station est donc d'environ 11 h, soit 0.5 jours.**



**Document n° 76 : Hydrogrammes de crue adimensionnels – La Slack à Rinxent**

#### 7.1.4 Volumes de crues générés sur différentes durées

La dynamique de crue est caractérisée par la montée de crue, la descente et par sa durée. On parlera de durée caractéristique  $\theta$ . Cette durée est appréciée à partir d'une sélection d'hydrogrammes sur une fenêtre autour des pics de crues majeures.

L'étude des volumes générés concerne six durées d'analyse, multiples de la durée caractéristique de crue  $\theta$ , à savoir 0,  $\theta/8$ ,  $\theta/4$ ,  $\theta/2$ ,  $\theta$  et  $2\theta$  (soit 0, 1.375h, 3h, 5,5h, 11h et 22h pour Rinxent). Ces durées sont communément employées lors d'analyse QdF.

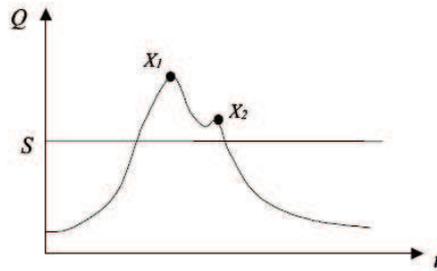
Les valeurs de référence nécessaires à l'élaboration des courbes QdF sont obtenues avec un échantillonnage des valeurs maximales d'un ensemble d'évènements, ceux-ci commençant et finissant lorsque le débit passe au-dessus puis au-dessous d'un seuil fixé. Ainsi, pour cet échantillonnage sup-seuil sont retenues la valeur maximale et la date d'apparition de chaque évènement.

L'estimation des quantiles de crue repose sur l'étude conjointe :

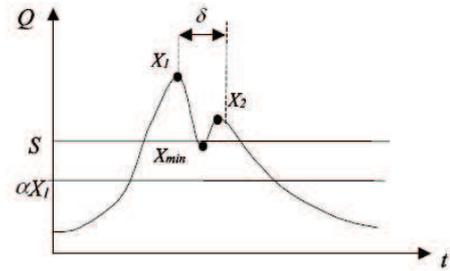
- du processus d'occurrence (méthode du renouvellement), à partir du nombre  $m(i)$  d'évènements sélectionnés chaque année  $i$  ;
- de la distribution fréquentielle du maximum des évènements  $X_s$  supérieurs au seuil  $S$ , permettant de définir la fréquence théorique de chaque épisode, exprimée en termes de retour  $T$ .

L'extraction des valeurs supérieures à un seuil est plus délicate que son homologue par maximum annuel. Il faut notamment veiller à respecter l'indépendance des événements et assurer la robustesse des estimations des paramètres de lois ajustées et ainsi la robustesse des valeurs des quantiles.

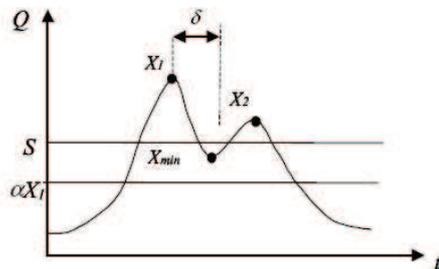
Les figures ci-dessous présentent plusieurs configurations types.



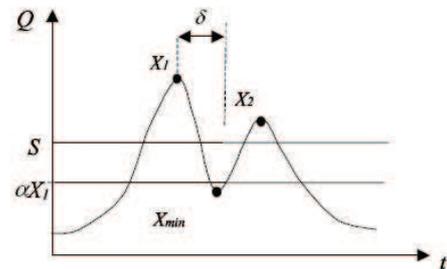
(1) :  $X_2$  est un maximal local, le débit n'est pas redescendu en dessous du seuil  $S$ , seule la valeur  $X_2$  est conservée



(2) : entre  $X_1$  et  $X_2$ , le débit est redescendu sous le seuil  $S$ , (deux événements sont identifiés) mais reste supérieur à  $\alpha X_1$  ; de plus l'espacement temporel requis n'est pas vérifié ; seule la valeur  $X_1$  est conservée



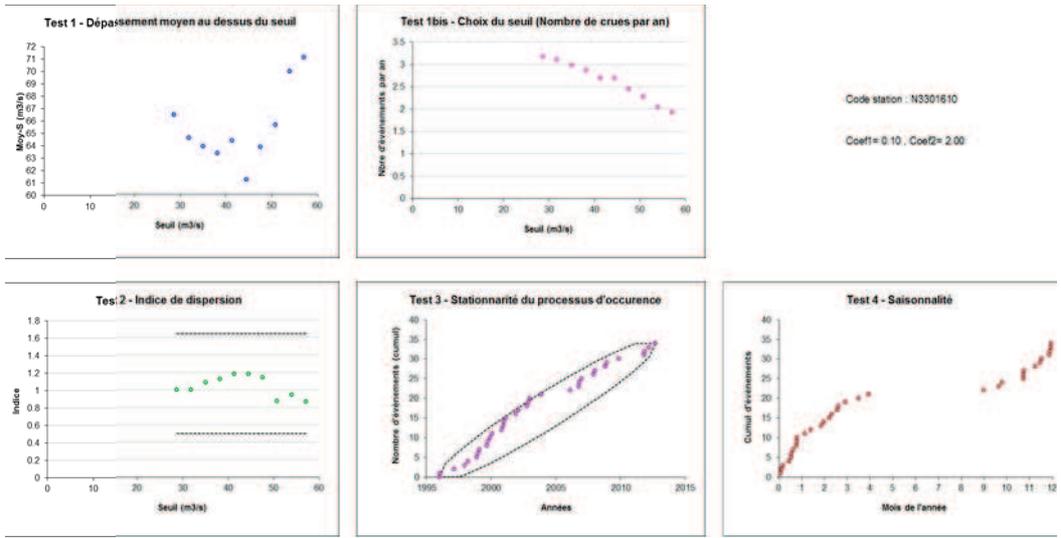
(3) : entre  $X_1$  et  $X_2$ , le débit est redescendu en dessous du seuil  $S$ , deux événements sont donc identifiés ; la contrainte temporelle est respectée mais le débit n'est pas redescendu en dessous de  $\alpha X_1$  ; seule la valeur  $X_1$  est conservée



(4) : entre  $X_1$  et  $X_2$ , le débit est redescendu en dessous du seuil  $S$ , deux événements sont donc identifiés ; les deux contraintes d'indépendance sont respectées ;  $X_1$  et  $X_2$  font partie de l'échantillon

**Document n° 77 : Illustrations des modalités d'extraction des valeurs supérieures à un seuil**

La difficulté majeure est d'attribuer des valeurs pertinentes aux paramètres d'échantillonnage que sont le seuil, le critère d'espacement et le critère de redescente. Une démarche itérative permet de confirmer ou non le choix des valeurs de ces paramètres.



**Document n° 78 : Exemple de tests de choix de paramètres d'échantillonnage**

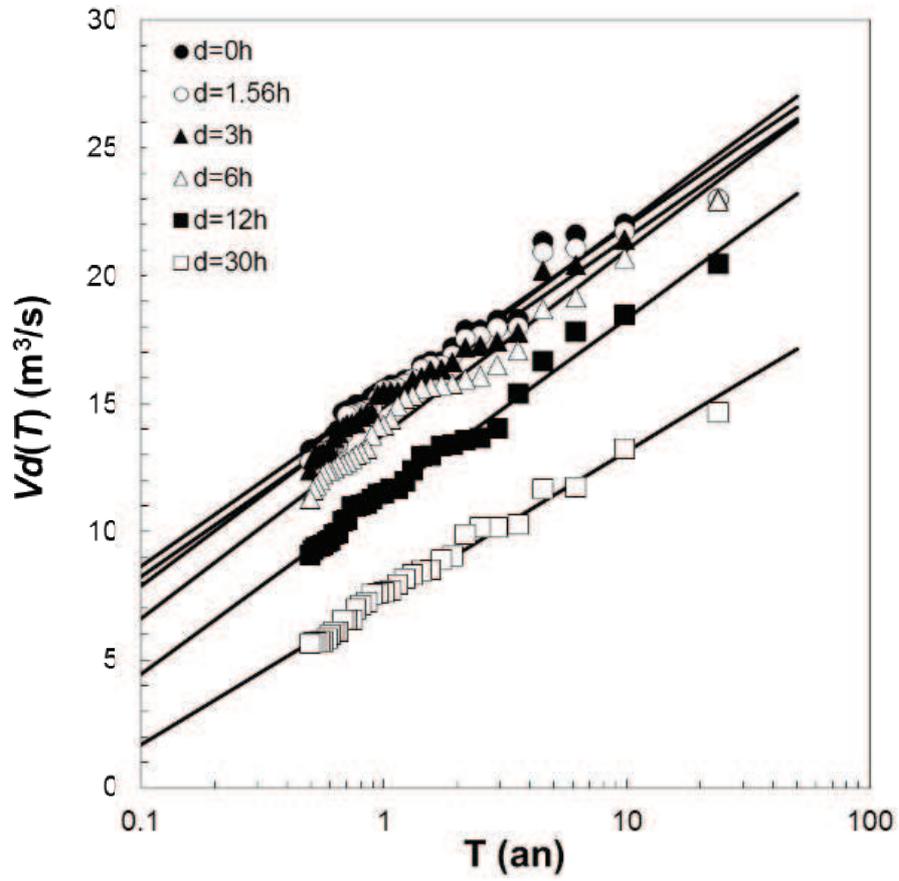
L'objectif est évidemment de trouver le meilleur jeu de paramètres d'échantillonnage pour chacune des durées étudiées. Une fois l'échantillonnage réalisé, il est possible d'extraire les courbes QdF de la station.

### 7.1.5 Courbes QdF

Les courbes QdF sont définies suite à un ajustement d'une loi exponentielle sur chaque échantillon de données  $V_d$ . Cette loi décrit correctement les échantillons jusqu'à une période de retour communément admise de 10 ans.

Les graphiques ci-dessous présentent les courbes QdF pour la station de Rinxent : le faisceau de courbes QdF décrit les variations de  $V_d$  en fonction de la durée  $d$  et de la période de retour  $T$ . Les débits de pointe correspondent à  $d=0$ .





**Document n° 79** : Courbes QdF - ajustement de la loi exponentielle obtenues (individuellement pour chaque durée).

Les tableaux des quantiles obtenus par ajustement d'une loi exponentielle pour chaque échantillon  $V_d$  peuvent ensuite être extraits.

Synthèse des quantiles de débits  $V_d(T)$ , individuel – Rinxent :

Quantiles $V_d(T)$ ( $m^3/s$ )						
$d$ (jour)						
T (an)	0	0.065	0.125	0.25	0.5	1.25
1	15.3	15.0	14.9	13.8	11.4	7.4
2	17.3	17.1	16.9	16.0	13.5	9.1
5	20.0	19.9	19.5	18.8	16.3	11.4
10	22.0	20.9	21.5	21.0	18.4	13.1

Les colonnes pour la durée  $d=0$  correspondent aux débits de pointe pour les différentes périodes de retour.

**Le débit décennal obtenu par ajustement statistique est de  $22 m^3/s$  ; le quantile obtenu par PROLOG est de  $21 m^3/s$ , la Banque Hydro affiche un débit décennal de  $22 m^3/s$  également.**

Notre estimation est légèrement supérieure à celle obtenue précédemment, de 5%. Ce qui permet néanmoins de confirmer les résultats obtenues. La faible différence peut toutefois s'expliquer par :

- Une chronique de débits tenant compte des crues de décembre 2014 ( $21,6 m^3/s$ ) et début 2015 ( $22 m^3/s$ ), ce qui n'est pas le cas de l'analyse réalisée par PROLOG.
- Une méthode d'échantillonnage différente, nous avons opté pour une méthode sup-seuil (2 événements/an) alors que PROLOG a travaillé sur les maximums annuels. En augmentant la taille de l'échantillon, la méthode sup-seuil permet des analyses statistiques plus robustes, notamment dans l'estimation des débits de période de retour plus importants.
- Un ajustement statistique à une loi exponentielle, là où PROLOG a choisi d'ajuster à une loi de Gumbel.

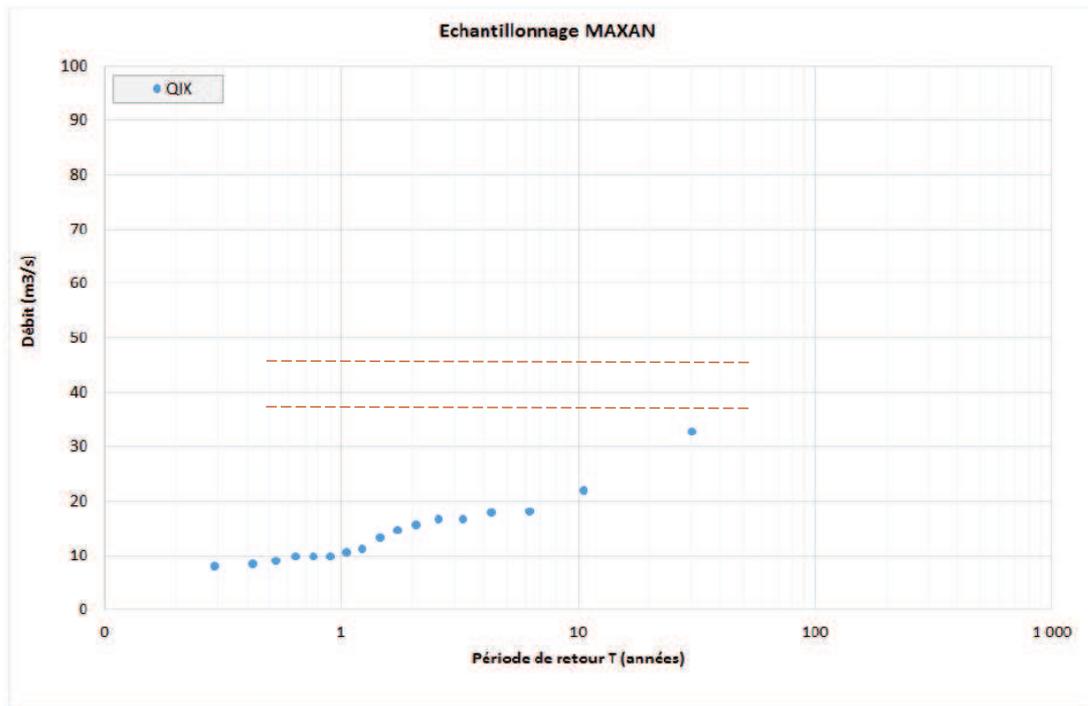
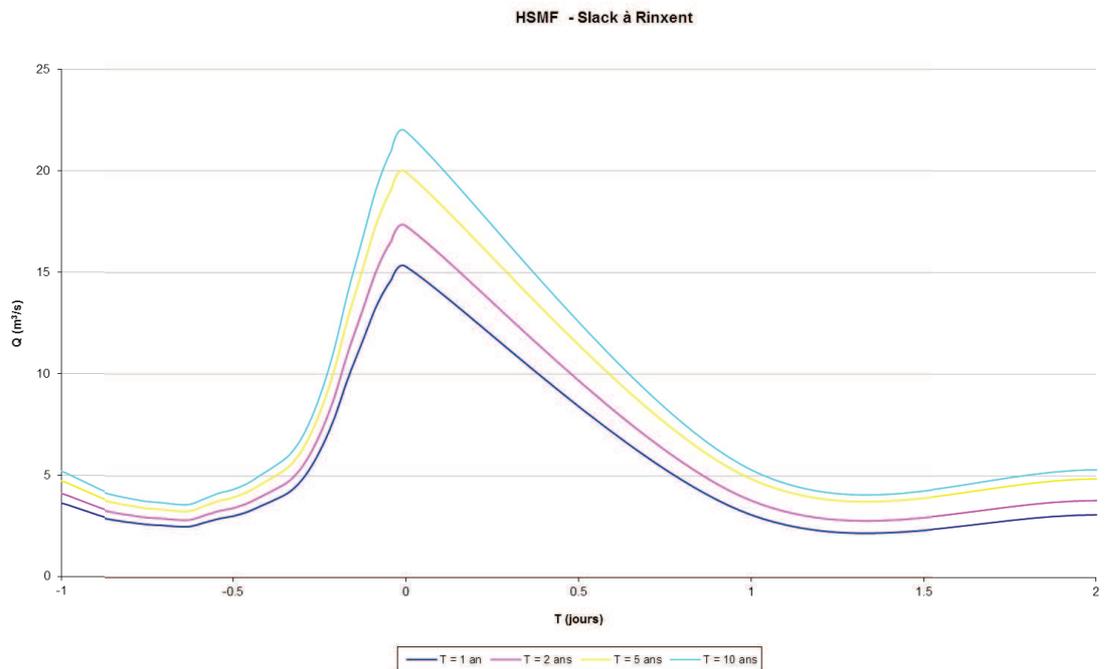


Figure 50: Échantillon des débits de pointe sur la station de Rinxent

**Document n° 80** : Échantillon de débits utilisé par PROLOG, on constate qu'il n'y a qu'une valeur retenue entre 20 et 30 m<sup>3</sup>/s.

Ce travail statistique sur les données hydrométriques a permis de calculer les débits de crue de période de retour allant jusqu'à 10ans.



**Document n° 81** : HSMF de la Slack à Rinxent, jusqu'à T10ans

Par ailleurs, il est nécessaire d'estimer les hydrogrammes sur les bassins versants « naturels » du Bazinghen, du Crembreux et sur la Slack en aval de la confluence avec le Crembreux puisqu'ils constitueront les conditions aux limites amont du modèle hydraulique ou des points de contrôle du modèle hydrologique de transformation pluie-débit. Nous traiterons séparément le cas des bassins versants sous l'influence des carrières présents sur le secteur d'étude. C'est pourquoi la méthode QdF qui valorise au maximum les données existantes (postulant que ce sont les données les plus fiables pour une analyse hydrologique) ne peut suffire dans le présent cas.

De nombreuses formulations sont disponibles en hydrologie. Nous avons choisi de définir les hydrogrammes du Crembreux et du Bazinghen (en amont des carrières) par une relation de Myer qui est une formulation des méthodes régionales (de type Crupedix). Ce choix se justifie par :

- Notre expérience dans de nombreux projets similaires qui ont démontré la robustesse de cette formulation ;
- Le fait que cette méthode valorise également au maximum la donnée existante sur les bassins versants adjacents ;
- L'analyse des résultats des études antérieures qui ont balayées un grand nombre des formulations disponibles pour au final retenir ce formalisme.

Les méthodes d'extrapolation régionale postulent que sur des bassins versants homologues le rapport des débits est égal au rapport des surfaces élevé à la puissance 0,8 ce qui traduit la non linéarité des processus en hydrologie et de fait des effets non additifs. L'hypothèse la plus forte à valider pour ce type de relation est que les bassins versants comparés sont bien homologues. C'est pourquoi nous avons réalisé une étude comparative des différents paramètres qui interviennent dans la genèse des crues ainsi qu'une étude morphologique des différents bassins versants.

L'analyse a mis en évidence que l'on pouvait lier le bassin versant de la Slack drainé à Rinxent à la partie « naturelle » de ceux du Bazinghen et du Crembreux. La partie naturelle désigne la zone des bassins versants dont la production hydrologique n'est pas influencée par la présence des carrières.

### 7.1.6 Extrapolation aux fréquences rares (méthode du Gradex « esthétique »)

La détermination des débits extrêmes est toujours délicate. Elle peut se faire directement depuis l'ajustement statistique réalisé ou à partir de l'application de la méthode du Gradex développée en France par Guillot et Duband (1967) et qui exploite la liaison pluie-débit pour les fortes crues. Cette approche probabiliste simplifiée sert de base au dimensionnement des évacuateurs de crue des grands barrages en France (crue de projet de période de retour supérieure à 1000 ans).

Cette méthode se base sur les principes suivants :

- A partir d'un certain état de saturation du bassin versant, tout accroissement de pluie génère un accroissement égal du volume écoulé dans le même laps de temps. C'est-à-dire qu'à partir d'un état de saturation seuil, l'ensemble des pluies précipitées ruisselle sur le bassin versant ;

- On considère généralement que cet état est atteint asymptotiquement. Les débits extrêmes sont alors extrapolés à partir du débit seuil grâce aux données pluviométriques.

La méthode du Gradex est ainsi utilisée dans l'étude pour la détermination du débit centennal, en particulier pour les raisons suivantes :

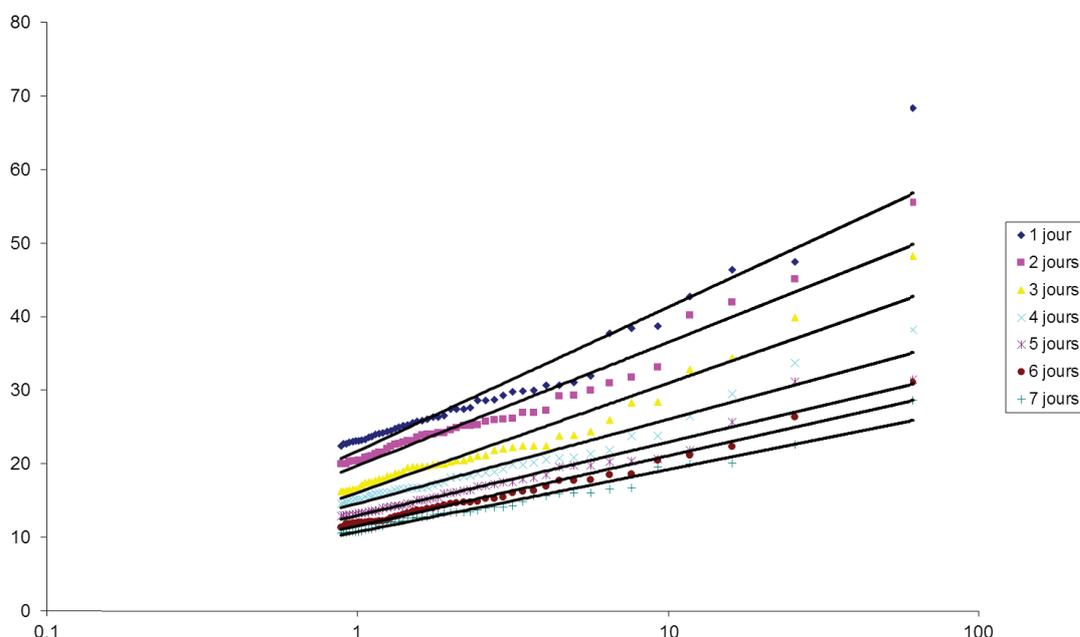
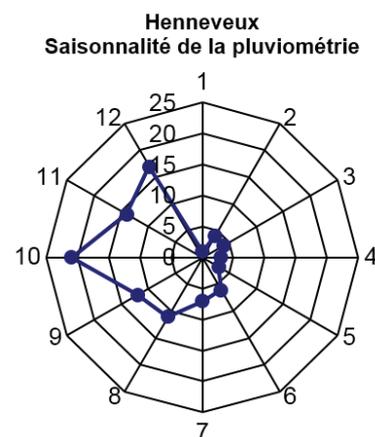
- Typologie des crues : les crues les plus marquantes sur la Slack et le Boulonnais en général, sont essentiellement des crues d'hiver ayant tendance à saturer les sols ;

Sécurité : la méthode du Gradex se base sur une hypothèse maximisante de saturation qui fournit une estimation sécurisante des débits extrêmes.

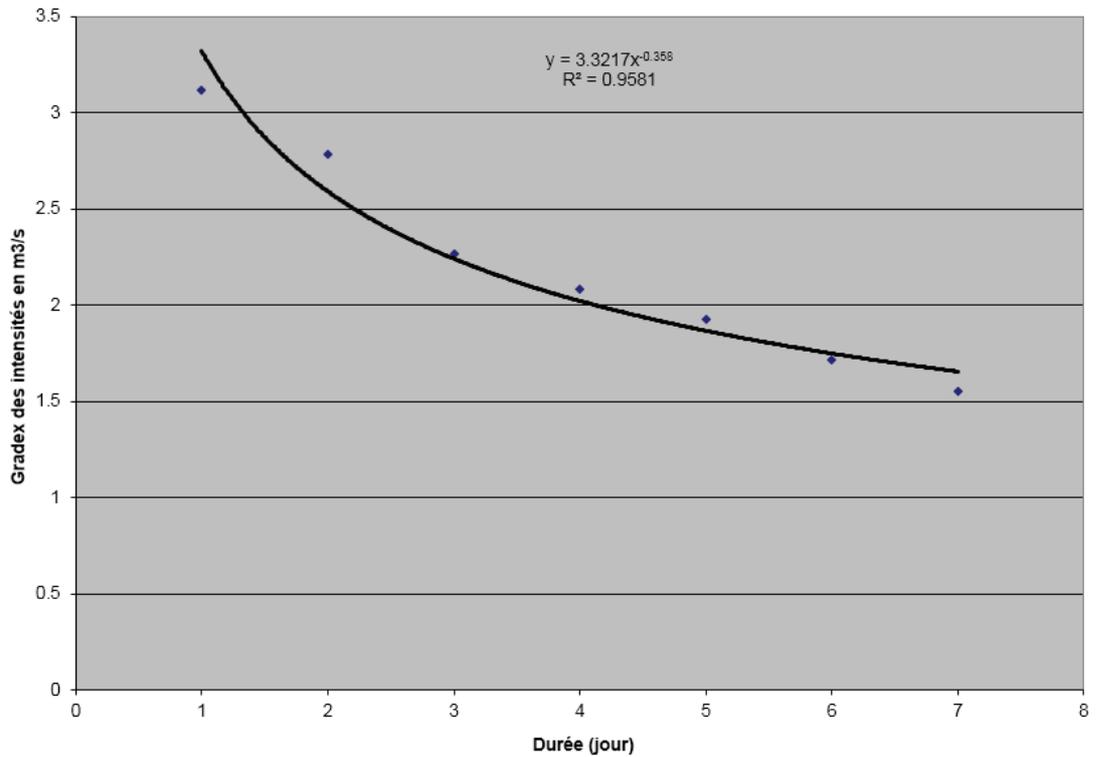
Les chroniques de pluie journalière sur 42 années de mesures ont été récupérées pour la station d'Henneveux, sur le bassin versant de la Liane. Nous avons jugé cette station représentative de la pluie sur le bassin versant de la Slack.

L'analyse de la chronique de pluie confirme la saisonnalité marquée des événements générateurs de crues sur le Boulonnais. On constate que les plus forts cumuls de pluie ont lieu en automne-hiver.

Dans les graphiques ci-dessous figurent les paramètres obtenus pour la station d'Henneveux, pour les différentes durées d'analyse. La synthèse des Gradex des différentes durées d'échantillonnage est résumée sous la forme d'une formulation de Montana donné en figure suivante.

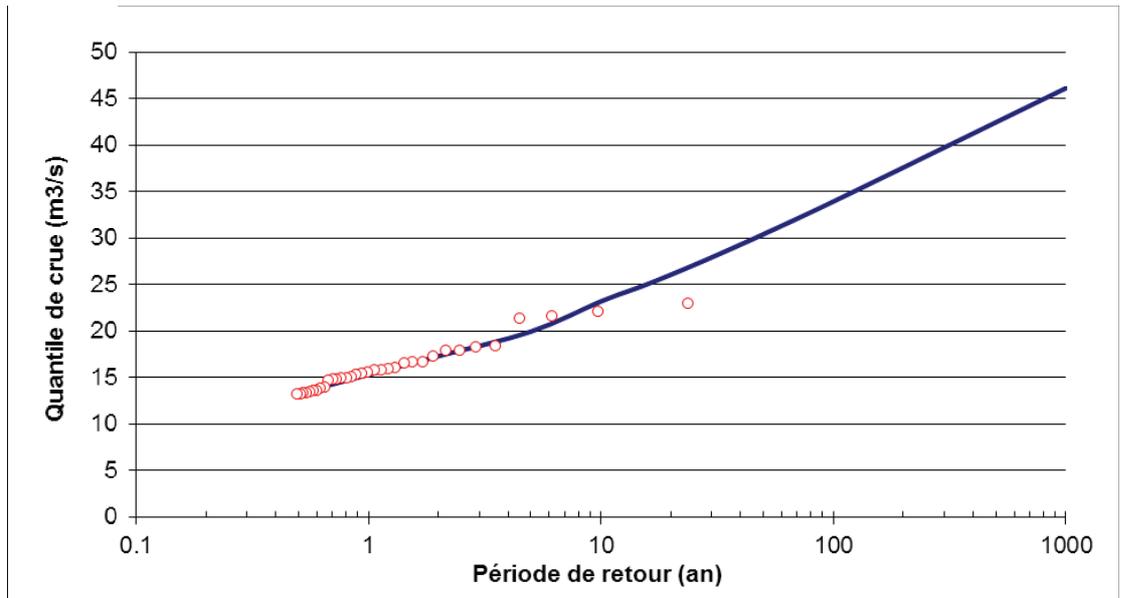


**Document n° 82 : Courbes IDF pour la station d'Henneveux**



**Document n° 83 : Graphique de Montana**

Le Gradex esthétique est appliqué en retenant le pivot décennal, ce qui consiste à postuler qu'au-delà de la décennale c'est l'information pluviométrique qui décrit le régime des crues. Ce postulat est vrai sur des bassins versants assez réactifs et peu perméables. Sur des bassins versants perméables, il est généralement admis que le pivot de la méthode se situe au niveau de la période de retour 20 ans. Cependant la forme progressive du Gradex esthétique nous permet de nous affranchir de l'hypothèse pessimiste du choix du pivot de la méthode.



**Document n° 84 : Gradex des débits pour d=0 – station de Rinxent**

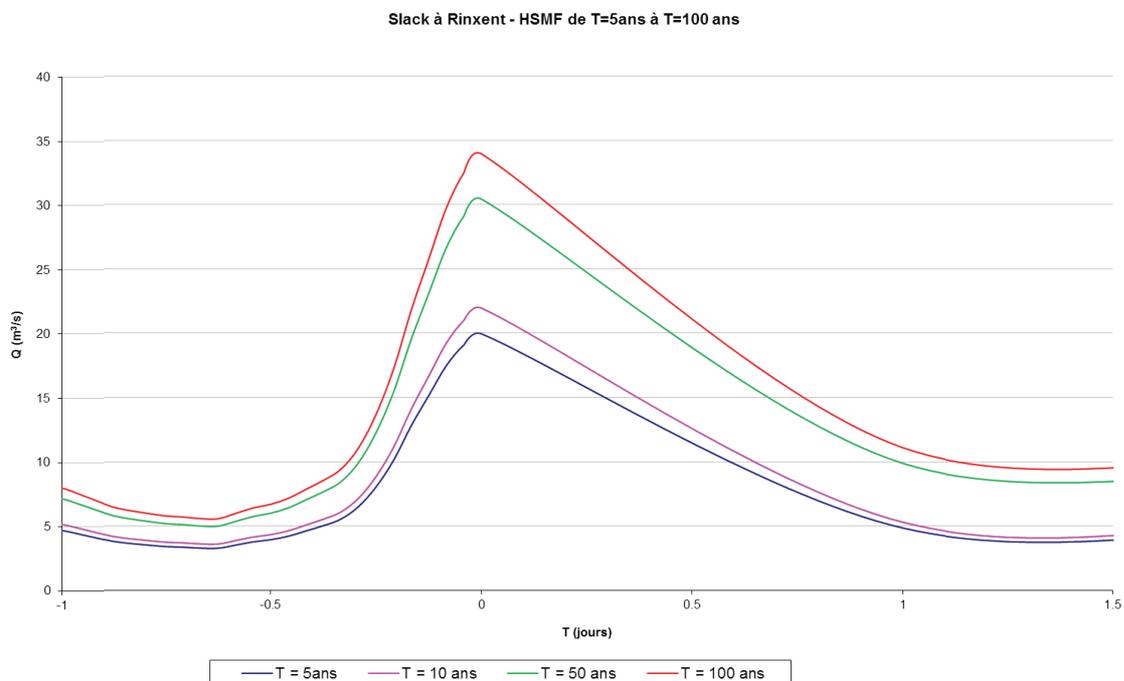
### 7.1.7 Définition des hydrogrammes de projet

Les hydrogrammes de projet consistent en des Hydrogrammes Synthétiques MonoFréquence, aussi appelés HSMF, qui sont déduits des courbes QdF.

L'avantage de l'HSMF est de garantir que toutes les caractéristiques de l'hydrogramme (en volume et en débit seuil) sont rattachées à une même période de retour T. Ainsi, cette méthode garantit une cohérence dans la construction des hydrogrammes, notamment en termes de volume.

Il repose sur une phase de montée réaliste (déduite des allures des crues observées, par l'intermédiaire de l'hydrogramme adimensionnel) et la décrue est conditionnée par les volumes probables sur différentes durées de même période de retour T.

Les hydrogrammes générés à la station de Rinxent sur la Slack sont présentés ci-dessous.



**Document n° 85** : Hydrogrammes synthétiques mono-fréquence pour les périodes de retour 5 à 100 ans.

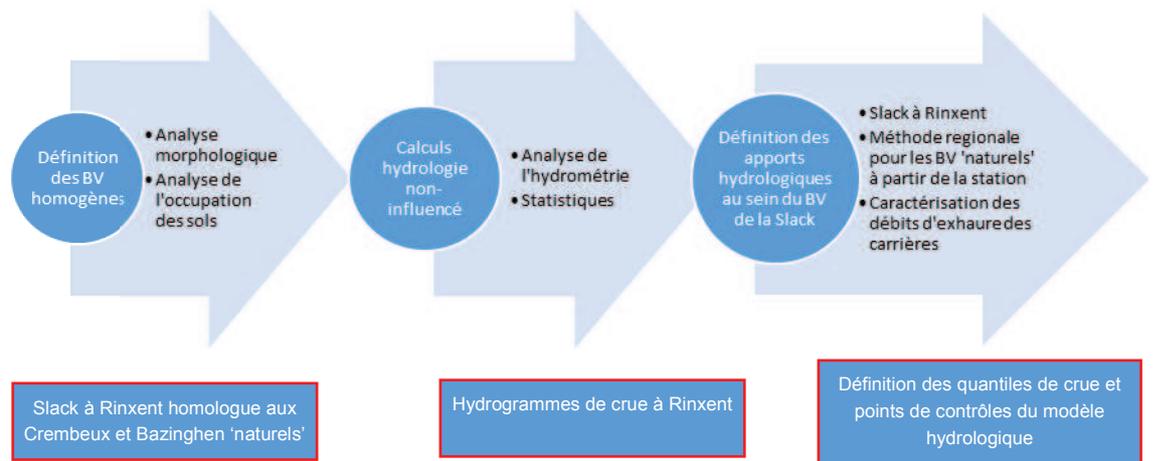
Le tableau suivant synthétise les quantiles de crues calculés, qui serviront de points de contrôles et débits objectifs lors de la modélisation:

Quantiles de crue issus des analyses statistiques :

Période de retour (années)	Débits de pointe (m3/s)			
	Slack à Rinxent DHI (2015)	PROLOG (2014)		
		Slack à Rinxent	Liane Wirwignes à	Wimereux Wimille à
T5	20	18	48	26
T10	22	21	54	32
T50	30.4	31-35	76-78	54-59
T100	34.0	37-42	99-107	64-71

### 7.1.8 Particularités du Crembreux et du Bazinghen

La présence des carrières modifie le fonctionnement hydrologique du système, ce qui nécessite une adaptation de la méthodologie. Ainsi nous avons consacré la première partie du chapitre à la justification de la méthode d'estimation des quantiles de crues sur les bassins versants non-jaugés de la zone d'études. On peut résumer la démarche par la figure suivante :



Proposition :

- Faire le calage des paramètres sur le fonctionnement hydrologique des carrières.
- Reprendre le modèle, on fait tourner Q100 et on obtient le Q100 en sortie des carrières.
- Sur le BV intermédiaire, entre les carrières et la Slack : estimation du débit par les BV homologues (MYER).

**Estimation du Q100 objectif = Q100 carrière + Q100 intermédiaire**

### **Approche régionale : formulation de Myer**

Les méthodes d'extrapolation régionale postulent que sur des bassins versants homologues le rapport des débits est égal au rapport des surfaces élevé à la puissance 0,8 ce qui traduit la non linéarité des processus en hydrologie et de fait des effets non additifs. L'hypothèse la plus forte à valider pour ce type de relation est que les bassins versants comparés sont bien homologues. C'est pourquoi nous avons procédé à l'analyse des caractéristiques des différents bassins versants jaugés afin de les lier à ceux non-jaugé du secteur d'étude (Bazinghen et Crembeux), afin de pouvoir définir des débits objectifs de crue. Nous utiliserons les résultats issus de la station située à Rinxent pour estimer les quantiles de crue sur les bassins versants naturels du Crembeux et du Bazinghen.

L'application de la méthode nous donne la valeur suivante de débit de pointe :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^{0.8}$$

$$\text{Soit } Q_1 = Q_2 \times \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^{0.8}$$

- Q1 : débit du BV à estimer,
- Q2 : débit station choisie,
- S1 : surface du bassin versant non jaugé,
- S2 : surface du bassin versant à la station choisie.

Comme évoqué plus haut, la présence des carrières et leur impact sur l'hydrologie nécessite une approche différenciée entre la partie des bassins versants naturelle et la partie influencée pour la construction des hydrogrammes de projet. Nous appliquerons un débit estimé à partir des règles de gestion des eaux d'exhaure pour représenter les écoulements issus des carrières.

Ainsi nous obtenons les quantiles de crues suivants sur le bassin versant de la Slack :

### **Quantiles de crue issus de l'analyse régionale sur les sous BV de la Slack**

Période de retour (années)	Débits de pointe (m3/s)		
	Slack à Rinxent	Crembeux "naturel"	Bazinghen "naturel"
T5	20	10	10
T10	22	11	11
T50	30.4	15	16
T100	34	18	18

## 7.2 Pluies de projet – hypothèse de prise en compte de l'étude de PROLOG Ingénierie

L'étude réalisée PROLOG Ingénierie pour le compte de la DDTM sur les bassins versants de la Liane, du Wimereux et de la Slack permet de disposer d'une analyse pluviométrique détaillée sur les dernières grandes crues du territoire (11/1998 – 11/2000 – 12/2006 – 11/2009 – 11/2012).

Il est à noter qu'à l'exception de la crue de novembre 2012 (crue décennale ou vicennale), les autres crues étudiées ont été mineures sur le bassin versant de la Slack, et ne peuvent donc être représentatives d'une crue majeure sur ce dernier :

Evènement	Caractéristiques de l'évènement			
	Pluie	Débit maximum		
		Liane Wirwignes	Wimereux Wimille	Slack Rinxent
Novembre 2012	B : 25 mm D H W : 45-60 mm (5-10 ans)	56 m <sup>3</sup> /s (10 ans)	33 m <sup>3</sup> /s (10 ans)	33 m <sup>3</sup> /s (50 ans)
Novembre 2009	B : 20 mm D H W : 45-60 mm (2-10 ans)	46 m <sup>3</sup> /s (4 ans)	30 m <sup>3</sup> /s (9 ans)	17 m <sup>3</sup> /s (4 ans)
Décembre 2006	B : 40 mm H W : 40-50 mm (2-5 ans)	46 m <sup>3</sup> /s (4 ans)	28 m <sup>3</sup> /s (8 ans)	16 m <sup>3</sup> /s (3 ans)
Novembre 2000	B : 40 mm D W : 25 - 55 mm (2-10 ans)	52 m <sup>3</sup> /s (8 ans)	52 m <sup>3</sup> /s (40 ans)	16 m <sup>3</sup> /s (3 ans)
Octobre- Novembre 1998	B : 45 mm D H W : 50-70 mm (5-25 ans)	56 m <sup>3</sup> /s (10 ans)	25 m <sup>3</sup> /s (5 ans)	-

Tableau 3 - Caractéristiques des événements récents

Il conviendra donc d'être prudent avec ces données dans le cadre de leur transposition sur le territoire étudié, n'ayant réellement qu'une seule crue majeure utilisable avec fiabilité pour l'analyse statistique.

Une analyse spatiale a été effectuée sur ces cas de crue et il en ressort la répartition des cumuls pluviométriques suivante :

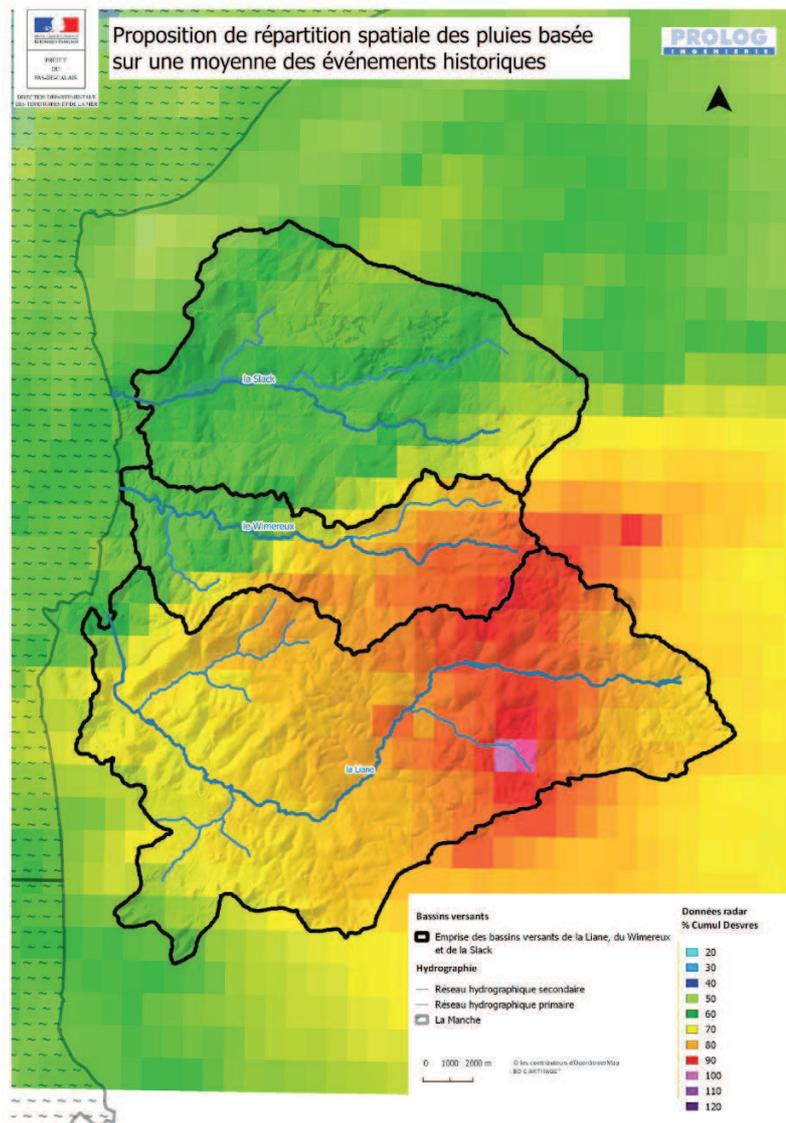
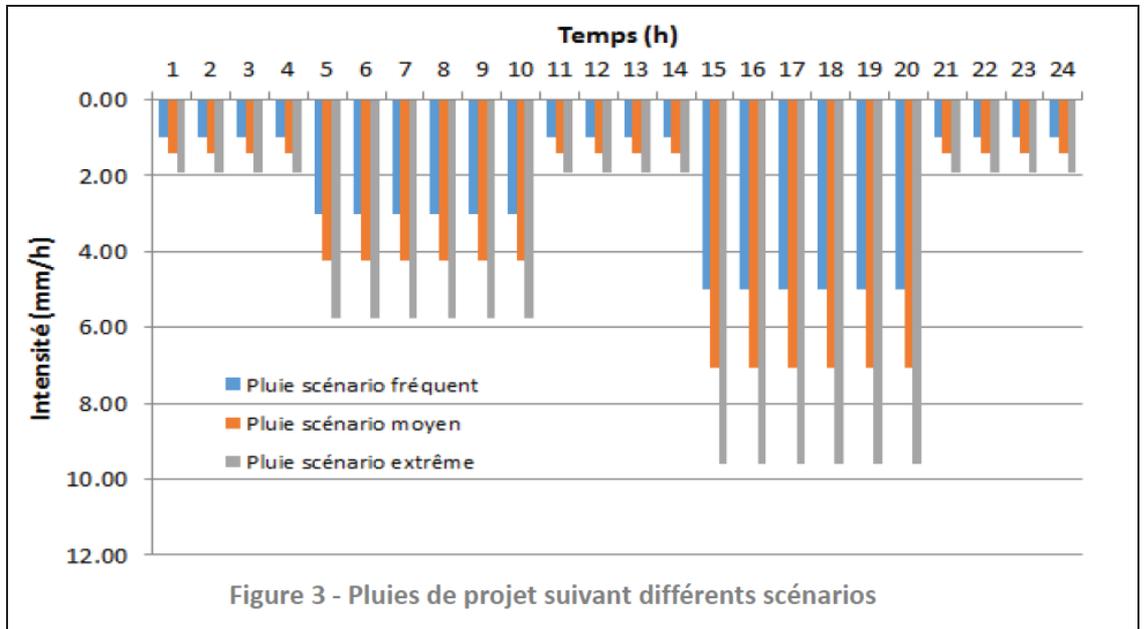


Figure 4 - Proposition de répartition spatiale des pluies basée sur une moyenne des événements historiques

**Document n° 86** : Proposition de répartition spatiale des pluies basée sur une moyenne des événements historiques (source : PROLOG Ingénierie – étude DDTM, 2015).

La répartition pluviométrique type sur ces crues historiques étudiées montre que le bassin versant de la Slack n'est pas le plus arrosé du territoire (ce qui est logique car seule la crue de novembre 2012 a été majeure sur le bassin versant de la Slack).

PROLOG a défini la pluie de projet type qui génère les crues les plus importantes pour le territoire qu'ils ont étudié (Liane, Wimereux et Slack) – Cette hypothèse est à considérer avec prudence car elle n'est peut-être pas représentative des crues critiques de la Slack (pour les raisons évoquées précédemment) :



**Document n° 87** : Pluie de projet et scénarios associés en vue de la modélisation hydrologique (source : PROLOG Ingénierie – étude DDTM, 2015).

Le choix de cette pluie de projet et ses périodes de retour associées aux scénarios dits fréquents, moyens et rares sont encore en cours de validation.

Le bassin versant de la Slack n'est pas concerné par le volet « hydraulique » de l'étude réalisée par PROLOG pour la DDTM. Une fois leur modèle hydraulique calé pour la Liane et le Wimereux, il s'agira de voir si oui ou non ces scénarios sont exportables sur la Slack.

Il s'agira lors de l'étude de valider ces hypothèses en vue de la modélisation de phase 2.

## 7.3 Estuaire de la Slack : niveaux et forçages météo-marins à la cote

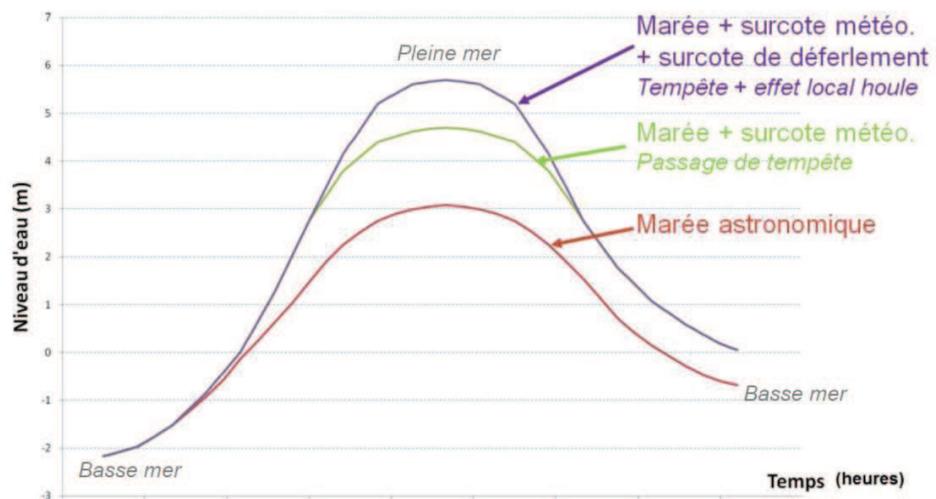
L'étude réalisée par DHI (PPRL Nord Pas de Calais) permettra de disposer de l'ensemble des hypothèses utiles à la réalisation du modèle hydrologique/hydraulique de la Slack.

Les hypothèses retenues seront exposées en détail dans le rapport de phase 2 relatif à la modélisation hydraulique.

### 7.3.1 Définition des niveaux extrêmes

Les niveaux marins extrêmes de pleine mer rassemblent les phénomènes statiques (comme la marée) et les phénomènes dynamiques de grande ampleur de type météorologique. Les facteurs les plus influents sur la variation du niveau d'eau à l'échelle régionale sont le vent et la pression atmosphérique. Les forts vents d'ouest poussent les masses d'eau vers les côtes et vers l'intérieur des estuaires (vents d'afflux) et engendrent des surcotes. A l'inverse, des forts vents d'est poussent l'eau vers le large et engendrent des décotes.

A ce phénomène s'ajoute l'effet des basses pressions atmosphériques (phénomène du baromètre inversé). En effet, une chute barométrique se répercute sur un plan d'eau à raison d'un centimètre pour une baisse d'un hectopascal. Concrètement, une dépression atmosphérique en voie de creusement sur la mer s'accompagne d'un noyau de baisse de pression et d'une zone de vents forts à l'origine d'une onde de tempête dont la célérité est fonction de la racine carrée de la profondeur de l'eau. A l'approche des côtes, la vitesse de l'onde diminue en raison du relèvement des fonds, ce qui réduit sa longueur et augmente son amplitude. D'abord modérée au large, la surcote apparaît plus importante à la côte, notamment dans les estuaires par effet de concentration. La somme du niveau théorique de la marée et d'une surcote atmosphérique est appelée marée de tempête.



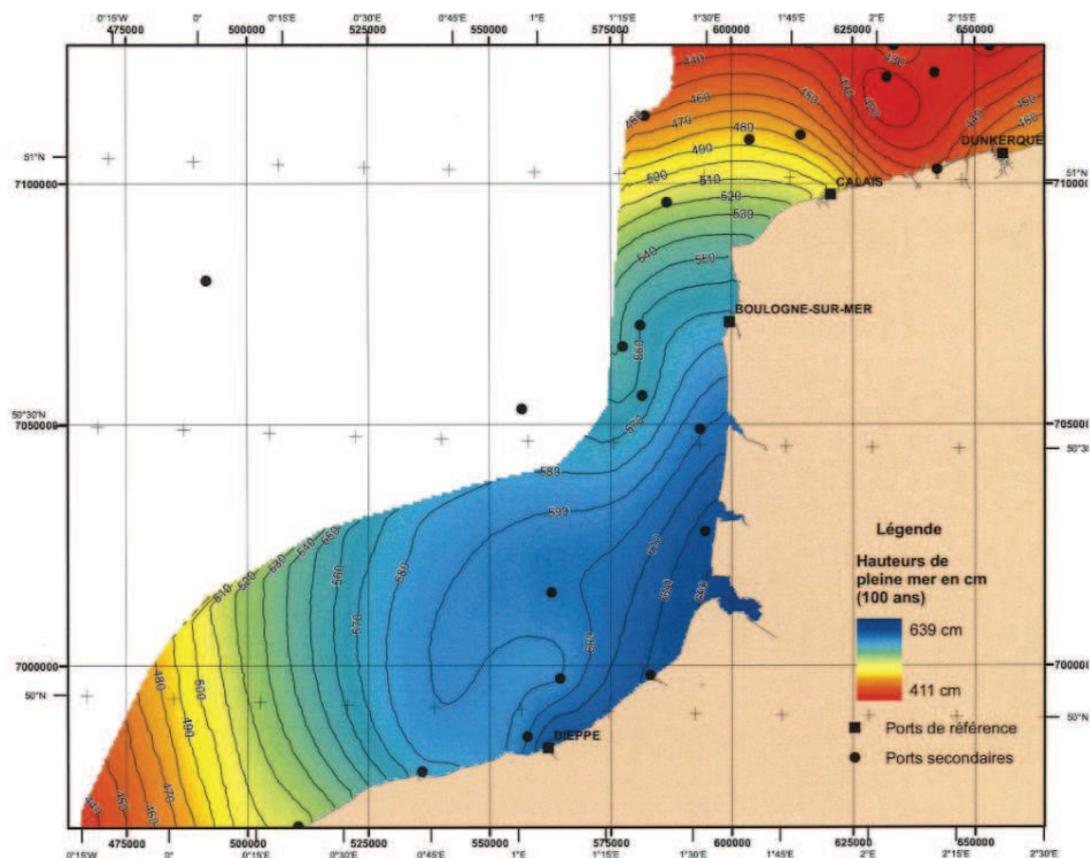
**Document n° 88 :** Effet d'une surcote météorologique et d'une surcote de déferlement sur le niveau de pleine mer (source : DHI – Etude sur les risques de submersion marine).

## 7.3.2 Données disponibles

### Données du SHOM

Les niveaux extrêmes de pleine mer (au sens du SHOM) ont été obtenus graphiquement à partir des cartes de niveau extrême du document « Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France (Manche et Atlantique » issu de SHOM en 2012.

Ci-dessous figure pour la région Nord Pas de Calais l'extrapolation spatiale des niveaux marins de pleine mer :



**Document n° 89** : Cartographie des niveaux extrêmes de période de retour 100 ans sur la Manche est et la Manche du nord par rapport à l'IGN69 (©CETMEF/SHOM 2012).

Le tableau suivant regroupe les résultats de ces niveaux extrêmes :

Niveau extrême de pleine mer (m IGN 69)	
T10	5.34
T20	5.43
T50	5.52
T100	5.60

### Modèle régional du niveau d'eau DHI

DHI a développé par le passé un modèle numérique à l'échelle Européenne qui prend en compte les marées et les surcotes.

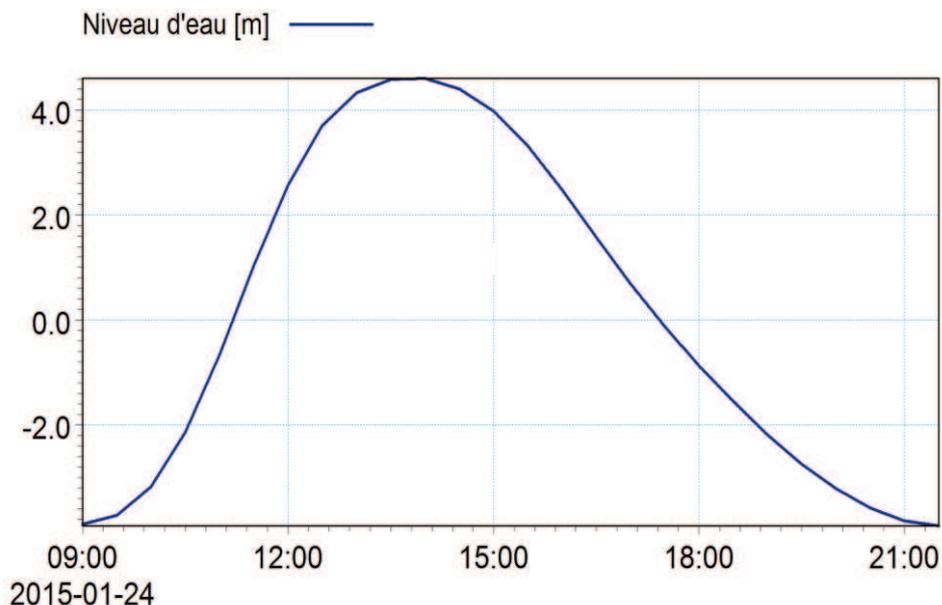
Ce modèle est basé sur les quatre constituants majeurs diurnes de marée (K1, O1, P1 et Q1) et les quatre constituants semi-diurnes (M2, S2, N2 et K2) avec une résolution spatiale de  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ .

Il a été calibré et validé à l'aide des données altimétriques satellites TOPEX/POSEIDON. L'application des données de ce modèle a été choisie en raison de leur précision de l'ordre de 2 à 3 cm au large notamment dans la Manche.

Le modèle a été optimisé à l'aide d'une technique d'assimilation des niveaux d'eau observés sur la période 1994 – 2015. L'assimilation a été effectuée sur 38 stations.

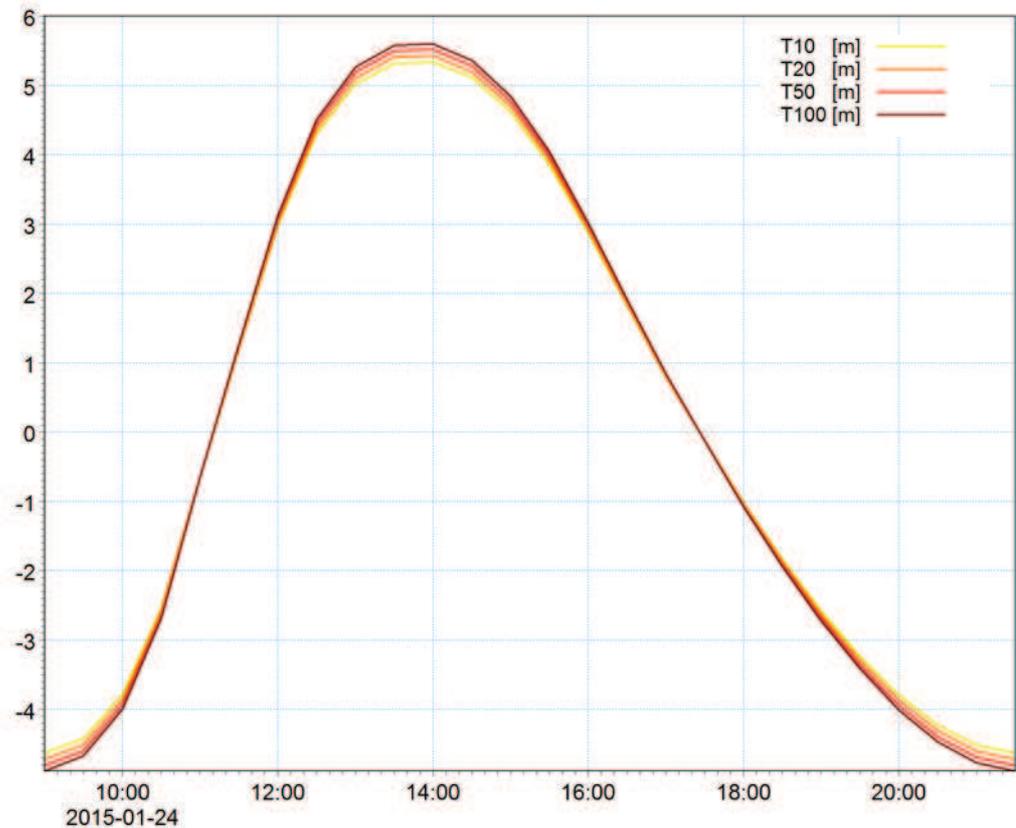
### 7.3.3 Détermination des niveaux extrêmes

Afin de décrire les niveaux d'eau extrême avec des périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans, une courbe de marée de grande vive eau a été extraite du modèle régional de DHI : la figure ci-dessous montre la forme d'une marée avec un coefficient de 104.



**Document n° 90** : Courbe de marée à 104 de coefficient à Ambleuse (coordonnées : 1.588, 50.810).

Les niveaux d'eau extrêmes ont été construits en conservant la forme de la marée de grande vive-eau extrait du modèle DHI et en tenant compte des données fournies par le SHOM. Les courbes de niveau d'eau maximum sont représentées sur la figure ci-après pour des périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans sur un cycle de marée.



**Document n° 91** : Courbe de marée extrême utilisée pour des périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans.

Dans l'étude réalisée par DHI concernant les risques de submersion marine sur le littoral Nord-Pas-de-Calais, les niveaux marins extrêmes de pleine mer décennaux et centennaux avaient été retenus suivant les hypothèses ci-contre, à Ambleteuse (en m IGN69) (ci-dessous deux exemples pour les niveaux décennaux sans tenir compte de la surcote climatique, et pour les niveaux centennaux tenant compte d'une surcote climatique à échéance 2100) :

Tableau 8-56 : Niveaux marins extrêmes de pleine-mer (en m IGN 69) à Ambleteuse

T10	Niveau extrême de pleine-mer au large	Surcote climatique	Surcote de déferlement	Incertitude sur le calcul de la surcote de déferlement	Niveau extrême de pleine-mer total au pied de l'ouvrage
Profil 1	5,40	-	0,40	0,06	5,86
Profil 2	5,40	-	0,27	0,06	5,73
Profil 3	5,40	-	-	0,04	- <sup>3</sup>
Profil 4	5,40	-	-	0,03	- <sup>4</sup>

T100 à l'horizon 2100	Niveau extrême de pleine-mer au large	Surcote climatique	Surcote de déferlement	Incertitude sur le calcul de la surcote de déferlement	Niveau extrême de pleine-mer total au pied de l'ouvrage
Profil 1	5,60	0,60	0,28	0,07	6,55
Profil 2	5,60	0,60	0,17	0,08	6,45
Profil 3	5,60	0,60	0,42	0,04	6,66
Profil 4	5,60	0,60	0,39	0,04	6,63

Ces hypothèses feront l'objet d'une discussion de validation avec le Comité de Pilotage de l'étude en vue de la modélisation en phase 2, notamment sur la prise en compte ou non de la conjonction des différentes surcotes et la période de retour associée.

## 8 SYNTHÈSE ET CONCLUSION

**Synthèse des principales informations issues de cette phase 1 de l'étude :**

**\* Caractéristiques globales du bassin versant :**

Les principaux cours d'eau du bassin versant de la Slack (153 km<sup>2</sup> de surface) sont le fleuve côtier la Slack, incluant notamment ses principaux ruisseaux affluents le Crembreux et le Bazinghen. Les deux derniers cités sont des affluents en rive droite de la Slack (le Bazinghen conflue avec la rivière de la Fosse Rivière, qui s'écoule parallèlement à la Slack dans les marais et la rejoint 1,5km en aval). Le Bazinghen reçoit les apports en rive gauche du ruisseau d'Estebecque et du Blacourt.

**On peut donc distinguer plusieurs grandes entités sur le bassin versant de la Slack :**

- Le bassin versant du ruisseau de Bazinghen au nord (32,1 km<sup>2</sup>), dont le découpage est amputé de la zone de carrières qui fonctionne en dépression ;
- Le bassin versant du ruisseau du Crembreux (31,3 km<sup>2</sup>) au centre jusqu'à l'est, là aussi avec un découpage amputé des zones de carrière fonctionnant en dépression ;
- Le bassin versant de la Slack en amont de la station de mesure de Rinxent (39,0 km<sup>2</sup>) (station vigicrue) ;
- Les zones de carrières (11,8 km<sup>2</sup> cumulées) qui fonctionnent indépendamment du reste du bassin versant : ce sont des dépressions qui collectent les eaux de ruissellement comme le feraient un gigantesque bassin de rétention, et dont le débit de fuite est limité par les pompes de refoulement. La restitution du débit de ruissellement est limitée et étalée dans le temps ;
- Le reste du bassin versant (38,8 km<sup>2</sup>), en aval de Rinxent (zones urbaines de Marquise, bassins versants du Marais de la Slack, bassin versant de la Ménandelle).

La géologie du bassin versant est complexe, avec les formations quaternaires (dunaires et alluvions) affleurantes à l'estuaire et au marais, surplombant un socle jurassique rocheux ou argileux, et des formations crayeuses surmontées de limons sur l'amont du bassin versant, en amont du Crembreux et du Bazinghen notamment (cuesta du Boulonnais). Ce socle rocheux en aval est imperméable et la nappe y est perchée, avec comme exutoire pour sa vidange le chenal de la Slack.

Il n'existe pas de suivi du niveau de nappe sur le secteur du marais de la Slack (absence de piézomètre). Nous ne disposons donc pas d'historique de suivi de niveau de la nappe de la Slack.

**\* Enjeux écologiques principaux :**

La bibliographie disponible nous renseigne sur les habitats naturels et les espèces de faune et de flore patrimoniales et protégées présentes au sein des périmètres d'inventaire (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) et de protection (Natura 2000, Réserves Naturelles, Espaces Naturels Sensibles) sur le territoire. Les études consultées dressent un état des lieux partiel, uniquement sur les entités définies ci-dessus de la faune, de la flore et des végétations et de leur

évolution, par des suivis ponctuels, ou un descriptif des opérations de gestion mises en œuvre depuis plusieurs années sur un espace donné. L'estuaire et la quasi-totalité du marais sont des zones à forts voire très forts enjeux écologiques.

En dehors des espaces protégés pour lesquels un plan de gestion est mis en œuvre et des comptes rendus sont disponibles, l'intérêt écologique (et son évolution) de certains secteurs est plus difficile à identifier. Certaines parties du territoire souffrent d'un déficit de connaissances fines. Les données historiques permettant d'appréhender l'évolution du patrimoine naturel sur le bassin versant sur les dernières décennies sont peu fournies et par ailleurs, il existe peu de retours d'expériences sur l'évolution du patrimoine naturel après ce type de projet.

**\* Observations des principaux désordres hydrauliques et fonctionnement du marais :**

La crue observée fin août 2015 suite aux orages n'a pas engendré de dommages significatifs et estimables sur le bassin versant. La décrue a été rapide et le foin déjà récolté en balles a pu être évacué du marais avant l'automne. La crue décennale de janvier 2015 n'avait pas non plus engendré de dommages notables.

De manière générale, les retours d'informations issues des collectes de données et des rencontres avec les communes ont permis de synthétiser les désordres et dommages connus sur le bassin versant. On peut globalement considérer une dizaine d'habitations comme connaissant des problèmes d'inondations pour les crues déjà connues (Hardinghen Ferques, Hermelinghen, Leulinghen-Bernes).

Plusieurs désordres liés à l'érosion des berges des cours d'eau et leur menace – à terme - concernant des fermes ont été signalés, notamment dans le secteur de la Ménandelle. Les terrains sont plus sableux et sensibles à l'érosion dans ce secteur. Il y a de nombreux points de ruissellement et coulées de boues coupant des routes (voies communales, routes départementales) sur l'ensemble du bassin versant.

Les dommages sur les zones urbanisées de Marquise et Rinxent sont surtout générés par les débordements de réseaux d'assainissement pluviaux, indépendamment des crues de la Slack (même si au regard des cartographies de zones inondables celles-ci peuvent concerner des habitations en lit majeur sur Marquise et Rinxent pour des crues très rares).

Le marais est principalement occupé par le territoire de la 6<sup>ème</sup> Section de Wateringues, qui a en charge la gestion de 27 km de voies d'eau. Les wateringues font les opérations de curage par procédé mécanique, déposent les sédiments de curage le long des berges, et ce sont aux propriétaires des terrains de gérer l'étalement des sédiments. Ce procédé d'étalement des dépôts sur les terres du marais et sous forme de bourrelets de curage ou digues/merlons existe depuis le début des curages. Cela contribue à la rehausse de l'ensemble du niveau du marais, et au « cloisonnement » de nombreux casiers hydrauliques d'où les eaux peinent à s'évacuer lors des décrues. Le plan de gestion en cours de la 6<sup>ème</sup> section de wateringues s'étale de 2012 à 2017, avec des curages étalés sur un programme pluriannuel de tronçons de voies d'eau. Les wateringues ont identifié en 2012 plusieurs secteurs où les bourrelets de curage empiètent sur la bande de servitude, à hauteur de 27000 m<sup>3</sup> estimés de dépôts.

**\* Profil en long d'écoulement de la Slack sur sa partie aval :**

Les données topographiques récupérées permettent d'établir un profil en long précis du lit mineur de la Slack, notamment sur sa partie aval, jusqu'à la mer.

Le LIDAR est disponible sur l'ensemble du bassin versant. D'autres données topographiques ont été réalisées par levés de géomètres (ouvrages hydrauliques par exemple).

**L'aménagement du Canal Napoléon a profondément modifié le profil en long naturel de l'écoulement de la Slack, en surélevant de plus de 1m50 le niveau du radier du lit de la Slack** (on le voit notamment à la différence amont/aval au niveau de l'écluse Marmin, PK22000 et +). L'impact de la rehausse du radier de la Slack se constate jusque dans le marais, au niveau du PK19000, vraisemblablement déjà au moins 50cm au-dessus du radier historique. Le niveau du radier de la Slack au niveau du poulie est d'environ 1m plus bas que le niveau en aval de l'écluse.

**Le niveau du radier du canal Napoléon qui est plus élevé en moyenne de plus de 1m50 par rapport au radier naturel de la Slack a donc un impact sédimentaire jusqu'au niveau de Warem dans le marais.** Cette rehausse de radier est un phénomène logique de dépôt de sédiment en amont d'un seuil ; le seuil étant ici constitué par le canal Napoléon. Selon les données bibliographiques, la capacité d'évacuation de débit de ce canal serait limitée à environ 18 m<sup>3</sup>/s (ça sera vérifié avec la modélisation hydraulique. Notons que la campagne de mesure de débit a montré un débit maximal de 17,5 m<sup>3</sup>/s mesuré au pont de Slack, ce débit est peut être lié à la section du canal Napoléon).

**La pente du radier de la Slack est donc quasiment nulle entre Warem et l'écluse Marmin.**

#### **\* Rôle hydrologique et hydraulique des carrières :**

La présence des carrières modifie le comportement hydrologique des bassins versants sur lesquels ils se situent. En effet ces dépressions d'origine anthropique vont intercepter les écoulements en surface, et potentiellement des eaux souterraines si la nappe phréatique sous-jacente est atteinte.

L'ensemble des écoulements qui sont drainés vers les carrières ou qui y transitent sont pompés vers l'aval, injectés dans les ruisseaux du Blacourt et du Crembreux. L'étude Burgeap réalisée en 2000 a analysé l'impact hydrologique des carrières sur le bassin versant, le rapport met en avant les points suivants :

- Le débit moyen d'exhaure (sur les 4 carrières) est de 1000 m<sup>3</sup>/h (0,28 m<sup>3</sup>/s) ;
- Le débit maximal (4 carrières) si toutes les pompes sont sollicitées est de 2000 m<sup>3</sup>/h (0,55 m<sup>3</sup>/s) ;
- La répartition entre les deux ruisseaux qui reçoivent ces eaux est de 67% dans le Crembreux et 33% dans le Blacourt.

**Les carrières fonctionnent comme des immenses bassins de rétention qui recueillent les eaux de ruissellement de plus de 12 km<sup>2</sup> de bassins versants topographiques, et restituent les débits de manière écrêtée (donc réduite) aux cours d'eau en aval.** La campagne de mesures de débit montre d'ailleurs l'écrêtement et l'étalement des débits de crue sur les cours d'eau concernés par les carrières (Crembreux et Bazinghen, et on y observe les variations de débit liées au fonctionnement des stations de pompage).

### \* Résultats de la campagne de mesures de débits :

Les cumuls de pluie atteignent 359,4 mm à Réty et 357,4mm à Marquise, dont 300mm précipités en 1 mois. On recense trois événements pluvieux importants :

- 12 décembre : 28mm / 14h à Réty, 19,4mm / 14h à Marquise
- 26 décembre : 52,4mm / 28h à Réty, 46,8mm / 28h à Marquise
- 17 janvier : 47,6 mm / 26h à Réty, 38,4mm / 26h à Marquise

*En général, il y a 20% de cumul pluviométrique en moins à Marquise qu'à Réty pour les événements pluvieux importants.*

La campagne de mesure a été riche d'enseignements, avec la mesure d'une période très pluvieuse et propice à la genèse de plusieurs crues, dont une crue **décennale** en janvier 2015 (débit maximal mesuré de 22 m<sup>3</sup>/s à la station vigicrue à Rincent). Le débit mesuré en amont, à Marquise, était de 16 m<sup>3</sup>/s maximum, c'est vraisemblablement dû à une perte de débit vers la diffluence vers la Fosse Rivière, au niveau du Pont Pierré (environ 1/4 du débit de crue décennale difflué vers la Fosse Rivière).

Le débit de pointe mesuré au hameau de Slack, en aval du Marais, était de 17,5 m<sup>3</sup>/s. On constate donc un fort écrêtement de débit probablement lié à la section d'écoulement réduite au Canal Napoléon et aussi à l'étalement des eaux dans le Marais, qui joue son rôle naturel de zone d'expansion de crues.

**Suite à cette crue décennale de janvier 2015, le temps a été plutôt sec, et cela permet d'observer la décrue du Marais :**

*Dans la Slack en aval du Marais (mesures au Hameau de Slack), on observe le rythme suivant :*

- 5 à 6 jours pour diminuer le niveau de 90cm (ce qui correspond à diviser le débit de pointe de la crue décennale par 2 (de 17,5 m<sup>3</sup>/s à 8,7 m<sup>3</sup>/s)) ;
- 2 semaines pour diminuer le niveau de 140cm (ce qui correspond à diviser le débit de pointe de la crue décennale par 4) (de 17,5 m<sup>3</sup>/s à 4,4 m<sup>3</sup>/s).

*Dans le Marais à Beuvrequen (mesures pont de la rue Ferber), on observe le rythme suivant :*

- Perte de 40cm en 2 jours (donc 20cm par jour au tout début de la décrue).
- Ensuite le rythme diminue un peu, entre 10 et 20cm par jour pendant 3 jours.
- Ensuite, le rythme se stabilise à +/- 10cm de diminution par jour, jusqu'à perdre 130cm par rapport au maximum de la crue décennale.
- Il faut globalement une quinzaine de jour pour que la Slack revienne à son niveau bas, d'avant la crue.

Le niveau des marées n'influe plus sur le niveau dans le Marais à Beuvrequen.

Si le niveau de la Slack est à nouveau bas assez rapidement, les casiers hydrauliques du marais peuvent rester inondés encore plusieurs semaines, leur fonctionnement étant partiellement indépendant des cours d'eau en aval en raison des merlons/digues et bourrelets de curage nuisant à la bonne évacuation des eaux à la décrue pour la plupart d'entre eux.

Les carrières jouent un rôle conséquent dans l'écrêtement des débits de crue sur les sous-bassins versant du Bazinghen et du Crembreux. Ce rôle sera quantifié plus précisément à la suite de la modélisation hydrologique/hydraulique de phase 2.

La campagne de mesures permettra donc le calage du modèle hydrologique et hydraulique dans les conditions les plus intéressantes par rapport à la problématique de l'étude, à savoir la modélisation de plusieurs crues faibles et une crue décennale, puis la décrue et l'observation de l'influence de la marée sur celle-ci.

Cela permettra donc de valider par un modèle hydraulique le pourquoi de la stagnation d'eaux dans le marais et ses casiers hydrauliques, et à priori confirmer qu'ils sont encore en eau longtemps après la décrue de la Slack.

Par ailleurs, comme la campagne de mesures ne permet pas de déterminer les périodes de fermeture de la porte de l'écluse Marmin, cette information pourra être validée par le modèle hydraulique. D'après les observations effectuées, il est vraisemblable que ces fermetures soient rares, dépendantes d'un coefficient de marée supérieur à 100 et d'un faible débit de la Slack en concomitance, sinon le courant de la Slack en empêche la fermeture.

**\* Quantiles de crue issus des analyses statistiques :**

Période de retour (années)	Débits de pointe (m <sup>3</sup> /s)			
	Slack à Rincent DHI (2015)	PROLOG (2014)		
		Slack à Rincent	Liane Wirwignes à	Wimereux Wimille à
T5	20	18	48	26
T10	22	21	54	32
T50	30.4	31-35	76-78	54-59
T100	34.0	37-42	99-107	64-71

L'analyse hydrologique détaillée réalisée dans le cadre de cette étude est concordante avec celle réalisée par PROLOG en 2014 pour le compte de la DDTM.

Le débit de référence décennal retenu pour cette étude est de 22 m<sup>3</sup>/s, tenant compte des deux dernières crues de 2014 et 2015. Les débits de référence pour les crues plus rares pourront être celles de PROLOG, plus pénalisantes. Cela fera l'objet d'une validation par le Comité de Pilotage lors de la phase 2.

**\* Quantiles de crue issus de l'analyse régionale sur les sous BV de la Slack**

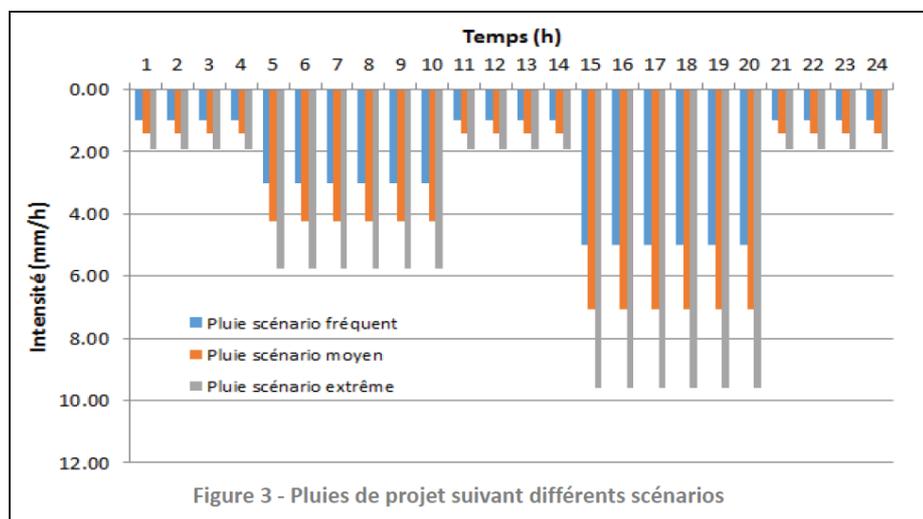
Période de retour (années)	Débits de pointe (m <sup>3</sup> /s)		
	Slack à Rinxent	Crembeux "naturel"	Bazinghen "naturel"
T5	20	10	10
T10	22	11	11
T50	30.4	15	16
T100	34	18	18

Les débits de référence calculés pour les sous-bassins versants naturels non-jaugés du Crembeux et du Bazinghen (c'est-à-dire les sous-bassins versants amont aux carrières) sont de 11 m<sup>3</sup>/s pour les débits de pointe décennaux.

Le débit calculé pour le Crembeux est identique à celui calculé par V2R Ingénierie & Environnement dans le cadre de leur étude en cours pour LHOIST (Déviation du Crembeux, carrières MDF, Elinghen), la valeur calculée par V2R était de 11,1 m<sup>3</sup>/s.

Il est à noter que les valeurs de la campagne de mesure de débit en aval (à Hydrequent) sont très nettement inférieures aux 11 m<sup>3</sup>/s de la crue décennale (3,5 m<sup>3</sup>/s mesurés en janvier 2015). Cette différence sera analysée en détail grâce à la modélisation hydraulique de la phase 2 de l'étude pour en définir l'origine (zone d'expansion de crue hors carrière, perte de débit dans les carrières,...).

En vue de la modélisation hydrologique, il s'agira de valider l'utilisation des pluies de projet construites par le bureau d'études Prolog Ingénierie sur les bassins versants de la Liane, du Wimereux et de la Slack :



De même, les hypothèses de prise en compte des niveaux marins seront à valider en fonction des études précédentes de DHI sur les risques de submersion marines appliquées au secteur d'Ambleteuse, ces résultats étant à associer à des scénarios de crues/marées concomitantes pour différentes périodes de retour.

## CONCLUSION

Cette phase 1 de l'étude a permis de recenser les anomalies sur le territoire (points de débordements, ruissellement, inondations), à la fois par le recueil des données bibliographiques mais aussi par l'observation directe lors des crues de l'hiver 2014/2015, principalement marqué par une crue de période de retour 10 ans en janvier 2015, et par des pluies orageuses fortes fin août 2015.

L'analyse de la bibliographie (abondante sur le thème de la Slack), permet d'observer que les problèmes avancés aujourd'hui concernant la dégradation de l'estuaire et la problématique des inondations qui sont dites plus marquées et durables dans le marais, ne sont pas récents mais étaient déjà étudiés il y a plus de 25 ans (étude de 1988 notamment). Par ailleurs, les problèmes de mauvaise évacuation des eaux dans le marais lors des décrues étaient déjà signalés dans les études antérieures, notamment en raison du mode de gestion des curages et étalement des dépôts issus du curage dans le marais (formation de casiers hydrauliques).

Les problématiques liées aux risques d'inondations de logements sont réduites sur le territoire. Les risques d'érosion des terrains agricoles sont assez élevés, notamment en amont du bassin versant (amont du Crembreux et de la Slack, sous-bassin versant du Bazinghen), mais aussi sur les versants bordant le marais (Bazinghen et Beuvrequen). L'exploitation agricole dans le marais se déclare pénalisée concernant les récoltes et la qualité du foin en raison des inondations plus tardives et longues.

L'occupation des sols en termes de surfaces imperméabilisées semble à peu près stabilisée depuis les années 1990, la majeure partie du changement ayant eu lieu entre 1949 et 1989 concernant l'augmentation des surfaces urbanisées et des carrières. Les carrières jouent un rôle bénéfique dans l'écrêtement des débits pour les fortes crues. Leur impact positif ou négatif sur les restitutions des eaux d'exhaures en situation de faible débit en aval reste à déterminer par rapport aux risques d'inondations du marais (notamment Ledquent).

Depuis ces précédentes études, la situation de l'estuaire continue de se dégrader, notamment au niveau de son comblement et de l'érosion du musoir, qui s'est accélérée récemment pour cette dernière.

Les données topographiques obtenues permettent également de confirmer que le Canal Napoléon a bien un radier situé en moyenne à plus de 1m50 au-dessus de celui qu'il devrait avoir pour présenter un profil d'écoulement en long qui se rapproche le plus possible de celui « naturel » de la Slack. L'écart se rattrape en aval de l'écluse Marmin, avec une chute d'1m70 du radier. Le radier du lit de la Slack au niveau du poulter est situé environ 1m plus bas que le radier en aval de l'écluse.

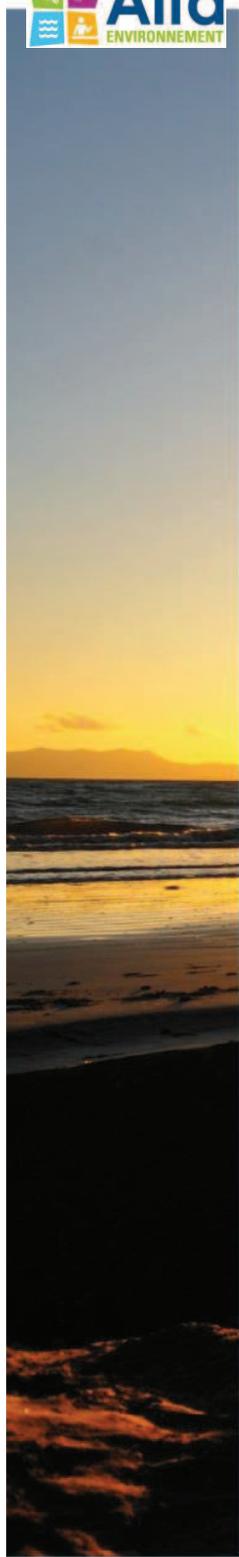
La suite de l'étude consistera à la modélisation hydrologique et hydraulique des écoulements de la Slack, par étiage et temps de crue. Le calage sera effectué grâce à la campagne de mesures de débits effectuée dans le cadre de cette étude, en décembre 2014 et janvier 2015.

L'étude hydrologique PROLOG a donné des valeurs de débits de crue pour la Slack qui ont été confirmées par notre étude (22 m<sup>3</sup>/s pour la crue décennale).

Les principaux enjeux liés à la suite de l'étude (phase 2 : modélisation hydraulique) sont :

- Comprendre le fonctionnement des écoulements en crue de la Slack et ses différents affluents, localiser et quantifier en termes de volumes mobilisables les différentes zones d'expansion de crue du bassin versant ;
- Définir l'impact du canal Napoléon et de l'écluse Marmin et notamment de leur radier surélevé par rapport au radier dit naturel de la Slack, mais aussi la capacité de débitance du canal ;
- Caractériser le pourquoi des inondations plus longues dans le Marais, et notamment l'impact des digues/merlons et bourrelets de curage qui forment le contour des casiers hydrauliques du marais ;
- Préciser et quantifier les enjeux humains (bâties, infrastructures) face aux risques d'inondations, tout au long du bassin versant ;
- Définir le rôle des niveaux marins dans les inondations dans le marais et le mode de fonctionnement de l'écluse en fonction des marées et des crues ;
- Préciser l'impact (négatif et/ou positif) de la gestion des carriers (eaux d'exhaure), à la fois en période de crue, mais aussi en période de débits courants et d'étiage ;
- Préciser le rôle du poulier dans l'écoulement des crues en aval.



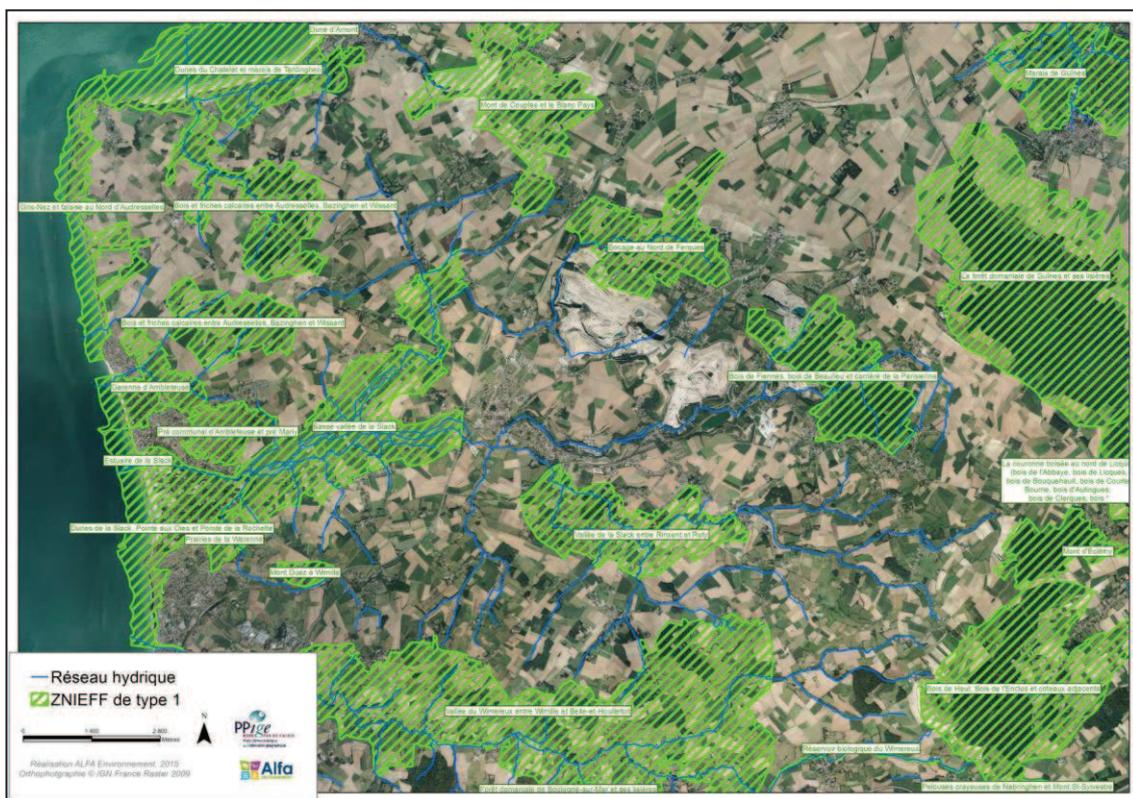


## ANNEXE 1 : MILIEUX BIOLOGIQUES – ANALYSE DÉTAILLÉE

---

# 1 Périmètres d'inventaire et protection

## 1.1 ZNIEFF de TYPE I



Document n°01 : ZNIEFFS de type 1 sur le secteur d'étude (ALFA Environnement, 2015).

**Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique principalement concernées par le périmètre d'étude sont les suivantes :**

**Bois de Fiennes, bois de Beaulieu et carrière de la Parisienne / N° régional : 090**

**Description globale**

Le Bois de Beaulieu, le Bois de Fiennes et la carrière de la Parisienne soulignent les limites orientales du bassin de Marquise, intensément exploité pour l'extraction du marbre. Plusieurs carrières à ciel ouvert sont directement attenantes au bois de Beaulieu. Le site s'étend entre les communes de Ferques et d'Hardinghen sur les versants d'un petit ruisseau, le Crembreux. La carrière de la Parisienne, abandonnée depuis de nombreuses années, forme une sorte de lac très profond dominé, au sud, par d'anciens fronts de taille abrupts de calcaire givétien ; le versant nord est couvert d'une végétation pré-forestière très dense et peu pénétrable.

**Végétation / Flore**

La végétation forestière dominante est une chênaie-frênaie reposant sur un substrat argileux assez lourd et humide (Groupement à *Fraxinus excelsior* et *Mercurialis perennis*). A l'est du bois de Beaulieu, à la Basse pâture, s'étend un pré communal sillonné de plusieurs fonds marécageux. Ce site forestier et bocager est par ailleurs entaillé de carrières mettant au jour la très grande diversité des assises géologiques jurassiques du Boulonnais, celles-ci permettant notamment l'expression d'une flore (*Silvaum silaus*, *Genista tinctoria*, *Blackstonia perfoliata*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Ophioglossum vulgatum*, etc.) et de végétations marnicoles très typiques. La présence de carrières encore en activité génère cependant une influence humaine assez

forte, paradoxalement couplée à une déprise agricole, en particulier sur les parcelles situées à proximité des fosses d'extraction.

Le patrimoine floristique est assez remarquable par sa diversité (plus d'une trentaine de taxons déterminants de ZNIEFF dont 12 protégés) et par la présence de *Carex pulicaris*, de *Geum rivale* et de *Valerianella dentata*, espèces rarissimes menacées dans le Nord-Pas de Calais. Le patrimoine phytocénotique (11 à 12 syntaxons déterminants de ZNIEFF) est tout à fait typique du Bas-Boulonnais, avec en particulier la pelouse marnicole présumée endémique du Boulonnais : le *Dactylorhiza meyeri* - *Silaetum silai*, observée en divers secteurs du site et particulièrement développée et diversifiée aux abords de l'ancienne carrière de la Parisienne.

#### **Faune**

Concernant la batrachofaune, quatre espèces déterminantes ont été observées sur l'ensemble de la ZNIEFF. L'Alyte accoucheur est inscrit en Annexe IV de la Directive Habitats, il est assez commun dans la région. Le Pélodyte ponctué est peu commun et en limite d'aire de répartition dans la région. Le Triton crêté est inscrit à l'Annexe II de la Directive européenne Habitats. La Bondrée apivore est nicheuse sur le périmètre de la ZNIEFF. Elle est inscrite à l'Annexe I de la Directive Oiseaux ; elle est commune au niveau régional. Trois espèces déterminantes de Chiroptères ont été identifiées sur le site. Le Grand rhinolophe est inscrit à l'Annexe II de la Directive Habitats, il est classé quasi-menacé à l'échelle nationale et il est assez rare et en danger dans la région Nord – Pas-de-Calais. Inscrit à l'Annexe II de la Directive Habitats, le Murin à oreilles échanquées est peu commun en région, tout comme l'Oreillard roux, également observé sur cette ZNIEFF.

### **Vallée de la Slack entre Rinxent et Rety / N° régional : 094**

#### **Description globale**

Cette partie de la Vallée de la Slack, entre Rinxent et Rety, s'étend au nord de la commune de Wierre-Effroy, sur les marges sud du bassin de Marquise. La Slack, dont le cours de la rivière est relativement sinueux, circule ici dans une vallée bocagère aux versants mollement vallonnés, sauf au niveau du Rietz des Wioves dont les pentes abruptes sont aujourd'hui abandonnées. Cet ensemble écologique correspond à un complexe de prairies pâturées, de cultures intensives et de quelques bois (bois de Rinxent notamment), associant encore localement divers habitats dont le fonctionnement et la qualité sont liés à une exploitation traditionnelle de l'espace avec des parcelles de petite taille aux fonctions multiples.

#### **Végétation / Flore**

La diversité et la richesse des communautés végétales de ce site témoignent des nombreuses potentialités offertes par des conditions géologiques et géomorphologiques variées. Ainsi peut-on particulièrement insister sur les végétations suivantes :

- système alluvial avec nombreuses prairies bocagères de différents niveaux topographiques (prairies de fauche des niveaux supérieurs restant à caractériser plus finement (*Arrhenatherion elatioris*),
- prairies de fauche hygrophiles (*Bromion racemosi* dont l'*Hordeo secalini* - *Lolietum perennis*) à longuement inondables de l'*Oenanthion fistulosae*, celles-ci encore bordées de haies à rapporter au *Rhamno catharticae* - *Viburnetum opuli*, versants avec végétations préforestières et forestières d'une grande qualité et pour certaines, tout à fait originales par leur composition floristique comme la pelouse hygrophile à Silaus des prés et Genêt des teinturiers rapportée provisoirement au *Dactylorhiza meyeri* - *Silaetum silai*, végétation considérée comme endémique du Boulonnais,
- présence de bas-marais mésotrophiles à méso-eutrophiles avec le Groupement à *Ranunculus repens* et *Juncus acutiflorus* et des fragments d'*Hydrocotylo vulgaris* - *Schoenenion nigricantis*, ceux-ci étant soit liés à des suintements ou résurgences à mi-pente ou en bas de versant, soit au caractère hydromorphe particulier des marnes et des argiles qui peuvent permettre l'oligotrophisation de certaines prairies et leur évolution vers des végétations de bas-marais acides ou basiques selon la nature du substrat.

On peut ainsi insister sur la présence de tout un cortège d'espèces oligotrophiles à mésotrophiles originales, pour la plupart calcicoles, parmi lesquelles diverses plantes rares et/ou protégées (Genêt des teinturiers (*Genista tinctoria*), Silaus des prés (*Silaum silaus*), Gaudinie fragile (*Gaudinia fragilis*), espèce thermo-atlantique très rare et d'apparition relativement récente dans le Boulonnais où elle reste en danger tant que ses stations et ses

populations ne seront pas plus importantes... Au total, ce sont donc au moins une quinzaine de végétations et une dizaine de taxons qui sont déterminants de ZNIEFF (au moins deux autres espèces mériteraient d'être confirmées car d'observation plus ancienne).

#### **Faune**

Le site présente un intérêt avifaunistique important avec sept espèces déterminantes nicheuses sur le site, dont quatre sont inscrites à l'Annexe I de la Directive européenne Oiseaux : les trois busards présents en région et le Martin-pêcheur d'Europe. Le Busard cendré est vulnérable à l'échelle nationale, il est assez commun mais localisé en région. Le Busard Saint-Martin, dont les populations sont en déclin depuis 1980 d'après l'Atlas régional, niche principalement à l'Ouest de la région (Boulonnais et Haut-Artois). Le Busard des roseaux niche traditionnellement dans des roselières mais, ce milieu étant en régression, il niche également dans des champs cultivés d'où le nombre conséquent de nids dans les secteurs agricoles des plateaux. La Cisticole des joncs, considérée comme éteinte depuis 1985 en région lors de l'Atlas régional, est observée ces dernières années sur l'ensemble du littoral et les marais situés à l'ouest de la région. La Bergeronnette de Yarell, en danger et en limite d'aire en région, est également observée sur le site.

### **Bocage au Nord de Ferques / N° régional : 267**

#### ***Description globale***

Le site du bocage de Ferques présente une géologie feuilletée d'une grande complexité : sur moins de deux kilomètres se succèdent une dizaine de couches géologiques en bandes d'orientation est-ouest. La topographie est assez douce et le site est situé sur un versant d'orientation sud-ouest dans la vallée du ruisseau de Blacourt. Le site jouxte les carrières du Boulonnais et de la Vallée heureuse et la principale menace pour le site est la destruction pure et simple par le creusement de nouvelles carrières ou le dépôt de remblais. Une étude d'impact préalable à un dépôt de remblais a d'ailleurs été l'occasion de la découverte en 2005 de sites d'un intérêt floristique et phytocénotique majeur. Une autre menace est l'embroussaillage des sites les plus intéressants dans la mesure où il s'agit généralement de parcelles sous la propriété des entreprises d'extraction qui ne sont pas actuellement exploitées et reçoivent tout au plus une gestion à but cynégétique.

#### ***Végétation / Flore***

L'intérêt patrimonial du site est majeur. Il s'agit d'un des sites où les végétations marnicoles boulonnaises sont les mieux exprimées, à la fois par la diversité et l'originalité des végétations et par la diversité et l'intérêt floristique de ces mêmes végétations. On y trouve en particulier des formes très bien exprimées du *Dactylorhiza meyeri* - *Silaetum silai*, association endémique du Boulonnais, des végétations pelousaires associées à l'association précédente, très originales (connues actuellement sur trois sites, tous du Boulonnais) et restant à caractériser précisément (elles ont été rapportées temporairement au *Violion caninae*). On y trouve enfin une forme de prairie hygrophile mésotrophile rapportée à l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Schoenion nigricantis* (mais restant elle aussi à caractériser plus précisément). Ces trois végétations hébergent une flore exceptionnelle et il faut souligner la présence de 7 espèces appartenant à la liste rouge régionale : *Carex tomentosa*, *Carex pulicaris*, *Coeloglossum viride*, *Dactylorhiza maculata*, *Epipactis palustris*, *Genista tinctoria*, *Hippocrepis comosa*, *Selinum carvifolia*. Au total, 9 végétations et 27 espèces déterminantes de ZNIEFF ont été inventoriées.

#### **Faune**

Cette ZNIEFF abrite une diversité de milieux accueillant chacun une faune caractéristique. La forteresse de Mimoyecques, abri artificiel datant de la seconde guerre mondiale, abrite le site d'hibernation régional majeur en effectifs d'individus. Il s'agit du plus gros site d'hibernation du Murin à oreille échancré du Nord de la France, certainement en relation avec la colonie d'Ardres de la ZNIEFF 265. C'est un site majeur également pour le Grand rhinolophe et le Murin des marais. Les coteaux qui le surplombent accueillent une partie des espèces de papillons de jour liées aux pelouses sèches. *Erynnis tages* est assez rare au niveau régional, *Spiala sertorius* est rare au niveau régional. La vallée du Blacourt accueille les espèces liées aux zones humides : le Triton crêté, en annexe II de la Directive Habitat et le Pélodyte ponctué.

## Pré communal d'Ambleteuse et pré Marly / N° régional : 068

### **Description globale**

D'un intérêt géomorphologique et historique exceptionnel, le Communal d'Ambleteuse et le pré Marly constituent l'unique exemple français de dunes flamandaises plaquées sur un ancien socle jurassique, dont les sables acidifiés sont âgés de près de 5000 ans. De plus, le maintien d'un pâturage extensif millénaire associé à des conditions topographiques, hydrologiques et édaphiques extrêmement complexes et à un fonctionnement écologique des plus originaux (nappe(s) aquifère(s) superficielle(s) dont les résurgences successives le long du versant ont donné naissance à un réseau multiforme de ruisseaux, ruisselets et suintements épousant le modelé dunaire ; succession de sols fossiles avec véritables podzols humo-ferrugineux mis à jour par l'érosion éolienne, sols plus jeunes peu évolués, ...) ont engendré une richesse et une originalité sans égales de la flore et des habitats.

### **Végétation / Flore**

Sur moins d'une centaine d'hectares, on trouve une représentation optimale et exemplaire de la lande dunaire, des pelouses et des bas-marais du système dunaire acide nord-atlantique ; ainsi, certains habitats sont endémiques du Boulonnais (lande littorale du *Carici trinervis - Callunetum vulgaris*, pelouse hygrophile "maigre" du *Carici trinervis - Nardetum strictae*), d'autres, nordiques, proches de leur limite sud de répartition (butte sableuse érodée avec le *Viola dunensis - Corynephorum canescentis*, pelouses rases en voie de décalcification du *Festuco filiformis - Galietum maritimi*,...), d'autres, encore, rarissimes et très menacés en France (bas-marais paratourbeux du *Caricetum trinervi - fuscae*, gazon vivace amphibie abritant une des rares stations françaises d'Ophioglosse des Açores (*Ophioglossum azoricum*) [*Ophioglossum azorici - Agrostietum caninae*] ou restant à étudier (pelouse oligotrophile des sables secs totalement décalcifiés).

Le Pré communal d'Ambleteuse présente une diversité floristique exceptionnelle dans la région, avec un nombre très élevé de plantes d'intérêt patrimonial majeur. Ainsi, on recense près d'une centaine de taxons déterminants de ZNIEFF dont 30 protégés au niveau régional et 2 protégés en France, pour la plupart oligo-mésotrophiles et liés à des milieux très vulnérables en voie de disparition dans les plaines du Nord de l'Europe occidentale. Parfois, il ne s'agit ni plus ni moins que de la seule population de certaines espèces dans la région. Parmi cette richesse floristique, voici les espèces les plus marquantes : Ophioglosse des Açores (*Ophioglossum azoricum*), la Violette de Curtis (*Viola saxatilis subsp. curtisii*), le Genêt d'Angleterre (*Genista anglica*), la Laïche puce (*Carex pulicaris*), la Moenchie dressée (*Moenchia erecta*), la Radiole faux-lin (*Radiola linoides*), la Spiranthe d'automne (*Spiranthes spiralis*)...

### **Faune**

Ce site comporte 19 espèces déterminantes de faune dont 5 espèces d'Orthoptères, 4 de Lépidoptères, 4 d'Amphibiens, 2 d'Odonates et 4 d'Oiseaux. Parmi les espèces d'Insectes, il faut noter la présence de plusieurs espèces pouvant être considérées comme patrimoniales au niveau régional en fonction de l'état des connaissances actuelles : le Sténobothre nain (*Stenobothrus stigmaticus*) considéré comme proche de l'extinction en Nord Pas-de-Calais, le Criquet marginé (*Chorthippus albomarginatus*) assez rare en région, la Decticelle chagrinée (*Platycleis albopunctata albopunctata*) et le Gomphocère tacheté (*Myrmeleotettix maculatus*). Parmi les espèces liées aux zones humides et particulièrement les Amphibiens, on retrouve le cortège des espèces de répartition littorale dans la région. Parmi les espèces d'Odonates, on notera la présence de l'Agriion nain (*Ischnura pumilio*), espèce colonisatrice des milieux récemment créés ou rajeunis.

## Basse vallée de la Slack / N° régional : 093

### **Description globale**

Cette large vallée est composée d'un remarquable complexe de prairies alluviales pâturées ou fauchées, plus ou moins longuement inondables et ponctuées de mares et d'étangs de chasse. L'ensemble « vallée inondable-versants herbagers » confère à cette ZNIEFF une grande valeur paysagère. Celle-ci constitue ainsi un vaste espace humide arrière-littoral très ouvert du fait de la quasi inexistence de boisements ; ceci le rend ainsi particulièrement attractif pour l'avifaune, d'autant plus qu'il est en relation directe avec le système dunaire. Cette vallée joue aussi un rôle important en tant que corridor biologique.

### **Végétation / Flore**

Par ailleurs, le lit majeur héberge de nombreuses végétations aquatiques, amphibies et hygrophiles de plus ou moins grande valeur, caractéristiques du système alcalin nord-atlantique alluvial à tourbeux, plusieurs d'entre elles relevant de l'annexe I de la Directive Habitats-Faune-Flore : bas-marais mésotrophile alcalin de l'*Hydrocotylo vulgaris - Juncetum subnodulosi*, tremblant tourbeux relictuel à Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*) au sein de roselières turficoles du *Magnocaricion elatae*, prairies de fauche mésoeutrophiles du *Colchico autumnalis - Arrhenatherenion elatoris*... Tout ce système alluvial est favorable au maintien d'une flore typique encore très riche et diversifiée comme la Renoncule à feuilles d'ophioglosse (*Ranunculus ophioglossifolius*), protégée en France et en limite nord de son aire de répartition, le Trèfle de Micheli (*Trifolium michelianum*) jamais signalé auparavant dans la région, le Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*), le Butome en ombelle (*Butomus umbellatus*) ou encore la Grande douve (*Ranunculus lingua*), toutes protégées au niveau national ou régional. Au total, 36 taxons déterminants de ZNIEFF ont pu être recensés dans cette basse vallée dont 8 protégés dans la région et 2 protégés en France.

### **Faune**

18 espèces d'oiseaux déterminantes ont été notées nicheuses de probable à certaine de 1991 à 2007 et font pour la plupart partie du cortège des espèces liées aux formations végétales hautes des milieux humides. Parmi celles-ci, toutes ne sont pas régulières sur le site : la Cigogne Blanche, la Sarcelle d'hiver et la Marouette de Baillon ont été contactées une fois de 2000 à 2005. La Locustelle lusciniôïde a niché de manière probable pendant la période indiquée jusque 1995. Elle n'est plus contactée sur le site depuis. Le Guêpier d'Europe a niché pendant deux ans mais sa zone de nidification a fait l'objet de déprédations. Cette vallée accueille les seuls contacts régionaux encore actuels du Rôle des genêts en période de reproduction. Cette vallée abrite également trois espèces d'Amphibiens dont le Pélodyte ponctué en limite d'aire de répartition en région, et la Rainette arboricole. La partie ouest, plus sèche, abrite le Demi-deuil (*Melanargia galathea*) et l'Argus frêle (*Cupido minimus*) liés aux végétations clairsemées.

### **Dunes de la Slack, Pointe aux Oies et Pointe de la Rochette / N° régional : 066**

#### **Description globale**

D'intérêt suprarégional/national, ce grand système de dunes calcaires récentes et de dunes plus anciennes ayant comblé naturellement une partie de l'estuaire et de la basse vallée de la Slack enferme de plus ou moins vastes dépressions humides marécageuses, en relation, côté Est et Sud, avec les prairies arrière-littorales du système alluvial de la basse Slack et les marais tourbeux non dunaires de la Warene. Ainsi, de remarquables séquences de végétations peuvent-elles être observées depuis la dune bordière en extension (poulier de l'estuaire de la Slack) jusqu'au système interne totalement décalcifié, en grande partie occupé par le golf de Wimereux.

#### **Végétation / Flore**

A cet égard, outre la présence de la plupart des habitats de la xérosère et de l'hygrosère dunaires nord-atlantique typiques des côtes de la Manche Orientale (plus ou moins bien développés et structurés), il faut mentionner ici l'existence des communautés végétales littorales les plus originales, bien que quelques-unes soient situées sur le DPM, certaines rarissimes à l'échelle du territoire français : haut de plage graveleux du *Beto maritimae - Atriplicetum glabriusculae* ; bancs de galets avec végétation vivace du *Crithmo maritimi - Crambetum maritimae*, en limite septentrionale d'aire de répartition ; ourlets dunaires spatiaux du *Carici arenariae - Silenetum nutantis* des sables calcaires ; végétation de bas marais suspendus du *Samolo valerandi - Caricetum vikingensis* et communauté des sources et suintements carbonatés le long de la falaise. Le site n'abrite pas moins de 114 taxons déterminants de ZNIEFF dont 32 protégés dans la région et 5 protégés en France qui sont : le Liparis de Lœsel (*Liparis loeselii*), la Pyrole maritime (*Pyrola rotundifolia subsp. maritima*), la Violette de Curtis (*Viola saxatilis subsp. curtisii*), le Chou marin (*Crambe maritima*), la Grande douve (*Ranunculus lingua*).

#### **Faune**

Remarquable par son étendue et la diversité de ses formations végétales, le complexe dunaire de la Slack joue un rôle important pour la faune. Elle accueille en effet 24 espèces déterminantes dont 5 d'Oiseaux nicheurs, 6 d'Amphibiens, 2 de Chiroptères, 5 de Lépidoptères, 1 de Mollusques, 3 d'Odonates et 2 d'Orthoptères. L'ensemble des nombreuses panes dunaire est en effet favorable à la batrachofaune dont elles constituent pour quelques espèces l'habitat primaire dans la région. Parmi l'entomofaune étudiée on retrouve plusieurs espèces dont l'aire de répartition régionale est littorale. Il est à noter que les espèces de Rhopalocères et d'Odonates listées ne sont pas nécessairement régulières sur le site mais sont néanmoins présentes dans la liste puisqu'observées au moins une fois pendant la période indiquée. Chez les oiseaux, l'Engoulevent d'Europe est nicheur probable sur le site. Assez rare dans la région, il constitue ici une petite partie de la population régionale dont le noyau se situe en Plaine maritime picarde.

### Estuaire de la Slack / N° régional : 067

#### **Description globale**

Bien que de taille très modeste, l'estuaire de la Slack, de type picard, abrite pratiquement toutes les communautés végétales halophiles potentielles mais elles n'occupent, pour la plupart, que de faibles surfaces, même si elles apparaissent encore relativement bien structurées et représentatives de ce système : slikke vaseuse à *Spartinetum anglicae*... ; moyen et haut schorre limono-sableux à *Puccinellietum maritimae* avec cuvette inondable du *Plantagini maritimae* - *Limonietum vulgaris* ; frange supérieure des prés-salés avec prairies subhalophiles ; mégaphorbiaies et ourlets (*Junco maritimi* - *Caricetum extensae* en limite d'aire de répartition vers le Nord, *Althaeo officinalis* - *Elymetum pycnanthi*...). Un autre habitat remarquable d'aire nord-atlantique semble en extension récente (association ouverte de petites salicornes des hauts d'estran sablonneux du *Spergulario mediae* - *Salicornietum brachystachiae*) et apparaît ici sous une forme optimale. La bordure littorale est constituée d'un large banc de galets favorable à l'expression de communautés végétales littorales parmi les plus originales, certaines rarissimes à l'échelle du territoire français : haut de plage graveleux du *Beto maritimae* - *Atriplicetum glabriusculae* ; bancs de galets avec végétation vivace du *Crithmo maritimi* - *Crambetum maritimae*, en limite septentrionale d'aire de répartition.

#### **Végétation / Flore**

D'un point de vue floristique, 58 taxons déterminants de ZNIEFF sont présents, ce qui est exceptionnel pour un site de taille aussi réduite. 6 espèces sont protégées dans la région et deux autres sont protégées en France : le Chou marin (*Crambe maritima*) et la Renouée de Ray, (*Polygonum raii*).

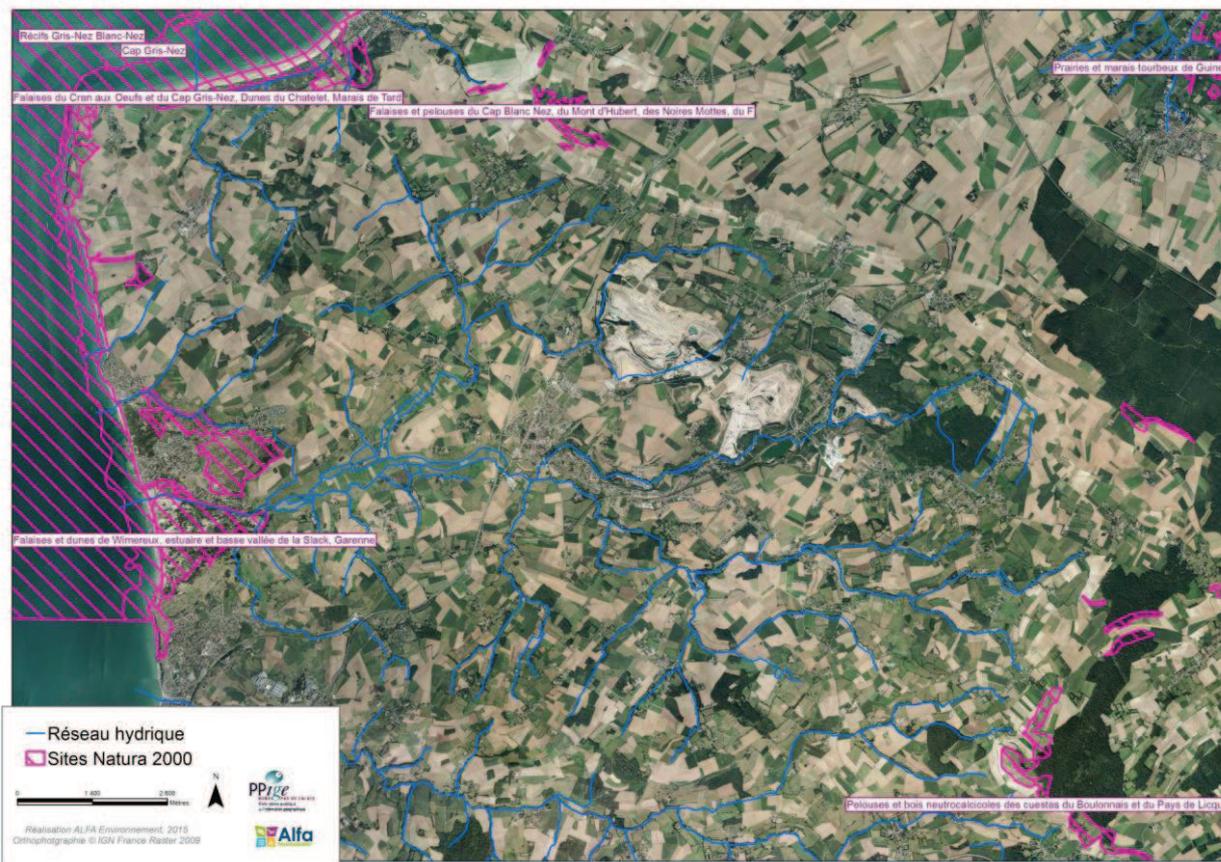
#### **Faune**

De taille modeste, cet estuaire de type picard abrite 3 espèces déterminantes d'Oiseaux. Le Grand gravelot, assez rare dans le Nord – Pas-de-Calais, ne se reproduit que sur le cordon littoral, sur le sable, parsemé de coquillages, de galets et de petits cailloux. Dans la région, il niche principalement dans des milieux résultant de travaux humains : estuaires, ports, etc. La Bergeronnette de Yarell, identifiée comme En danger et en limite d'aire en région, est également observée sur le site.

Le site d'étude n'est concerné par aucune Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type II.



Document n°02 : ZNIEFFS de type 2 sur le secteur d'étude (ALFA Environnement, 2015).



Document n°03 : Sites NATURA 2000 sur le secteur d'étude (ALFA Environnement, 2015).

Le secteur d'étude recouvre pour partie le site **FR3100479 - Falaises et dunes de Wimereux, estuaire de la Slack, Garennes et Communaux d'Ambleteuse-Audresselles**, identifié au titre de la directive "Habitats, faune, flore".

### Description générale du site

#### Caractère général du site

Classes d'habitats	Couverture
Landes, Broussailles, Recrus, Maquis et Garrigues, Phrygana	30%
Dunes, Plages de sables, Machair	20%
Pelouses sèches, Steppes	17%
Marais (végétation de ceinture), Bas-marais, Tourbières,	8%
Marais salants, Prés salés, Steppes salées	5%
Rivières et Estuaires soumis à la marée, Vasières et bancs de sable, Lagunes (incluant les bassins de production de sel)	5%
Prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées	5%
Autres terres (incluant les Zones urbanisées et industrielles, Routes, Décharges, Mines)	5%
Galets, Falaises maritimes, Ilots	3%
Eaux douces intérieures (Eaux stagnantes, Eaux courantes)	2%
Mer, Bras de Mer	0%

## Autres caractéristiques du site

Représentatif de la diversité et de l'histoire géomorphologique du littoral Boulonnais, ce grand site rassemble les principaux types de côtes qui le caractérisent :

- système nord-atlantique de falaise littorale jurassique d'argiles, de sables, de grès mamelonnés et de marnes, coiffée dans sa partie Nord, d'altitude plus faible, de placages sableux plus ou moins anciens s'étendant largement vers l'intérieur des terres,
- grand système de dunes calcarifères récentes et de dunes plus anciennes ayant comblé naturellement une partie de l'estuaire et de la basse vallée de la Slack qui enserre des dépressions humides marécageuses,
- estuaire,
- dunes anciennes décalcifiées plaquées sur un ancien socle jurassique dont les sables acidifiés sont âgés de près de 5000 ans,
- marais et prairies arrière-littorales.

## Qualité et importance

### **Dunes de la Slack :**

Cet ensemble écologique exceptionnel, témoin de l'histoire géomorphologique et de la diversité physique et biologique du littoral Boulonnais, est sans équivalent à l'échelle du littoral européen. Il rassemble en effet les principaux types de côtes qui caractérisent et différencient cette région naturelle, tout en faisant l'originalité de chaque site particulier proposé.

Ce grand système de dunes calcarifères récentes et de dunes plus anciennes ayant comblé naturellement une partie de l'estuaire et de la basse vallée de la Slack enserre de plus ou moins vastes dépressions humides marécageuses, en relation côté Est et Sud avec les prairies arrière-littorales du système alluvial de la Basse Slack et les marais tourbeux non dunaires de la Warenne (ces deux derniers ensembles non intégrés à ce jour).

Outre la présence de la plupart des habitats de la xérosère et de l'hygrosère dunaires nord-atlantique typiques des côtes de la Manche Orientale, il faut mentionner ici l'existence des communautés végétales littorales les plus originales, certaines rarissimes voire uniques à l'échelle du territoire français : haut de plage graveleux du *Beto maritimae-Atriplicetum glabriusculae* ; bancs de galets avec végétation vivace du *Crithmo maritimi-Crambetum maritimae*, en limite septentrionale d'aire de répartition ; ourlets dunaires spatiaux du *Carici arenariae-Silenetum nutantis* des sables calcarifères (subass. *ammophiletosum arenariae*) à acidifiés (subass. *festucetosum tenuifoliae*).

### **Estuaire de la Slack :**

Bien que de taille très modeste, cet estuaire de type picard abrite pratiquement toutes les communautés végétales halophiles et saumâtres potentielles mais elles n'occupent, pour la plupart, que de faibles surfaces, même si elles apparaissent encore relativement bien structurées et représentatives de ce système. Un groupement original en aire disjointe (*Agropyro pungentis-Suaedetum verae*) renforce l'intérêt patrimonial de ce système dont un autre habitat remarquable d'aire nord - atlantique semble en extension récente (association ouverte de petites salicornes des hauts d'estran sablonneux du *Spergulario mediae-Salicornietum brachystachiae*) et apparaît sous une forme optimale.

### **Falaise de la pointe aux oies :**

Bien que d'un intérêt phytocoenotique moindre que le cap Gris-nez et la falaise d'Equihen (végétations moins bien structurées), ce système nord - atlantique de falaise littorale jurassique d'argiles, de sables, de grès mamelonnés et de marnes présente une grande originalité car il est coiffé, dans sa partie Nord, d'altitude plus faible, de placages sableux plus ou moins anciens s'étendant largement vers l'intérieur des terres. De plus, l'estran rocheux développé à ses pieds héberge une des plus intéressantes zonations d'algues marines du nord de la France (non inclus dans le périmètre).

### **Communal et Garenne d'Ambleteuse :**

Ce site constitue un ensemble unique en France de dunes flamandaises décalcifiées plaquées sur une falaise fossile dont la nature a engendré des conditions écologiques et physiques (sols fossiles, sols en formation, relief, géologie...) particulièrement originales, avec notamment une très grande diversité d'habitats liée aux sources et résurgences le long des pentes ; des écoulements temporaires ou permanents ont en effet progressivement creusé des petits vallons inondables entaillant les dépôts sableux d'origine dont les buttes demeurent par contre des milieux toujours très secs.

Ainsi, grâce à des pratiques de gestion ancestrales, avec notamment le maintien d'un pâturage extensif quasi-millénaire sur une partie de ces communaux, le pré Communal d'Ambleteuse et la Garenne hébergent aujourd'hui des habitats d'intérêt communautaire rarissimes, endémiques du Boulonnais :

- "Lande" dunaire rase à Callune et Laïche à trois nervures ;
- Pelouse maigre à Nard et Laïche à trois nervures ;

ceux-ci étant associés à une multitude d'autres végétations des sables dunaires peu calcaires à acides, secs (pelouses annuelles, pelouses vivaces, ourlets...) à inondés temporairement (végétations pionnières amphibies bas-marais...) toutes ces végétations relevant de l'annexe I de la Directive, certaines uniquement présentes en France sur ce site.

### **Vulnérabilité :**

Globalement, l'état actuel de conservation des systèmes en général et des habitats en particulier peut être considéré comme encore satisfaisant au regard des multiples pressions qui s'exercent sur cette partie du littoral Boulonnais et de la gestion antérieure de certains sites.

Une protection renforcée et des mesures de gestion ciblées sur les habitats les plus précieux, au sein des espaces actuellement préservés devraient permettre d'assurer, à long terme, la pérennité des systèmes dont le maintien et la régénération éventuelle dépendent d'une gestion humaine active : recréation de mares ; restauration de panes boisées ; conversion progressive des pinèdes et plantations artificielles en boisements dunaires naturels ; canalisation du public en dehors des zones sensibles...), la plupart de ces habitats étant liés à des niveaux trophiques bas et au maintien d'espaces très ouverts, aussi bien au niveau de la xérosère que de l'hygrosère.

Pour la dune bordière et l'estuaire de la Slack, les facteurs en cause (érosion du trait côtier, modification des courants littoraux, sédimentation estuarienne, ...) et la dynamique des habitats semblent difficilement maîtrisables et contrôlables à l'échelle humaine. Cependant, certaines interventions ponctuelles pourraient, à court et moyen terme, préserver la biodiversité potentielle de ces espaces en perpétuelle évolution (progressive ou régressive !).

### **Les falaises de la Pointe aux Oies**

Si une fréquentation humaine modérée est tout à fait compatible avec le maintien des pelouses, une surfréquentation est susceptible de provoquer la disparition du tapis herbacé, en particulier en haut de falaise où les conditions de survie sont plus difficiles pour les plantes (sols peu épais, vents, manque d'eau, sel, ...). La disparition de ces remarquables communautés végétales favorise en outre les phénomènes d'érosion de la falaise, avec des risques en matière de sécurité publique. Il est donc important de bien canaliser le public par des aménagements adaptés (itinéraires balisés, sensibilisation).

### **Le Pré Communal d'Ambleteuse et les Garennes**

Pendant une cinquantaine d'années, le pré communal s'est fortement embroussaillé suite à une diminution drastique des populations de lapins (apparition de la myxomatose) et du nombre de bêtes mises en pâture par les agriculteurs de la commune, et ce, malgré les actions entreprises par la société de chasse locale.

D'importantes actions de gestion ont été entreprises depuis 1996 (remise en pâturage de 15 ha, coupe d'ajoncs d'Europe, restauration de zones humides, ...) et devront être poursuivies dans les années à venir. Le plan de gestion déjà existant sur le site devra être reconduit dans le même esprit, en mettant cependant l'accent ici sur les habitats endémiques du Boulonnais

(pelouses et landes dunaires qui devront faire l'objet d'une attention toute particulière du fait de leur représentation quasi-unique sur le Pré Communal d'Ambleteuse).

Le site des Garennes, en friche depuis plusieurs dizaines d'années, est dans un état de dégradation avancé (embroussaillage important par les ajoncs d'Europe) alors qu'il présente des potentialités écologiques similaires à celles du Pré Communal, au moins pour les dunes sèches. Le futur plan de gestion de ce site permettra de répondre aux exigences de la directive "Habitats – Faune – Flore" en restaurant des habitats rarissimes en Europe.

La mise en place d'un pâturage extensif bovin ou ovin suivant les secteurs, en partenariat avec les agriculteurs locaux, permettra d'entretenir le site et favorisera à moyen terme le retour de pelouses typiques de ces systèmes dunaires plus ou moins décalcifiés.

### Habitats inscrits en annexe de la Directive 92/43/CEE

Nom	Couverture	Superficie	Qualité	Représentativité	Superficie relative	Conservation	Globale
1130 - Estuaires	1%	4,1	Médiocre	Significative	2%≥p>0	Moyenne	Significative
1140 - Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	2,80%	11,5	Médiocre	Significative	2%≥p>0	Bonne	Bonne
1170 - Récifs	1,25%	5,14	Médiocre	Significative	2%≥p>0	Bonne	Bonne
1210 - Végétation annuelle des laissés de mer	< 0.01%	0	Moyenne	Significative	2%≥p>0	Bonne	Significative
1220 - Végétation vivace des rivages de galets	0,81%	3,31	Bonne	Bonne	2%≥p>0	Bonne	Bonne
1230 - Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques	0,89%	3,65	Bonne	Bonne	2%≥p>0	Bonne	Bonne
1310 - Végétations pionnières à <i>Salicornia</i> et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	0,23%	0,93	Bonne	Bonne	2%≥p>0	Bonne	Bonne
1330 - Prés-salés atlantiques ( <i>Glauco-Puccinellietalia maritima</i> )	1,44%	5,92	Bonne	Bonne	2%≥p>0	Bonne	Bonne
2110 - Dunes mobiles embryonnaires	0,30%	1,23	Bonne	Significative	2%≥p>0	Bonne	Bonne
2120 - Dunes mobiles du cordon littoral à <i>Ammophila arenaria</i> (dunes blanches)	9%	36,9	Bonne	Bonne	2%≥p>0	Bonne	Bonne
2130 - Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises) *	10,61%	43,5	Bonne	Excellente	2%≥p>0	Bonne	Bonne
2150 - Dunes fixées décalcifiées atlantiques ( <i>Calluno-Ulicetea</i> ) *	0,45%	1,84	Bonne	Bonne	100%≥p>15%	Bonne	Bonne
2160 - Dunes à <i>Hippophaë rhamnoides</i>	14,60%	59,84	Bonne	Bonne	15%≥p>2%	Bonne	Bonne
2170 - Dunes à <i>Salix repens</i> spp. <i>argentea</i> ( <i>Salicion arenariae</i> )	< 0.01%	0	Bonne	Significative	2%≥p>0	Bonne	Bonne
2180 - Dunes boisées des régions atlantique, continentale et boréale	9%	36,9	Bonne	Significative	2%≥p>0	Moyenne	Significative
2190 - Dépressions humides intradunaires	< 0.01%	0	Bonne	Bonne	2%≥p>0	Bonne	Bonne
3260 - Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du <i>Ranunculion</i> fluitantis et du <i>Callitricho-Batrachion</i>	< 0.01%	0	Bonne	Non-significative			
3270 - Rivières avec berges vaseuses avec végétation du <i>Chenopodion rubri</i> p.p. et du <i>Bidention</i> p.p.	< 0.01%	0	Bonne	Non-significative			
6230 - Formations herbeuses à <i>Nardus</i> , riches en espèces, sur substrats siliceux des zones montagnardes (et des zones submontagnardes de l'Europe continentale) *	1,23%	5,05	Bonne	Excellente	15%≥p>2%	Bonne	Bonne
6410 - Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux ( <i>Molinion caeruleae</i> )	0,28%	1,13	Bonne	Bonne	2%≥p>0	Bonne	Bonne

6430 - Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	0,13%	0,55	Bonne	Non-significative			
6510 - Prairies maigres de fauche de basse altitude ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )	6,44%	26,41	Bonne	Significative	2%≥p >0	Bonne	Significative
7220 - Sources pétrifiantes avec formation de tuf ( <i>Cratoneurion</i> )*	< 0.01%	0	Moyenne	Significative	2%≥p >0	Bonne	Significative

### Espèces inscrites en annexe II de la Directive 92/43/CEE

#### Mammifères

Cod e	Nom	Statut	Taille Min	Taille Max	Unité	Abondance	Qualité	Population	Conservation	Isolement	Global e
1365	<i>Phoca vitulina</i>	Hivernage	5	5	Individus			Non significative			

#### Amphibiens

Cod e	Nom	Statut	Taille Min	Taille Max	Unité	Abondance	Qualité	Population	Conservation	Isolement	Global e
1166	<i>Triturus cristatus</i>	Résidence	10	15	Individus	Présente	Bonne	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne

#### Poissons

Cod e	Nom	Statut	Taille Min	Taille Max	Unité	Abondance	Qualité	Population	Conservation	Isolement	Global e
1163	<i>Cottus gobio</i>	Résidence			Individus	Présente		2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne
1099	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Résidence			Individus	Présente		2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne
1096	<i>Lampetra planeri</i>	Résidence			Individus	Présente		2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne

#### Plantes

Cod e	Nom	Statut	Taille Min	Taille Max	Unité	Abondance	Qualité	Population	Conservation	Isolement	Global e
1903	<i>Liparis loeselii</i>	Résidence	218	218	Individus	Présente	Bonne	Non significative			

### Types de protections aux niveaux national et régional

Type	Recouvrement du site par ce type de protection
Arrêté de protection de biotope, d'habitat naturel ou de site d'intérêt géologique	27%
Parc naturel régional	100%
Réserve naturelle volontaire	15%
Site classé selon la loi de 1930	57%
Terrain acquis par le Conservatoire du Littoral	47%

## Menaces, pressions et activités ayant une incidence sur le site

### Impacts et activités sur le site

Libellé	Influence	Intensité	Pollution
Accumulation de matière organique	Négative	Moyenne	
Acidification (naturelle)	Positive	Moyenne	
Aquaculture (eau douce et marine)	Non évaluée	Moyenne	
Assèchement	Négative	Moyenne	
Autres intrusions et perturbations humaines	Négative	Moyenne	
Chasse	Non évaluée	Moyenne	
Endigages, remblais, plages artificielles	Négative	Moyenne	
Envasement	Négative	Moyenne	
Erosion	Négative	Forte	
Eutrophisation (naturelle)	Négative	Forte	
Modification des mouvements de l'eau (marées et courants marins)	Négative	Forte	
Piétinement, surfréquentation	Négative	Moyenne	
Plantation forestière en terrain ouvert (espèces allochtones)	Négative	Moyenne	
Pollution des eaux de surfaces (limniques et terrestres, marines et saumâtres)	Négative	Moyenne	
Pollution des sols et déchets solides (hors décharges)	Négative	Moyenne	
Pâturage	Positive	Moyenne	
Pêche de loisirs	Non évaluée	Faible	
Randonnée, équitation et véhicules non-motorisés	Négative	Moyenne	
Véhicules motorisés	Négative	Moyenne	

### Impacts et activités aux alentours du site

Libellé	Influence	Intensité	Pollution
Abandon de systèmes pastoraux, sous-pâturage	Négative	Moyenne	
Fauche de prairies	Positive	Moyenne	

### Organismes responsables de la gestion du site

EDEN 62 (conseil général du Pas-de-Calais)  
PNR des Caps et Marais d'Opale

Le bassin versant de la Slack tient un rôle majeur dans la conservation de l'intérêt écologique de ce site, la qualité des eaux amenées par le cours d'eau, chargé de ses affluents, conditionnant pour partie l'attrait de l'estuaire et ses abords pour la faune et la flore, notamment d'intérêt communautaire. D'autres sites d'intérêt communautaires sont identifiés en périphérie du secteur d'étude, mais ceux-ci semblent moins dépendants du fonctionnement du bassin versant.

Il s'agit des sites :

\* FR3100477 - Falaises et pelouses du Cap Blanc Nez, du Mont d'Hubert, des Noires Mottes, du Fond de la Forge et du Mont de Couple

\* FR3100485 - Pelouses et bois neutrocalcicoles des cuestas du Boulonnais et du Pays de Licques et forêt de Guînes

\* FR3110085 - Cap Gris-Nez

## 1.4 Réserves naturelles

Le secteur d'étude est principalement concerné par la Réserve Naturelle Régionale **Pré communal d'Ambleteuse (RNR240)**, qui se situe sur le littoral à environ 7 km au nord de Boulogne-sur-Mer et s'étend sur une superficie de 60 ha. Le site constitue une grande diversité d'habitats tels que des pelouses et landes dunaires, des bas-marais et prairies tourbeuses, des ruisseaux... Il constitue le dernier exemple significatif et étendu de dunes décalcifiées datant du Flandrien subsistant sur le littoral français. Le statut de pré communal a permis un entretien par le pâturage extensif, ce qui a permis la conservation d'une très grande biodiversité floristique. Le syndicat mixte du PNR des Caps et Marais d'Opale assure la gestion du site et protège ainsi plus de 500 espèces végétales dont plus d'une centaine présentent un critère de rareté et 109 espèces de champignons. Côté faunistique, le site est habité par une faune « cosmopolite » allant du chevreuil à la fauvette en passant par la bécasse des bois. On compte également une trentaine d'espèces d'oiseaux nicheuses, 8 espèces d'amphibiens dont la rainette arboricole, 58 espèces de papillons, 157 espèces d'arachnides et 123 espèces de mollusques.

La **Forteresse de Mimoyecques (RNR253)** et le **Mont de Coupie (RNR235)** sont deux réserves naturelles régionales situées en limite nord du secteur d'étude, et n'étant pas strictement liées au fonctionnement du bassin versant de la Slack.



Document n°04 : Réserves Naturelles Régionales sur le secteur d'étude (ALFA Environnement, 2015).

## 1.5 Arrêté préfectoral de protection de biotope

L'arrêté préfectoral de protection de biotope ou **APB** ou **APPB**, est un arrêté pris par un préfet, pour protéger un habitat naturel ou biotope abritant une ou plusieurs espèces animales et/ou végétales sauvages et protégées. L'APB promulgue l'interdiction de certaines activités susceptibles de porter atteinte à l'équilibre biologique des milieux et/ou à la survie des espèces protégées y vivant.

Le pré communal d'Ambleteuse est concerné par cet arrêté. Les articles 3 et 4 suivants indiquent les restrictions.

### ARTICLE 3

Sont interdits sur le site :

\* tous travaux publics ou privés susceptibles de porter atteinte au milieu et de modifier l'équilibre biologique, l'état ou l'aspect des lieux tels que :

- les constructions de quelque type que ce soit,
- les exhaussements et affouillements du sol,
- les extractions de matériaux et toute activité industrielle,
- les reboisements,

\* l'abandon, le dépôt, le jet, le déversement, le rejet ou l'épandage d'eaux usées, produits chimiques, radioactifs, matériaux, ordures ou débris de quelque nature que ce soit. Toutefois l'emploi d'engrais et de produits phytosanitaires est autorisé sur les terrains cultivés au jour de publication de l'arrêté.

\* la création des terrains de camping ou de terrains aménagés pour le stationnement des caravanes ainsi que la pratique du camping dit "sauvage".

### ARTICLE 4

Sont interdites les activités sportives et récréatives suivantes :

- le motocross et le Vélo Tout Terrain
- le 4 X 4
- l'activité équestre

En limite d'aire d'étude se trouvent quelques entités de l'APB « Coteaux Calcaires du Boulonnais (Desvres, Longfossé, Verlincthun, St Martin-Choquel) », non directement concernées par le fonctionnement du bassin versant de la Slack.

La politique en faveur des espaces naturels sensibles relève de l'échelon départemental - conformément à la loi d'aménagement du 18 juillet 1985. Depuis près de 40 ans, le département est détenteur du droit de préemption et dispose, grâce au produit de la TDENS (Taxe Départementale des Espaces Naturels Sensibles), des moyens de mener une politique d'acquisition foncière visant à préserver son patrimoine naturel et à le faire découvrir au plus grand nombre par la réalisation d'équipements d'accueil du public (cheminements, observatoires...). Cette politique contribue de fait à changer l'image du département et participe à la reconquête d'une certaine qualité de vie, d'un cadre de vie plus respectueux encore de l'identité de notre territoire. Eden 62, syndicat mixte créé par le Département, assure la mise en œuvre d'actions de gestion, d'aménagements, d'animation et de valorisation des espaces sensibles. Il intervient sur près de 5000ha -répartis entre le département (2500ha) et le Conservatoire du Littoral (2500ha), et sensibilise la population à la protection de cet héritage en organisant des balades guidées et en intervenant dans les collèges du département, dans le cadre des clubs Eden. La carte page suivante reprend les Espaces Naturels Sensibles gérés par EDEN 62 sur le territoire d'étude.

## 2 Le S.A.G.E. du Bassin Côtier du Boulonnais

Le S.A.G.E. (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) est un **document de planification à long terme**. Il est issu de la Loi sur l'Eau de 1992 et a été modifié par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de 2006. Il a pour but de définir les priorités du territoire, en matière de politique de l'eau et de milieux aquatiques, les objectifs et les dispositions pour les atteindre. L'objectif étant de répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) de 2000 et du SDAGE Artois-Picardie de 2009. Pour cela, il dispose d'un PAGD (Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de l'Eau) opposable aux administrations, d'un règlement opposable aux tiers en plus des administrations, d'un atlas cartographique également opposable aux tiers. Le SAGE doit être conforme à la LEMA et à la DCE, et compatible avec le SDAGE Artois-Picardie.

Les documents d'urbanisme tels que SCOT, PLU et cartes communales doivent être compatibles avec le SAGE et le SDAGE Artois-Picardie.

Au-delà de son impact juridique, le SAGE joue un rôle majeur sur le bassin versant : **il est le référent technique en matière de politique liée à l'eau et il permet la conciliation des usages et des milieux naturels aquatiques et associés**. Il est animé par la Commission Locale de l'Eau du Boulonnais et sa structure porteuse est le SYMSAGEB.

### Le SAGE du Boulonnais : carte d'identité du territoire

Superficie = 700 km<sup>2</sup>.

172207 habitants (données INSEE 2008).

52342 emplois (4% de l'emploi régional).

8 masses d'eau (au titre de la DCE) : la Liane (n°AR30), le Wimereux (n°AR62), **la Slack (n°AR53)**, la nappe des calcaires du Boulonnais (n°1002), les masses d'eau littorales s'étendant du Cap Gris Nez à la Warenne (n°FRAC02, n°FRAC03, n°FRAC04) et le port de Boulogne sur Mer (n°FRAT02).

Paysages emblématiques diversifiés et riches en biodiversité: littoral à falaises et à dunes, bocage et prairies, zones humides, coteaux calcaires...

Alimentation en eau potable dans les nappes souterraines nombreuses mais de capacité réduite, et en complément dans la Liane.

Activités agricoles majoritairement d'élevage.

Activités industrielles : bassin carrier de Marquise, port de Boulogne sur Mer (transformation du poisson).

Territoire soumis aux risques littoraux (érosion, submersion) et d'inondations par les cours d'eau.

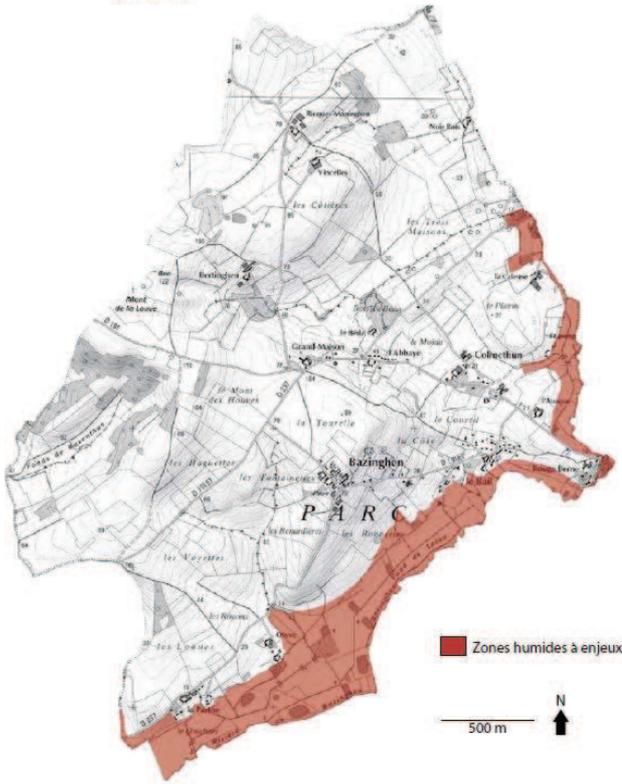
### Principaux enjeux de l'eau sur le territoire

- *Maîtriser les pollutions, toutes origines confondues, sur une logique de priorités d'intervention géographiques par rapport à des enjeux de santé publique, telles que l'alimentation en eau potable, la satisfaction des usages liés à la mer (baignade, conchyliculture) ;*

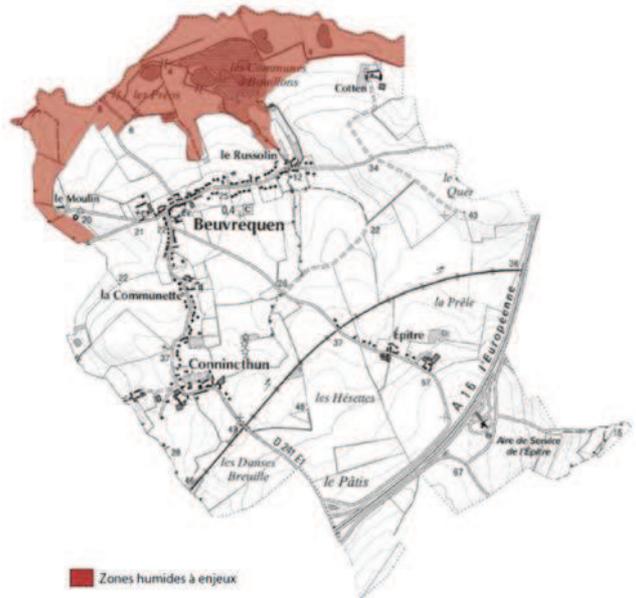
- *Protéger, restaurer et valoriser les milieux naturels liés à l'eau ;*



Bazinghen



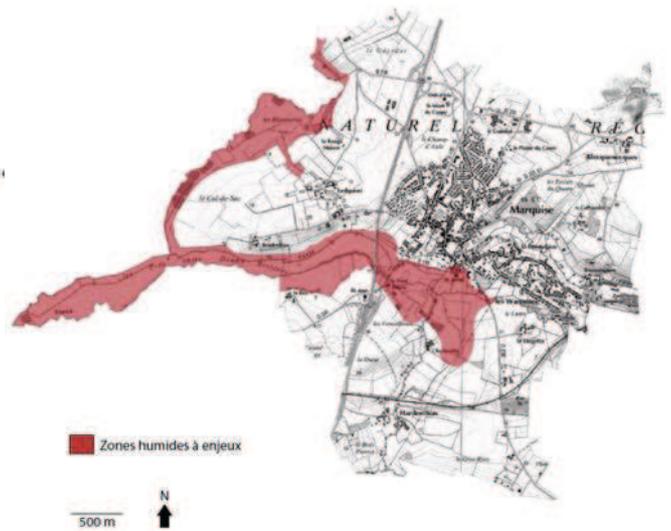
Beuvrequen



Leulinghen-Bernes



Marquise



Document n°05 - suite : S.A.G.E.  
 du Bassin côtier du Boulonnais –  
 Zones humides à enjeux à  
 Ambleteuse, Audembert,  
 Bazinghen, Beuvrequen,  
 Leulinghen-Bernes et Marquise.

### Les enjeux « cours d'eau et patrimoine naturel »

Les cours d'eau du Boulonnais subissent de multiples contraintes. Des actions visant à réduire l'impact de l'érosion des sols agricoles, du piétinement animal des berges et du lessivage des surfaces imperméabilisées sont nécessaires pour maintenir une bonne qualité des eaux (physico-chimique, biologique et bactériologique). La suppression des rejets directs d'assainissement doit également être une action prioritaire. Des opérations zéro phyto doivent continuer d'être menées afin de préserver certains secteurs de captages ou en bordure de cours d'eau de toute contamination par les produits phytosanitaires. En parallèle de ces actions, la restauration de la continuité écologique longitudinale et latérale des cours d'eau du Boulonnais constitue une condition sine qua none de l'atteinte du bon état écologique défini par la DCE et le SDAGE Artois-Picardie. De plus une attention particulière est à apporter aux secteurs qui hébergent des espèces reconnues d'intérêt européen. Enfin, la restitution des eaux d'exhaure du bassin carrier de Marquise en amont de la zone humide de la basse vallée de la Slack constitue une action nécessaire à une meilleure gestion des étiages, facteur limitant de la vie aquatique et de la capacité auto-épuratoire des cours d'eau.

## 3 Documents et données naturalistes

### 3.1 Bibliographie naturaliste

**Cette section fait l'objet d'un document dédié, avec des fiches biblio reprises en annexe au présent dossier.**

### 3.2 Données naturalistes

Une demande a été formulée auprès du système d'information régionale sur la faune pour l'obtention de données naturalistes des espèces animales exploitant le secteur du « marais », précédemment désignée dans ce document comme « zones humides à enjeux » du SAGE du Boulonnais.

*Périmètre sur lequel a porté la demande de données naturalistes :*



Document n°06 : Périmètre sur lequel a porté la demande de données naturalistes (ALFA Environnement, 2015).

Le jeu de données obtenues fait apparaître la présence des espèces patrimoniales en région (sur fond orange) et d'importance nationale à communautaire (sur fond rouge) suivantes (A noter que le jeu de données ne précise pas le statut de l'espèce lors d'observation : nidification, stationnement migratoire, passage... ?) :

### OISEAUX

Dernière année d'observation	Première année d'observation	Nom vernaculaire	Nom latin
2015	2003	Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i> (Linné, 1766)
1998	=	Alouette hausse-col	<i>Eremophila alpestris</i> (Linné, 1758)
2014	1986	Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i> Linné, 1758
2013	=	Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i> (Linné, 1758)
2014	1986	Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i> (Linné, 1758)
2015	1984	Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i> (Linné, 1758)
2014	1998	Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i> (Linné, 1758)
2014	2013	Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i> (Temminck, 1820)
2015	2010	Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i> (Linné, 1758)
2015	2001	Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i> (Linné, 1758)
2014	=	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i> (Linné, 1766)
2015	2007	Canard chipeau	<i>Anas strepera</i> Linné, 1758
2015	2003	Canard pilet	<i>Anas acuta</i> Linné, 1758
2014	2003	Canard siffleur	<i>Anas penelope</i> Linné, 1758
2014	1998	Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i> (Linné, 1758)
2014	1986	Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i> (Linné, 1758)
2007	1984	Chevalier sylvain	<i>Tringa glareola</i> Linné, 1758
2014	1988	Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i> (Linné, 1758)
2005	=	Circaète Jean-le-blanc	<i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin, 1788)
2010	2008	Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i> (Rafinesque, 1810)
2014	1984	Combattant varié	<i>Philomachus pugnax</i> (Linné, 1758)
2014	1984	Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i> (Linné, 1758)
2014	=	Cygne chanteur	<i>Cygnus cygnus</i> (Linné, 1758)
2004	=	Cygne de Bewick	<i>Cygnus columbianus</i> Yarrell, 1830
2015	2012	Échasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i> (Linné, 1758)
2014	2012	Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i> Linné, 1758
2013	2012	Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i> Linné, 1758
2014	2013	Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i> Tunstall, 1771
2013	=	Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i> Pontoppidan, 1763
2014	1986	Goéland brun	<i>Larus fuscus</i> Linné, 1758
2013	2012	Gorgebleue à miroir	<i>Luscinia svecica</i> (Linné, 1758)
2015	1988	Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i> (Linné, 1758)
2015	1984	Grand Gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i> Linné, 1758

2013	=	Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i> (Linné, 1758)
2015	2013	Grande Aigrette	<i>Casmerodius albus</i> (Linné, 1758)
2015	2010	Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i> Linné, 1758
2014	=	Grue cendrée	<i>Grus grus</i> (Linné, 1758)
2012	=	Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i> Linné, 1758
2014	1984	Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i> (Pontoppidan, 1763)
2014	=	Huïtrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i> Linné, 1758
2014	=	Ibis falcinelle	<i>Plegadis falcinellus</i> (Linné, 1766)
2014	2010	Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i> (Linné, 1758)
2015	1986	Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i> Temminck, 1820
2014	2008	Oie cendrée	<i>Anser anser</i> (Linné, 1758)
2014	2012	Phragmite des joncs	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i> (Linné, 1758)
1998	1984	Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i> (Linné, 1758)
2013	=	Râle des genêts	<i>Crex crex</i> (Linné, 1758)
2015	1984	Sarcelle d'été	<i>Anas querquedula</i> Linné, 1758
2014	2007	Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i> Linné, 1758
2015	2013	Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i> Linné, 1758
2014	=	Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i> Latham, 1787
1984	=	Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i> (Linné, 1758)
1998	1997	Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i> (Linné, 1758)
2012	1997	Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i> (Linné, 1758)

## INSECTES

Dernière année d'observation	Première année d'observation	Nom vernaculaire	Nom latin
2014	2013	Aesche printanière	<i>Brachytron pratense</i> (Müller, 1764)
2013	=	Agreste	<i>Hipparchia semele</i> (Linnaeus, 1758)
2014	1996	Agrion mignon	<i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur, 1842)
2014	2009	Agrion nain	<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1825)
2005	=	Argus frêle	<i>Cupido minimus minimus</i> (Fuessly, 1775)
2014	=	Argus vert	<i>Calophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)
2014	2010	Bande noire	<i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)
1937	=	Caloptéryx vierge septentrional	<i>Calopteryx virgo virgo</i> (Linnaeus, 1758)
2014	2005	Collier de corail	<i>Plebeius agestis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)
2013	1998	Demi deuil	<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)
2014	2011	Decticelle chagrinée	<i>Platycleis albopunctata</i> (Goeze, 1778)
2014	2009	Conocéphale des roseaux	<i>Conocephalus dorsalis</i> (Latreille, 1804)
2014	2011	Gomphocère tacheté	<i>Myrmeleotettix maculatus</i> (Thunberg, 1815)
2013	=	Leste fiancé	<i>Lestes sponsa</i> (Hansemann, 1823)

2012	=	Leucorrhine à gros thorax	<i>Leucorrhinia pectoralis</i> (Charpentier, 1825)
2015	2012	Mélitée du plantain	<i>Melitaea cinxia</i> (Linnaeus, 1758)
2014	2009	Sympétrum de Fonscolombe	<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Selys, 1840)
1932	=	Sympétrum jaune d'or	<i>Sympetrum flaveolum</i> (Linnaeus, 1758)
1932	=	Sympétrum méridional	<i>Sympetrum meridionale</i> (Selys, 1841)
2006	=	Thécla du bouleau	<i>Thecla betulae</i> (Linnaeus, 1758)

#### REPTILES ET AMPHIBIENS

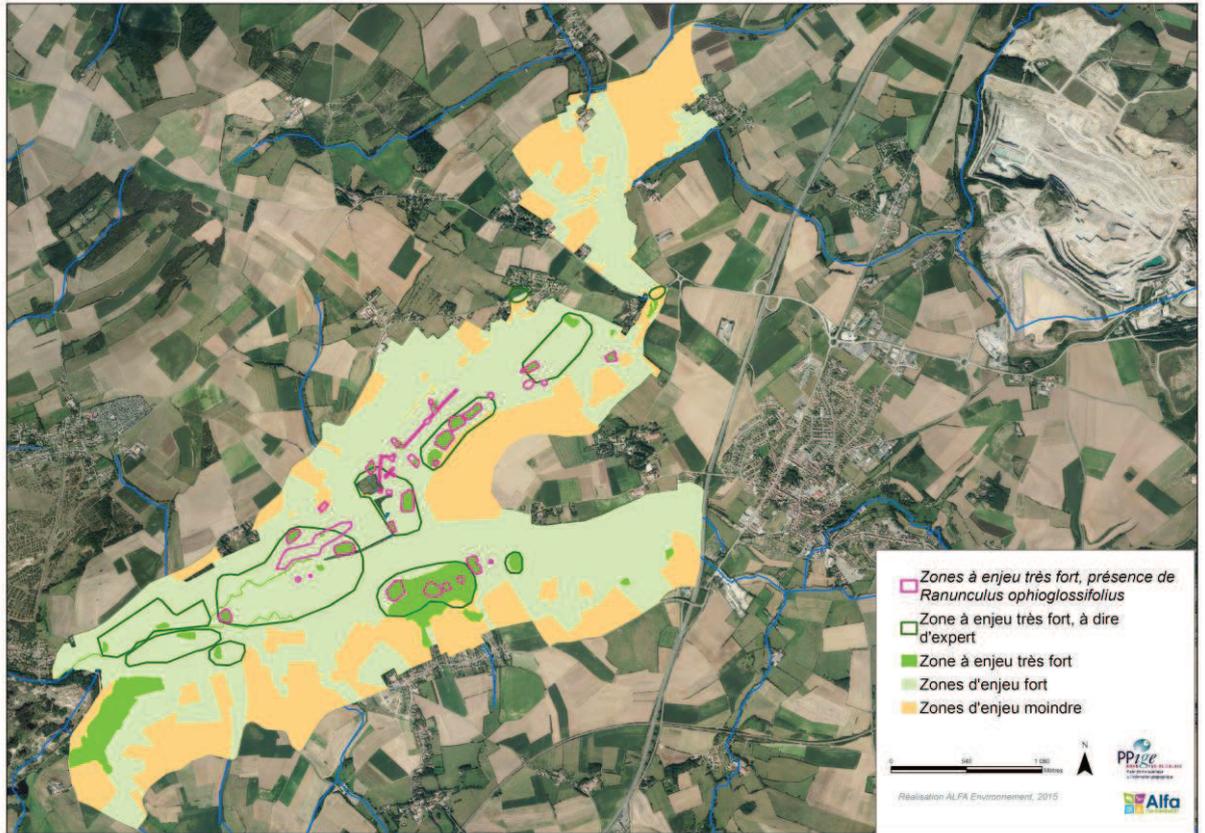
Dernière année d'observation	Première année d'observation	Nom vernaculaire	Nom latin
2014	1999	Crapaud accoucheur	<i>Alytes obstetricans</i> (Laurenti, 1768)
2014	2012	Crapaud calamite	<i>Bufo calamita</i> Laurenti, 1768
2001	1899	Pélodyte ponctué	<i>Pelodytes punctatus</i> (Daudin, 1803)
2014	1899	Rainette verte	<i>Hyla arborea</i> (Linné, 1758)
2014	2013	Triton alpestre	<i>Ichthyosaura alpestris</i> (Laurenti, 1768)
2014	2013	Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i> (Laurenti, 1768)

#### Ce périmètre abrite ainsi :

- 25 espèces d'oiseaux, 19 espèces d'insectes et 5 espèces d'amphibiens au moins considérées comme patrimoniales à l'échelle régionale car placées sur la liste des espèces déterminantes de ZNIEFF en Nord – Pas de Calais,
- 30 espèces d'oiseaux inscrites en Annexe I de la Directive 2009/147/CE74. Ces espèces classées en annexe I bénéficient de mesures de protection spéciales de leur habitat qui seront donc classés en Zone de Protection Spéciale (ZPS). Il s'agit des espèces menacées de disparition, des espèces vulnérables à certaines modifications de leur habitat, des espèces considérées comme rares (population faible ou répartition locale restreinte), et des espèces nécessitant une attention particulière à cause de la spécificité de leur habitat, ainsi que les espèces migratrices dont la venue est régulière.
- 1 espèce d'insecte et 1 espèce d'amphibien inscrites en Annexe II de la Directive 92/43/CEE. L'**annexe II** regroupe des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (ZSC).

Sans compter les espèces inscrites à des listes de protection nationale, le secteur regroupant les « zones humides à enjeux » du S.A.G.E. regroupe une diversité faunistique de nature à porter l'attention sur le maintien voire l'amélioration de la fonctionnalité écologique de cet écosystème dans le cadre des travaux qui seront menés au terme de l'étude hydraulique.

Carte de synthèse des enjeux écologiques sur le marais de la Slack (ALFA Environnement, 2015) :



Document n°07 : Zonages des enjeux écologiques sur le marais de la Slack (ALFA Environnement, 2015).