

Aqua Enviro'

Consultant

**Commune d'ISNEAUVILLE
Aff/DIV-2011-215**

Etude hydraulique parcellaire



***Zone d'Activités du « Gros Chêne »
Lieu-dit « Plaine des Hauts des Champs »
ISNEAUVILLE***

SEPTEMBRE 2011

Eau – Assainissement – Environnement

Etudes – Conseils – Assistance technique – Maîtrise d'œuvre

SARL AQUA ENVIRO au capital de 150 000 € - Siège social : 6, route du Beau Soleil 76750 Vieux Manoir

Tél : 02-35-32-00-65 - Fax: 02-32-80-12-83 - Courriel : aquaenviro@wanadoo.fr

RCS 2007 B 167 ROUEN - SIRET 494 253 826 00015 - APE 742C - N° TVA intracommunautaire : FR 90 494 253 826

Sommaire

PREAMBULE.....	3
I. OBJECTIFS DE LA MISSION : ATTENTES DE LA COLLECTIVITE.....	3
II. PHASE N°1 : TOPOGRAPHIE LOCALE	4
2.1. Plan topographique du cabinet LECOURT SANTUS JUMENTIER	4
2.2. Identification du sous bassin versant aval local.....	5
III. PHASE N°2 : ETUDE HYDRAULIQUE	7
3.1. Géologie et Hydrogéologie.....	7
3.2. Occupations des sols et coefficients de ruissellement	10
3.3. Détermination du coefficient moyen du secteur.....	12
3.4. Pluie de référence centennale et applications	13
3.4.1. Définitions.....	13
3.4.2. Application locale	15
3.5. Conclusion des calculs hydrauliques	16
IV. IMPACTS LOCAUX ET PERSPECTIVES.....	17
4.1. Rappels de l'état initial et exutoire	17
4.2. Aspect critique de l'existant	18
4.2.1. Evaluation de la capacité hydraulique de la canalisation.....	18
4.2.2. Exutoire : Incidence et fonctionnement.....	19
4.3. Axe de ruissellement : Validation et Positionnement.....	19

PREAMBULE

La commune d'Isneauville (Seine-Maritime) contient une Zone d'Activités en développement sur l'axe routier D15 ; lieu-dit « Plaine des Hauts Champs ».

A l'écart de cette Zone, à proximité de la D15 se situent deux entreprises ; séparée par une parcelle d'environ 7500 m² (référence cadastrale : A N°651).



Figure n°1 : Vue aérienne du secteur d'études

I. OBJECTIFS DE LA MISSION : ATTENTES DE LA COLLECTIVITE

La collectivité a fait réaliser, dans le cadre de l'établissement de son PLU, une étude hydraulique par l'AREAS.

Cette étude a défini sur la parcelle AN 651 ; le passage d'un axe de ruissellement.

Initialement classée en zone urbanisable, pour les entreprises, la commune d'Isneauville souhaite faire valider le positionnement de cet axe ; sur la parcelle.

II. PHASE N°1 : TOPOGRAPHIE LOCALE

Le secteur concerné par l'étude a d'ores et déjà fait l'objet d'un relevé topographique par le cabinet LECOURT SANTUS JUMENTIER.

Ce relevé permet de replacer précisément le talweg local, identifié par l'AREAS lors de l'établissement du PLU communal.

2.1. Plan topographique du cabinet LECOURT SANTUS JUMENTIER

Le plan ci-après a été réalisé par le cabinet LECOURT SANTUS JUMENTIER, et permet d'appréhender le talweg local.

2.2. Identification du sous bassin versant aval local

L'aperçu du secteur sur fond IGN, ci-dessous permet d'illustrer le positionnement de cet axe :

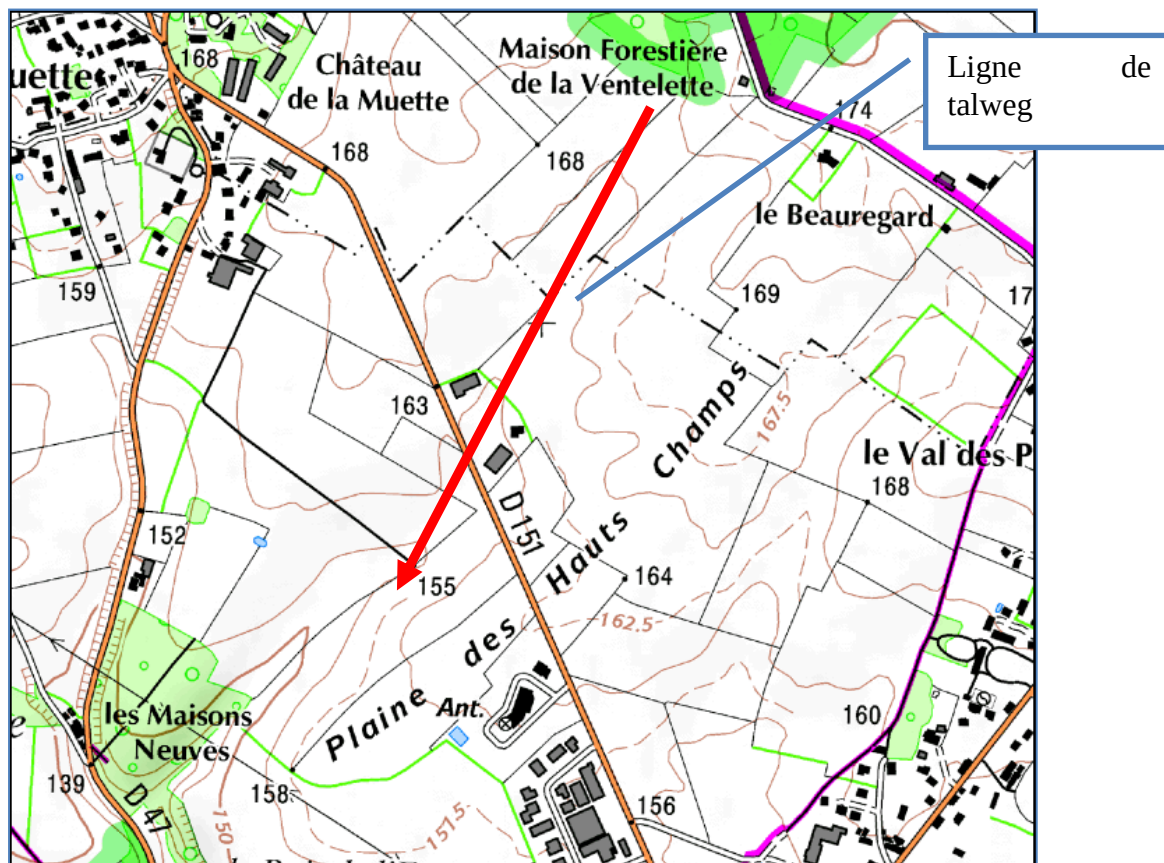


Figure n°2 : Fond IGN (1/25 000^e) du secteur

Remarque méthodologique :

Pour définir les principaux axes d'écoulement, la carte IGN sert de base de départ. Sur celle-ci sont représentées les courbes de niveau modélisant le relief de la région représentée.

Ici, l'intervalle entre chaque courbe équivaut à 5m de dénivelé positive ou négative.

Sur certaines d'entre elles, les plus épaisses, des chiffres indiquent l'altitude. Chaque ligne est une ligne d'isohypse c'est-à-dire que le long de celle-ci, l'altitude ne varie pas. Le sens d'écriture du chiffre correspond au sens de la pente, qui est d'autant plus forte que les lignes sont resserrées entre elles.

Pour identifier les axes principaux d'écoulement : on part du point le plus haut.

- Si l'isohypse est bombée vers l'extérieur du point le plus haut, c'est une ligne de crête.
- Si au contraire l'isohypse est bombée vers l'intérieur du point le plus haut (souvent en forme de V, et lignes resserrées) : c'est un axe d'écoulement des eaux.

Afin d'affiner l'approche hydraulique du secteur, Aqua Enviro' a procédé à la détermination du sous bassin versant local.

La parcelle concernée par l'étude se situe en aval d'un sous bassin versant « remontant » jusque la « Forêt Syndicale de la Muette » :



Figure n°3 : Identification du sous bassin versant aval

Centré autour du talweg, le sous bassin versant aval représente une superficie d'environ 55 hectares :

Le tableau suivant reprend les différentes caractéristiques spatiales de l'espace considéré :

Longueur maximale (m)	1000
Largeur maximale (m)	700
Pente moyenne (%)	1,3

Aqua Enviro' dispose de l'outil cartographique CartoExplorer permettant d'illustrer la pente du bassin versant local selon la plus longue ligne d'écoulement :

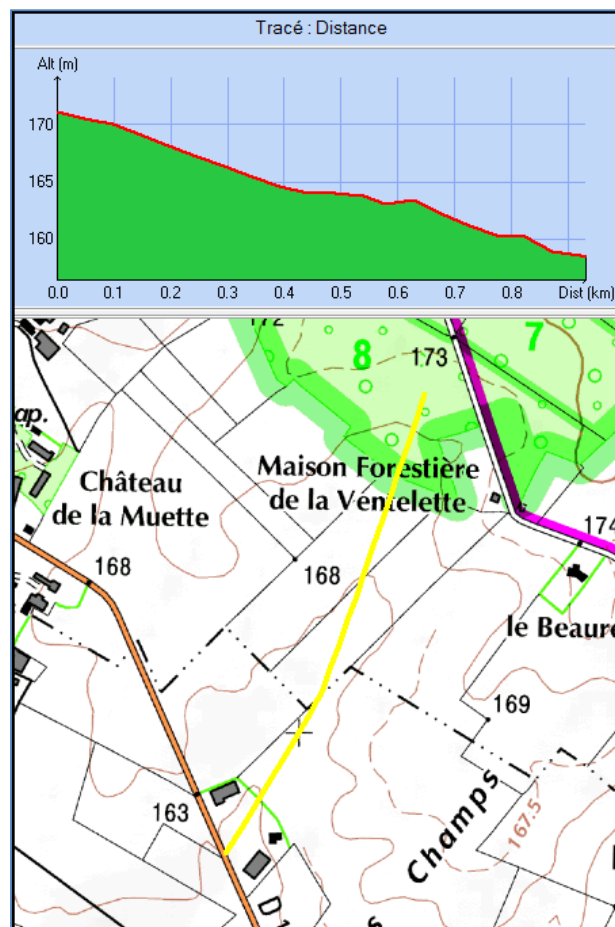


Figure n°4 : Illustration du profil de pente locale au droit du talweg (CartoExplorer)

Sur une distance d'environ 1000m, la différence de niveau est de 13 mètres.

III. PHASE N°2 : ETUDE HYDRAULIQUE

3.1. Géologie et Hydrogéologie

La parcelle d'étude, localisée sur la commune d'Isneauville, est caractérisée par une culture céréalière agricole.

La nature du sol au droit de cette parcelle est donc remaniée par l'activité agricole.

Néanmoins, lors des investigations sur site, la nature limoneuse du sol a bien été identifiée.

La carte géologique ci-jointe permet d'identifier les horizons pédologiques en place sur la parcelle.

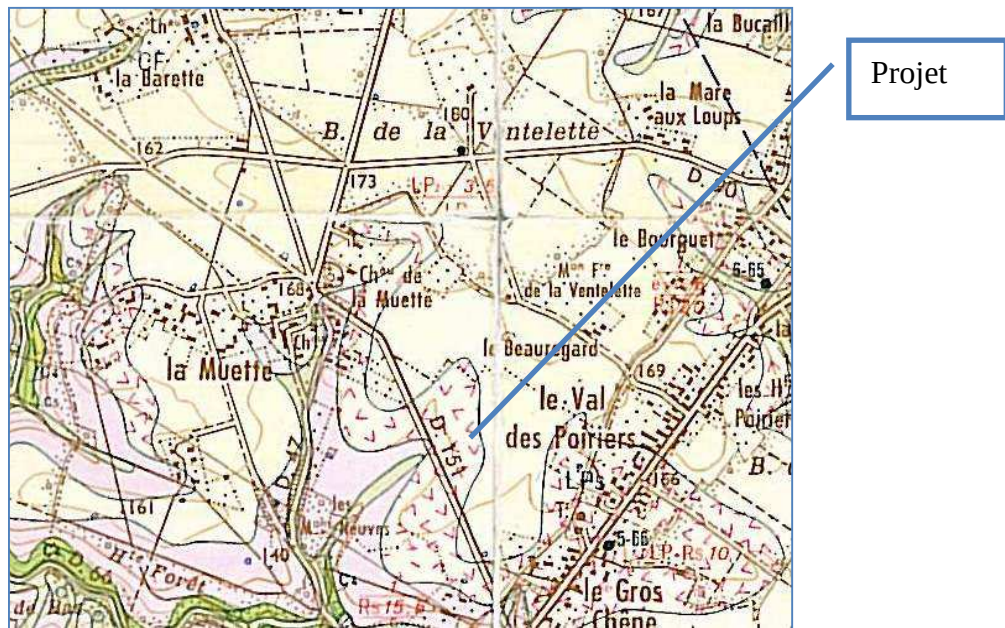


Figure n°5 : Carte géologique (1/50000^e, Saint Saëns)

On observe les structures suivantes :

- C₄ = Craie jaunâtre à silex dolomitique du Coniacien.

Il s'agit d'une craie sableuse jaunâtre ou grisâtre, très dure. Sur la presque totalité, ce niveau est dolomitique. Elle présente des bancs épais, homogènes et durs. Les silex sont assez nombreux. La faune est rare : *Micraster cortestudinarium*, *Inoceramus involutus*, *Inoceramus mantelli*, et la microfaune : *Gavelinella cf. vombensis*, *Stensioina praeexculpta*, *Osangulatia cordieriana*...

La puissance de ce niveau est de l'ordre de 50m.

- C₃ = Craie marneuse blanche à silex rares du Turonien.

Ce niveau est constitué d'une craie blanche ou grisâtre, tendre, traçante, légèrement marneuse, présent en banc épais. Les silex sont peu nombreux. Le Turonien est assez peu fossilifère, sauf en *Inoceramus labiatus*, *Terebratula rigida*, *Holaster planus*, *Micraster breviporus*, *Rhynchonella cuvieri*.

La puissance du Turonien est de 80 à 90m.

- C₂ = Craie glauconieuse du Cénomaniien.

Ce niveau est constitué d'une craie glauconieuse en haut, puis d'une craie légèrement argileuse pour finir à la « Glauconie sableuse d'Eauplet ». Les silex sont assez gros. On y trouve *Acanthoceras rothomagensis*, *Ac. Mantelli*, *Turrilites costatus*, *Sacphites aequalis*, *Holaster subglobosus*, *Schloenbachia varians*.

La puissance du Turonien est de 35 à 40m.

- LP = limons des plateaux.

Ils sont formés d'un dépôt argilo-sableux, brun-jaune. Très développés et épais dans cette région, ils couvrent la surface des plateaux. Lorsque leur puissance atteint 15mètres, ils sont alors très sableux, avec très peu de silex.

- RS = formations à silex.

Cette formation est un produit dit « Résidu de décalcification de la craie ». Elle est composée d'une argile grise ou brune, très collante, et fortement chargée en silex, entiers ou brisés. Dans la partie inférieure, elle est toujours en contact avec la craie.

La puissance de cette formation est très irrégulière et peut atteindre 25mètres et plus par endroit.

Formations-dénomination	Situation	Description
Limons des plateaux. LP	Plateau.	Complexe de limons d'origine éolienne, brun-jaune
Formation à silex. RS	Recouvre les formations crayeuses du Secondaire, sur le plateau et les versants, solifluée les pentes.	Argiles noires à silex, argiles sableuses brunes et rouges....
Craie du Coniacien C ₄	Visible sur les versants de vallée.	Craie jaunâtre à silex dolomitique, dure, homogène et en bancs épais, faune rare.
Craie du Turonien C ₃	Visible sur les versants de vallée.	Craie marneuse blanche à silex rares, tendre, traçante, en bancs épais, silex peu nombreux, peu fossilifère.
Craie du Cénomanien C ₂	Visible sur les versants de vallée.	Craie glauconieuse à silex, grise ou blanchâtre, à gros silex.

La carte hydrogéologique locale permet d'apporter des informations sur la nappe de la craie, principale ressource en eau de la région :

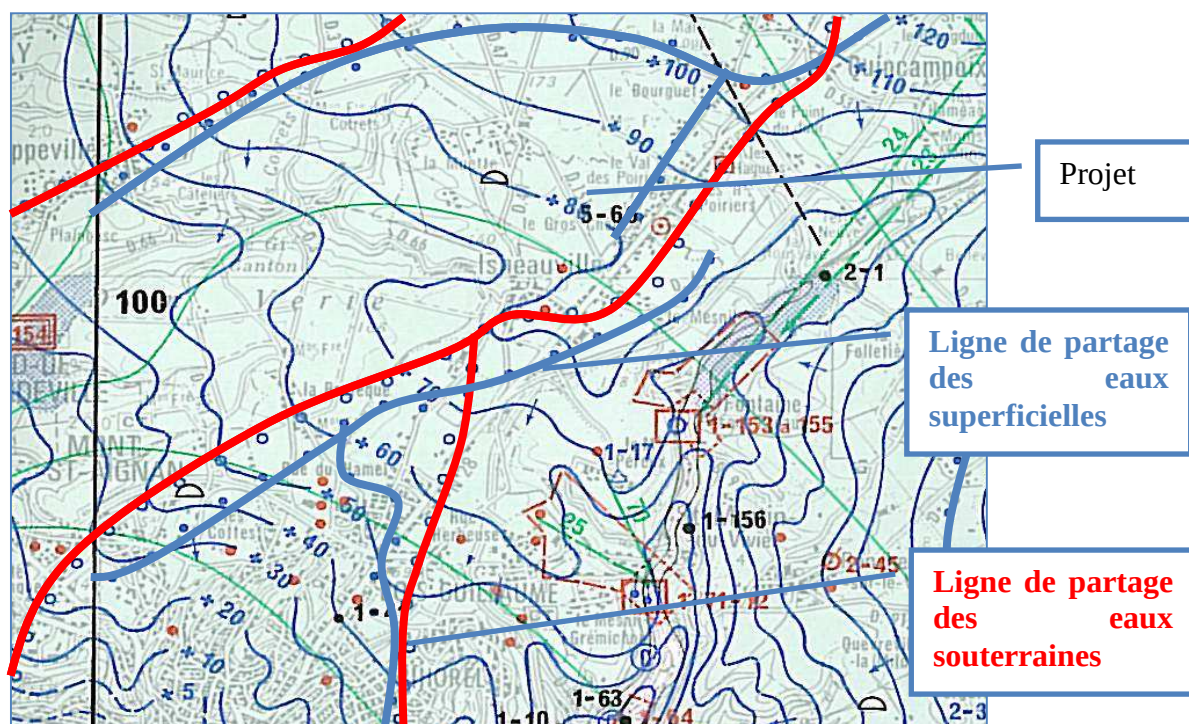


Figure n°6 : Carte hydrogéologique (1/100 000°, Seine Maritime)

Sur la parcelle, la nappe se situe à une cote de +85m NGF. Compte tenu de l'altitude (+170m NGF), la nappe se situe est donc à une profondeur d'environ 85 à 90m de profondeur.

3.2. Occupations des sols et coefficients de ruissellement

L'occupation des sols est une caractéristique majeure dans l'évaluation des sensibilités aux ruissellements et inondations.

Ainsi en fonction du couvert végétal, des espaces « urbains » imperméabilisés et bâtis; chaque sous-bassin versant présente des variations de réponse aux intempéries.

Ainsi, dans le sous bassin versant aval concerné par l'étude, 3 occupations distinctes des sols ont été identifiées :

Sous BV "Plaines des Hauts Champs"	Espaces imperméabilisés	Espaces de terres cultivées	Espaces "verts"	TOTAUX
Surface (ha)	1,00	42,00	12,00	55,00

Sur le secteur des « Hauts Champs » l'occupation majoritaire du territoire est matérialisée par des parcelles cultivées céréalières.

Le coefficient de ruissellement (Cr) se définit comme le rapport entre la quantité d'eau sortant d'un bassin versant et celle qui y est tombée sous forme de précipitations.

Cette donnée est donc, comme mentionné précédemment, variable en fonction de la nature du sol :

Par définition, le Cr des surfaces imperméabilisées de voiries est fixé à : 0,9

$$\text{Cr (voiries)} = 0,9$$

Cela signifie que 90% des eaux de pluie ne s'infiltreront pas mais ruissellent : le ruissellement est donc important.



Figure n°7 : Illustration des voiries sur le secteur

Par définition, le Cr des surfaces espaces verts est fixé à : 0,2

$$\text{Cr (esp verts, prairies)} = 0,2$$

Cela signifie que 20% des eaux de pluie ne s'infiltrent pas mais ruissellent : le ruissellement est donc plus faible.

Sur le secteur, la surface d'espaces verts correspond à la partie amont du bassin versant : la forêt de la Muette.

Par définition, le Cr des terres agricoles cultivées est fixé, de manière la plus défavorable, lors de période hivernale en terrain nu.

Ainsi le Cr de terrains nus de terres agricoles est fixé à : 0,5.

$$\text{Cr (terres agricoles cultivées)} = 0,5$$

Cela signifie que 50% des eaux de pluie ne s'infiltrent pas mais ruissellent, entraînant des particules de terre : l'érosion est donc importante.



Figure n°8 : Illustration des surfaces agricoles cultivées nues sur le secteur

Les coefficients de ruissellement sont donc connus pour les différents types d'occupations des sols.

Le sous bassin versant étant composé de différents types de sols ; on peut quantifier le coefficient de ruissellement moyen sur le secteur étudié.

3.3. Détermination du coefficient moyen du secteur

La formule suivante permet de calculer le Cr moyen :

$$\text{Cr moyen} = \frac{(\text{Surface Champ} \times \text{Cr champ}) + (\text{Surface route} \times \text{Cr route}) + (\dots)}{\text{Surface totale}}$$

Application locale :

D'après la répartition des surfaces, définies ci-dessus, le calcul du coefficient moyen de ruissellement s'effectue de la manière suivante :

Sous BV "Plaines des Hauts Champs"	Espaces imperméabilisés	Espaces de terres cultivées	Espaces "verts"	TOTAUX
Surface (ha)	1,00	42,00	12,00	55,00
Cr	0,90	0,50	0,20	
Surface active (ha)	0,90	21,00	2,40	24,30
Cr moyen du secteur	0,44			

Le coefficient moyen de ruissellement du secteur étudié est donc de : 0,44

Cette méthode est à affiner en pondérant le résultat obtenu par l'ajout d'une donnée locale morphologique : la pente du sous bassin versant étudié.

En effet, en fonction de la pente des terrains, le ruissellement est variable sur un même type de sol.

La corrélation pente/occupation des sols/ruissellement s'obtient grâce à la relation de **Schaake, Geyer et Knapp (1967)**:

$$\text{Cr global du BV} = 0.14 + 0.64 \times \text{Cr moyen} + 0.05 \times I$$

Où Cr moyen est le coefficient de ruissellement moyen calculé précédemment par sous-bassins versant ;

I est la pente moyenne de secteur considéré en m/m ;

0.14 ; 0.64 et 0.05 sont des constantes de calculs.

Ces relations théoriques permettent de prendre en compte les éléments naturels relevés sur le terrain.

Les données ainsi relevées sur le site permettent de calculer le coefficient de ruissellement moyen :

Application :

$$Cr = 0.14 + 0.64 \times 0.44 \times 0.013$$

D'où :

$$Cr \text{ moyen local} = 0.50$$

Cela signifie que 50% des eaux de pluie ne s'infiltreront pas mais ruissellent, entraînant des particules de terre : l'érosion est donc importante.

3.4. Pluie de référence centennale et applications

3.4.1. Définitions

Le coefficient de ruissellement moyen local étant désormais défini par secteur, ils vont permettre de calculer l'influence de la pluie de référence sur le territoire.

En effet, en fonction de l'occupation des sols et de la pente des sous bassins versants étudiés, le débit de pointe à l'exutoire des sous bassins versants sera variable.

Dans ce cadre, les estimations de débits d'écoulements prendront comme référence, les données connues (ou théoriques) d'une pluie d'occurrence centennale sur le secteur.

L'occurrence, ou période de retour, caractérise un débit (ou une épaisseur de lame d'eau, ou une durée) de pluie ou de crue sortant de la moyenne : c'est le temps statistique séparant deux pluies consécutives dont le débit de pointe excède le débit considéré.

Par exemple, si l'on dit que la pluie de hauteur 73 mm est une pluie de période de retour 10 ans (ou décennale), c'est que cette pluie s'est produite statistiquement à la fréquence d'une fois tous les dix ans.

La réglementation impose donc, pour tout calcul réalisé dans ce cadre, la période de retour (ou occurrence) centennale.

La pluie de référence dépend de coefficients météorologiques locaux établis par les services de Météo France.

Dans le cas de la commune d'Isneauville, le secteur dépend de la station météo de Rouen/Boos en Seine Maritime.

Ces coefficients (a et b) sont nommés coefficients de Montana ; le tableau suivant issu des services météorologiques de Météo France présente les coefficients de Montana pour la station de Rouen Boos.

COEFFICIENT DE MONTANA (ajustement par les hauteurs)		
STATION DE ROUEN-BOOS (76)		
PERIODE : 1957-2000		
Durée de retour	Durée des pluies 1 heure à 24 heures	
	a	b
2 ans	6.057	0.757
5 ans	9.762	0.795
10 ans	12.310	0.811
20 ans	14.842	0.823
25 ans	15.630	0.826
30 ans	16.352	0.829
50 ans	18.196	0.835
75 ans	19.762	0.840
100 ans	20.712	0.842

Figure 9 : Coefficients de Montana (Secteur Rouen Boos)

La formule dite « de Montana » ; permet alors d'estimer les hauteurs de pluie correspondantes aux différentes périodes de retour :

$$P(t, T) = a(T) \cdot t^{1-b(T)}$$

Avec : P est la pluie en mm.

t est la durée de la pluie en minutes.

a et b sont des paramètres qui dépendent de la période de retour T.

En appliquant cette formule aux données locales d'Isneauville (station de Rouen/Boos) ; on obtient les valeurs suivantes, pour une **période de retour de pluie centennale** :

Période de retour	Durée de la pluie	Coeff. a	Coeff. b	Hauteur de pluie (en mm)
100 ans	1h	20.712	0.842	39.55
	3h			47.05

Pour une pluie de période 100 ans, la hauteur de pluie estimée pour une durée de 3h ; sur la commune d'Isneauville est donc d'environ 47,05 mm.

3.4.2. Application locale

3.4.2.1. Temps de concentration

Le temps de concentration d'un bassin versant se définit comme le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et l'exutoire de ce dernier.

Cette donnée est essentielle pour calculer le débit de pointe d'un bassin versant. Elle se calcule par l'intermédiaire de plusieurs formules empiriques.

Une des formules les plus utilisée en milieu rural est celle établie par Ventura, elle se définit de la manière suivante :

$$T_c = 7.62 * (S/P)^{0.5}$$

Avec,

Tc temps de concentration (min)

S surface du bassin versant (km²)

P Pente en (m/m)

Application :

$$T_c = 7.62 \times (0.55/0.013)^{0.5}$$

D'où :

$$T_c = 50 \text{ min}$$

Cela signifie qu'il faut 50 minutes à une goutte d'eau tombée à l'amont du BV pour parvenir au point bas de la parcelle considérée.

3.4.2.2. Estimation du débit de pointe

Grâce aux différentes données obtenues précédemment, le débit de pointe peut être calculé sur le sous bassin versant considéré

La relation utilisée pour le calcul de ces débits de pointes est appelée : Relation rationnelle.

La formule rationnelle s'écrit :

$$Q_p = 2.78 \times C \times I \times A$$

Avec,

Q_p débit de pointe en L/s

C le coefficient de ruissellement moyen

I l'intensité moyenne de la pluie en mm/h durant le temps de concentration

A surface du bassin versant en ha

L'intensité moyenne de la pluie se calcule selon la formule suivante :

$$I = a \times t_c^{-b}$$

Avec,

I en mm/min

T_c temps de concentration en minutes

a et b coefficients de Montana

D'où :

$$I = 0.77 \text{ mm/min}$$

Grâce aux données précédentes, on peut dès lors calculer le débit de pointe du sous bassin versant par la méthode rationnelle, pour **une pluie de période de retour centennale** :

D'où :

$$Q_p = 3532 \text{ L/s}$$

$$Q_p = 3.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ce résultat ainsi obtenu lors des calculs hydrauliques est une estimation « d'impacts » d'une pluie centennale sur le secteur.

3.5. Conclusion des calculs hydrauliques

Les calculs hydrauliques réalisés ci-dessus permettent d'obtenir le débit de pointe de référence centennale à l'exutoire de la parcelle considérée.

L'influence du bassin versant amont a, de ce fait, été prise en compte pour l'évaluation des incidences.

Le débit de pointe à l'exutoire, pour la référence centennale, sur le sous bassin versant considéré est de :

$$Q_p (100) = 3.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

IV. IMPACTS LOCAUX ET PERSPECTIVES

4.1. Rappels de l'état initial et exutoire

Le sous bassin versant a été identifié dans la première phase de l'étude. Lors de l'investigation sur le site, la présence d'une canalisation d'évacuation des ruissellements a été repérée (et positionnée sur le plan du géomètre).

Cette buse en béton est posée en profondeur à travers la parcelle agricole :

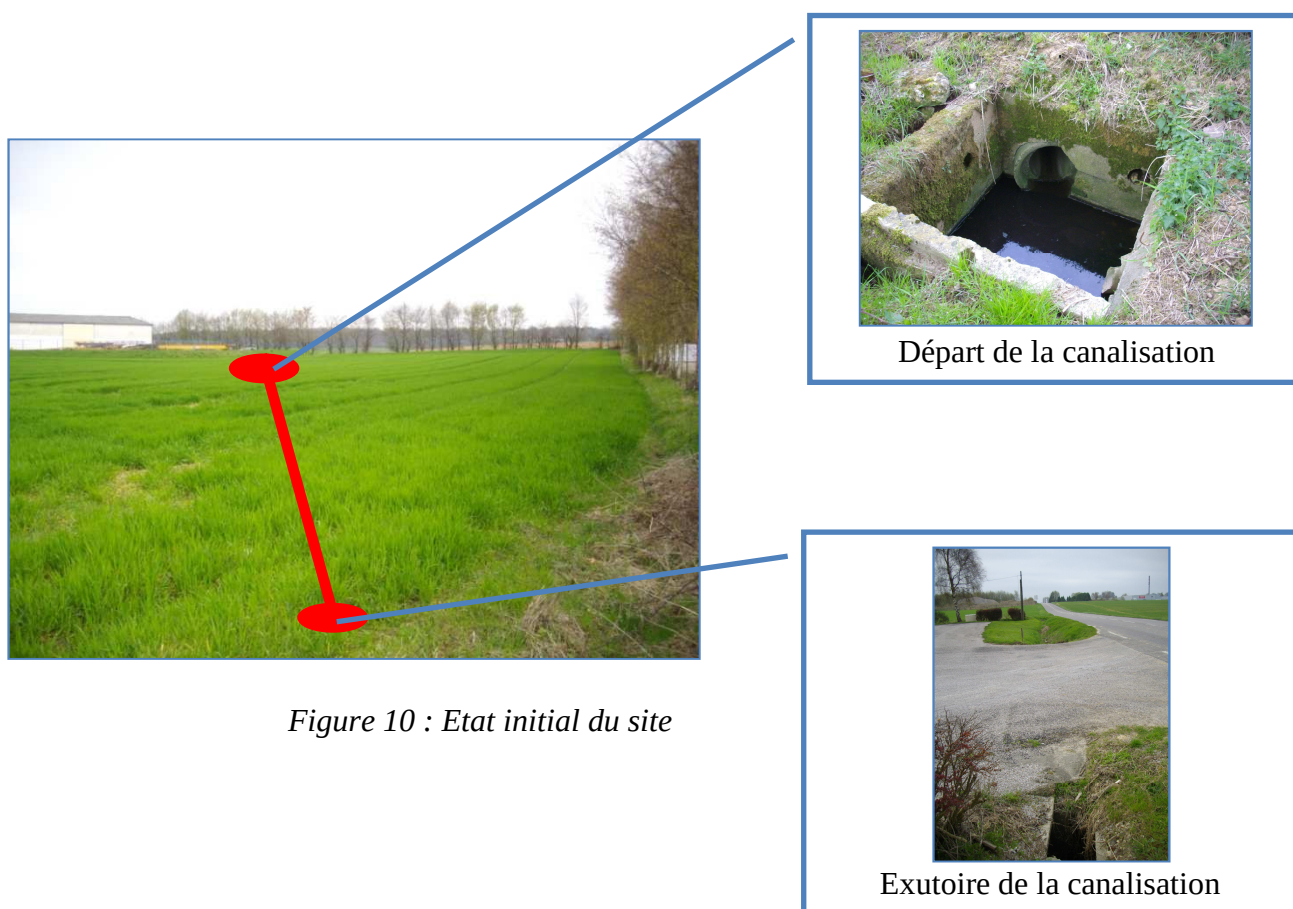


Figure 10 : Etat initial du site

Les caractéristiques de la buse existante sont les suivantes :

Nature du matériau	Béton
Diamètre de la canalisation	300 mm
Exutoire	Fossé de bordure de voirie RD 15

Le but de cette canalisation existante est « d'assainir » la parcelle agricole en recueillant le maximum d'eau ruisselée sur l'amont des parcelles agricoles.

L'exutoire de l'installation est donc le fossé de bordure de la RD15 : le débit ne fait pas l'objet de régulation ou de stockage tampon.

4.2. Aspect critique de l'existant

Etant implanté en tête de la parcelle agricole, la canalisation ne reprend qu'une partie des ruissellements amont du sous-bassin versant.

De plus, lors de la visite sur site, le rejet vers l'exutoire est apparu dégradé, et surtout non régulé.

L'incidence de cette installation lors d'un événement centennal sera la mise en charge du fossé exutoire à proximité de la RD 151.

4.2.1. Evaluation de la capacité hydraulique de la canalisation

Afin de comparer le débit centennal de pointe calculé lors de la phase n°2 de l'étude ; et les capacités d'évacuation de la canalisation en place ; Aqua Enviro a utilisé la méthode superficielle de Caquot :

La vitesse maximale à pleine section de l'eau ruisselée peut être calculée ainsi dans la canalisation :

$$VPS = (Ks \times I)^{0.5} \times (D^{2/3} / 4^{2/3})$$

Avec :

Ks: Coefficient de rugosité de la canalisation (ici Ks = 75)

I : pente en mm/m (ici I = 13)

D : section en mm (ici D = 300)

D'où :

$$VPS = 1.52 \text{ m/s}$$

Le débit à pleine section de la canalisation peut ainsi être calculé :

$$QPS = (VPS \times \pi() \times D^2) / 4$$

Avec :

D : section en mm

D'où :

$$QPS = 0.107 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit maximal à pleine section de la canalisation existante est très inférieur à celui calculé pour un événement centennal.

De ce point de vue, la canalisation existante ne peut évacuer les ruissellements générés.

Lors d'un événement centennal, les ruissellements de surface se produiront selon l'axe de ruissellement recensé.

4.2.2. Exutoire : Incidence et fonctionnement

L'exutoire des ruissellements et de la canalisation est matérialisé par le fossé bordant la RD 151 :



Figure 11 : Vue du fossé bordant la RD 151

Nous l'avons vu précédemment, le rejet de la canalisation et les ruissellements provenant de l'ensemble du sous bassin versant aval ne sont pas régulés et « tamponnés » par un ouvrage de stockage / régulation.

Dans ce cadre, lors d'événements exceptionnels, d'occurrence centennale par exemple, la mise en charge du fossé voir de la RD 151, peut se produire.

4.3. Axe de ruissellement : Validation et Positionnement

Compte tenu des **informations récoltées sur le site, du bilan hydrologique** dressé lors de l'élaboration du PLU en Octobre 2006 (AREAS) et **de la topographie** réalisée par le cabinet de géomètre ; **le positionnement de l'axe de ruissellement est validé conformément au plan présenté en annexe.**

Au vu de l'étude hydraulique menée ici, et de l'impact évalué de la pluie d'occurrence centennale (débit de pointe à hauteur 3.5 m³/s) ; la largeur de l'axe de ruissellement « type » retenue sera conforme à celle illustrée par l'AREAS dans le bilan hydrologique ; soit 25 mètres environ.