

DEPARTEMENT DU VAL D'OISE

COMMUNE DE PUISEUX EN FRANCE

INSTALLATION DE STOCKAGE DE DECHETS INERTES

CONTEXTE HYDRAULIQUE

DOSSIER : 10_055	DATE : 01/08/2014	DRESSE PAR : SANDRINE REJASSE MODIFIE PAR : MELISSA MAGNAC
MODIFICATIONS : VERSION 2.0 : MODIFICATION DU PHASAGE OCTOBRE 2011 VERSION 3.0 : MODIFICATION 2014		VU ET APPROUVE PAR : MATTHIEU GUENIN MODIFICATION VU ET APPROUVE PAR : CECILE ACHIN

Maître de l'Ouvrage :	COSSON 9 avenue de Beaumontoir 95 380 LOUVRES Tél. : 01 34 29 36 00	
Bureau d'Étude :	INTEGRALE ENVIRONNEMENT 34 rue Lucien GIRARD BOISSEAU 95 380 PUISEUX EN FRANCE Tél. : 01.34.68.32.48 Fax : 01.34.68.27.76 E-Mail : contact@integrale- environnement.fr	

SOMMAIRE

1.	Situation géographique du projet	3
2.	Description du projet.....	5
2.1.	Objectifs	5
2.2.	Descriptif du projet.....	5
2.3.	Phasage de réalisation	12
3.	État initial du milieu.....	17
3.1.	Contexte hydrologique	17
3.1.1.	Le climat	17
3.1.2.	Les inondations de type torrentiel	19
3.1.3.	Les dégâts sur le territoire de la commune.....	21
3.2.	Le contexte hydrogéologique	22
3.2.1.	La géologie	22
3.2.2.	Données stratigraphiques.....	23
3.3.	Ressource en eau souterraine	25
3.3.1.	Caractéristiques des aquifères	25
3.3.2.	Vulnérabilité des aquifères	26
3.3.3.	Exploitation des eaux souterraines	27
3.4.	Le contexte hydroécologique	29
3.4.1.	Le réseau hydrographique.....	29
3.4.2.	État de la ripisylve.....	31
3.4.3.	La qualité des eaux superficielles	33
3.4.3.1.	Qualité biologique	34
3.4.3.2.	Qualité physico-chimique.....	36
3.4.3.3.	Tableaux sédiments RNB 2003 :	37
3.4.4.	Synthèse de l'analyse bon état.....	37
3.4.5.	Préconisations de la MISE 95.....	39
3.4.6.	Entretien du cours d'eau	39
3.5.	Le contexte réglementaire	40
4.	Les incidences du projet.....	42
4.1.	Le ruissellement	42
4.1.1.	Méthodologie	42
4.1.1.1.	Choix du modèle.....	42
4.1.1.2.	Fonction de production.....	42
4.1.1.3.	Fonction de transfert.....	48
4.1.1.3.1.	Définition et propriétés des pluies unitaires	48
4.1.1.3.2.	Propriétés de l'hydrogramme engendré par une averse unitaire	48
4.1.1.3.3.	Définition et propriétés de l'hydrogramme unitaire	48
4.1.2.	Pluie de projet.....	49
4.1.3.	Le bassin versant.....	49
4.1.4.	Détermination du Curve Number du bassin versant	53
4.1.5.	Détermination du temps de concentration du bassin versant.....	53
4.1.6.	Calcul de l'hydrogramme de crue.....	54
4.1.6.1.	Estimation du ruissellement en phase d'exploitation : CN = 91 pour les zones exploitées et CN = 76 pour les zones à usage agricole conservé.	54
4.1.6.2.	Evolution du ruissellement après aménagement : CN = 76.....	55
4.1.6.3.	Conclusions sur le ruissellement.....	57
5.	Les mesures compensatoires	58
5.1.	Rétention des eaux de ruissellement – Phase d'exploitation.....	58
5.2.	Végétalisation des zones sensibles en phase finale	58
6.	Conclusions.....	61
	Sources bibliographiques	62

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET

L'objet de cette étude hydraulique porte sur la gestion des eaux pluviales d'un projet ISDI sur 28 ha de la commune de Puisieux en France (voir figure 1)

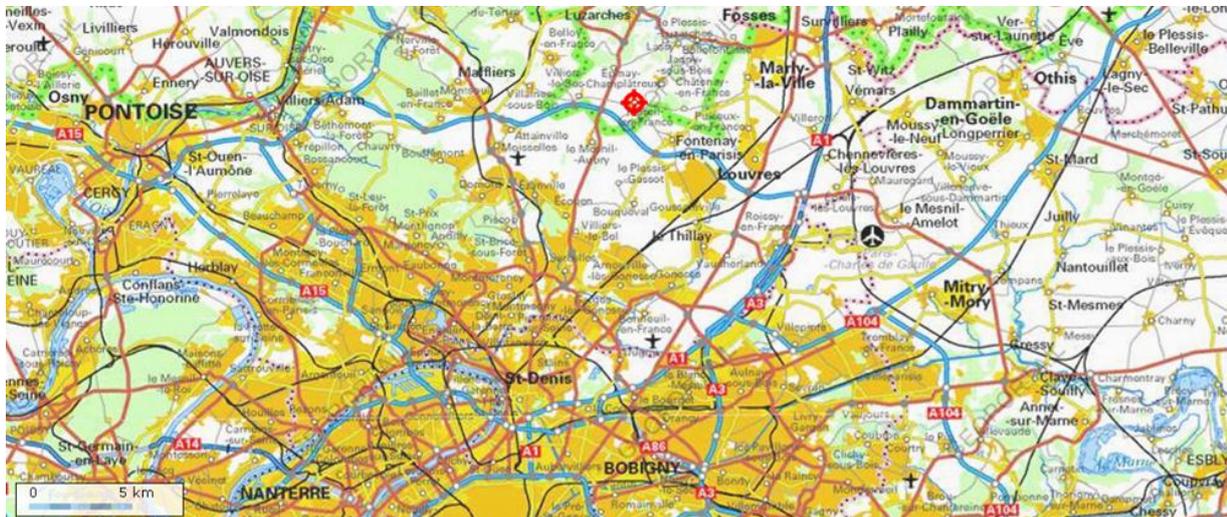


Figure 1 : Plan de localisation générale du projet

Ce projet se situe entre les voies d'accès suivantes :

- D9 au nord,
- Chemin rural prolongeant la rue de la Grange au sud,
- Route de Louvres à Puisieux à l'Ouest et enfin
- Chemin rural du bois de Puisieux à l'Est

(Voir figures 2 et 3 ci-dessous).



Figure 2 : Plan de localisation du projet

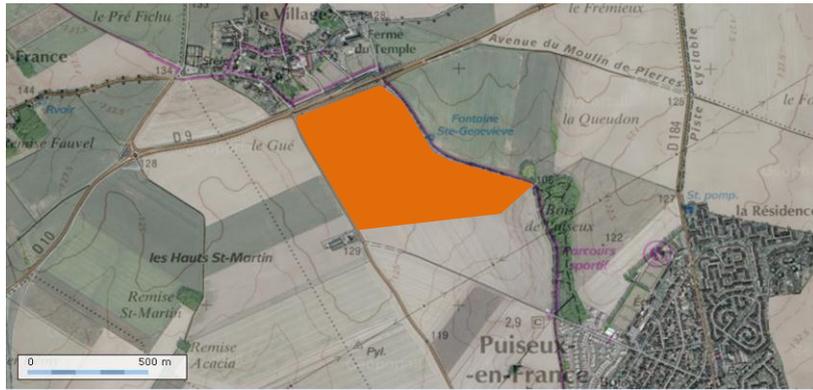


Figure 3 : Plan de localisation détaillé du projet

2. DESCRIPTION DU PROJET

2.1. Objectifs

Ce projet d'aménagement porte sur la création d'un centre de Stockage de Déchets Inertes, c'est-à-dire un centre de stockage pour des déchets inertes.

Ces déchets inertes sont des déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne se brûlent pas et ne produisent aucune réaction physique ou chimique, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles elles rentrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine.

Ce projet implique donc une modification de la topographie du secteur désigné dans le présent dossier.

2.2. Descriptif du projet

Sur les 28 ha du secteur désigné, 1 080 000m³ de remblais seront réalisés (y compris épaisseur de terre végétale de remise en état).

Une coulée verte viendra paysager la voie piétonne située en contrebas de ce projet.

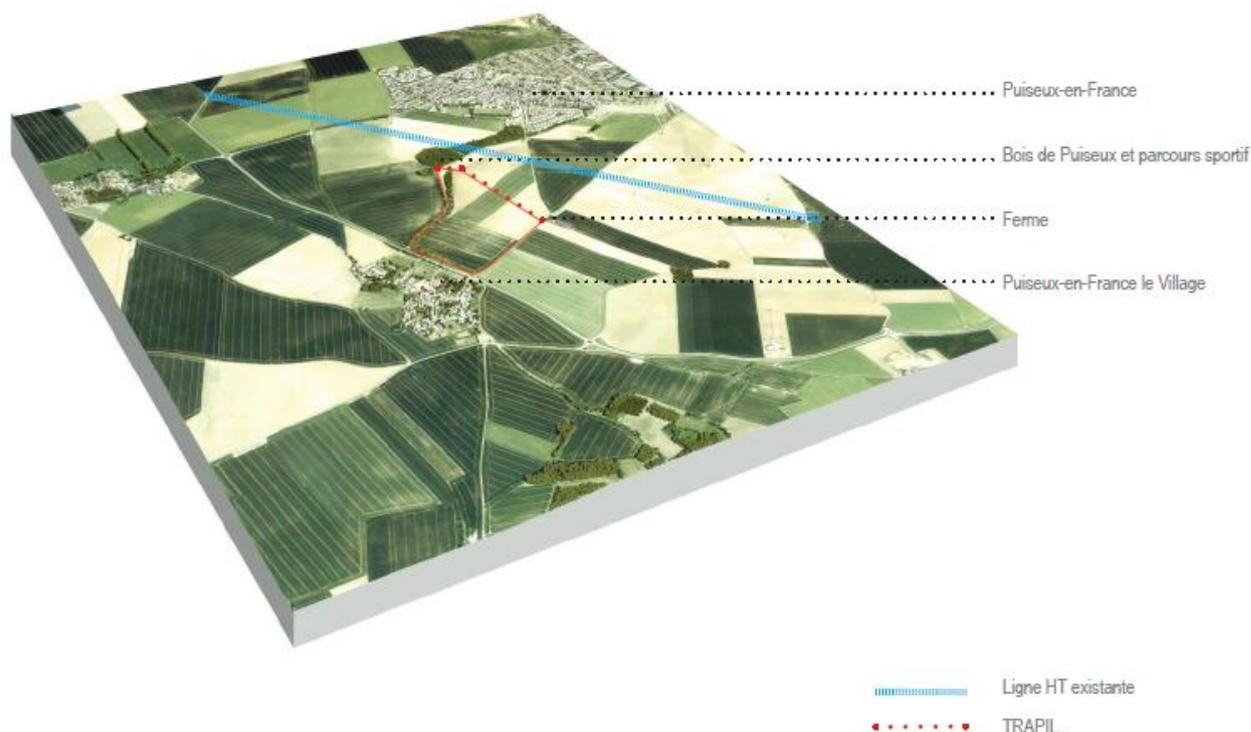


Figure 4: Plan de situation

Les vues du projet sont présentées ci-dessous.



Figure 5: Vue n°01 - Vue Nord-Ouest vers Sud-Est - Projection à terme



Figure 6: Vue n°02 - Vue vers le Sud - Projection à terme



Figure 7: Vue n°03 - Vue Nord-Est vers Sud-Ouest - Projection à terme



Figure 8: Vue n°04 - Vue vers le Nord - Projection à terme

L'impact paysager de cet aménagement vous est présenté ci-dessous :



Figure 9 : Vue aérienne avant aménagement



Figure 10 : Impact paysager après aménagement

D'un point de vue de la topographie, les coupes présentées ci-après illustrent la modification du relief projetée :

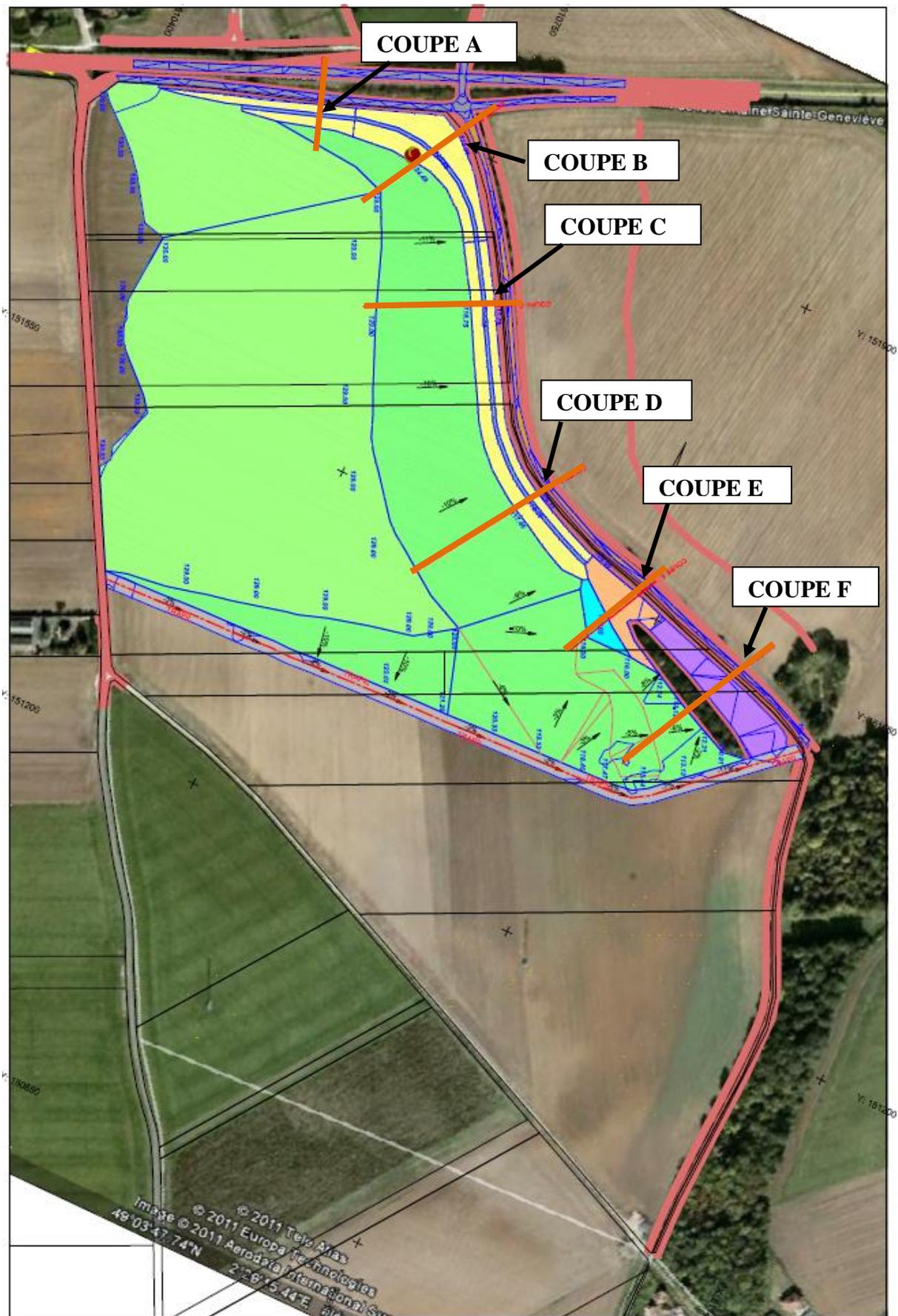


Figure 11 : Identification des coupes présentées

2.3. Phasage de réalisation

Le remblaiement de cette parcelle est prévu en 5 phases, comme présenté sur les figures ci-après :

Phase n°1



Figure 18 : Phase n°1

Phase n°2

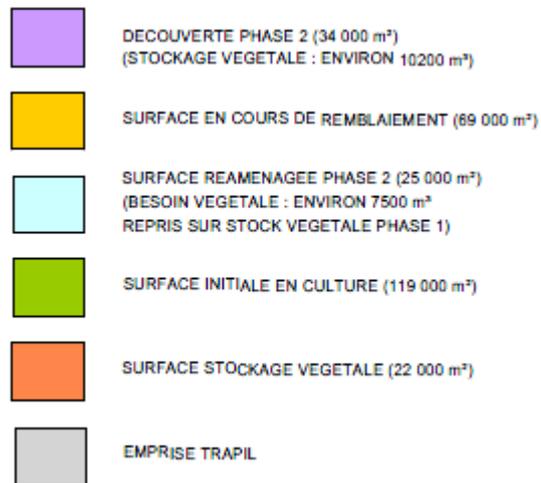


Figure 19 : Phase n°2

Phase n°3



Figure 20 : Phase n°3

Phase n°4

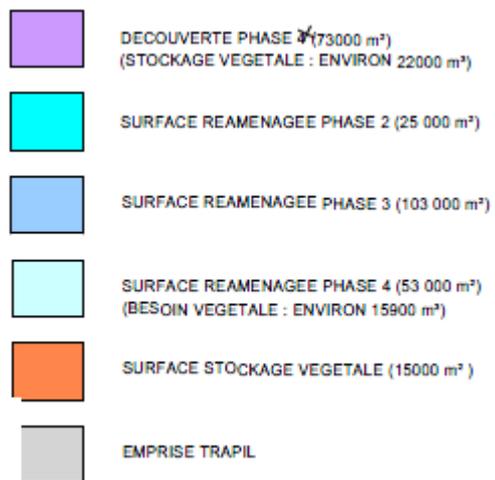
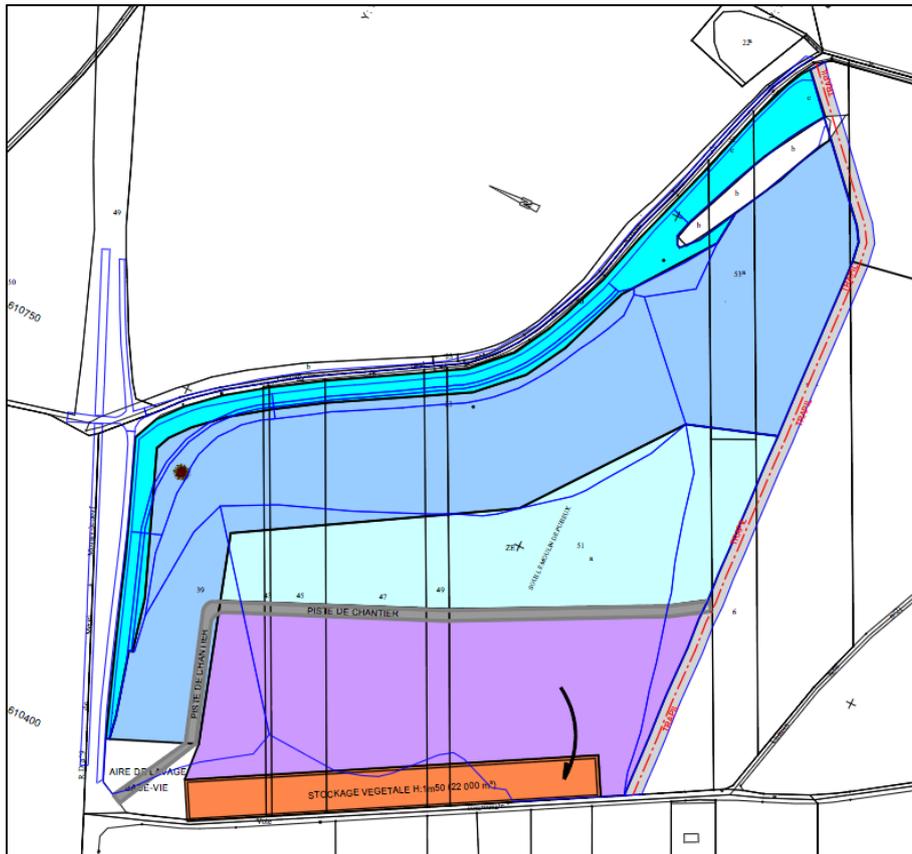


Figure 21 : Phase n°4

Phase n°5

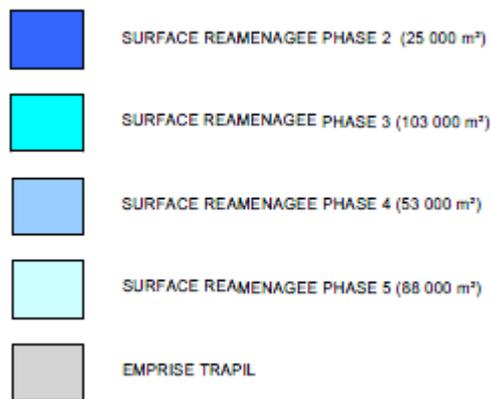
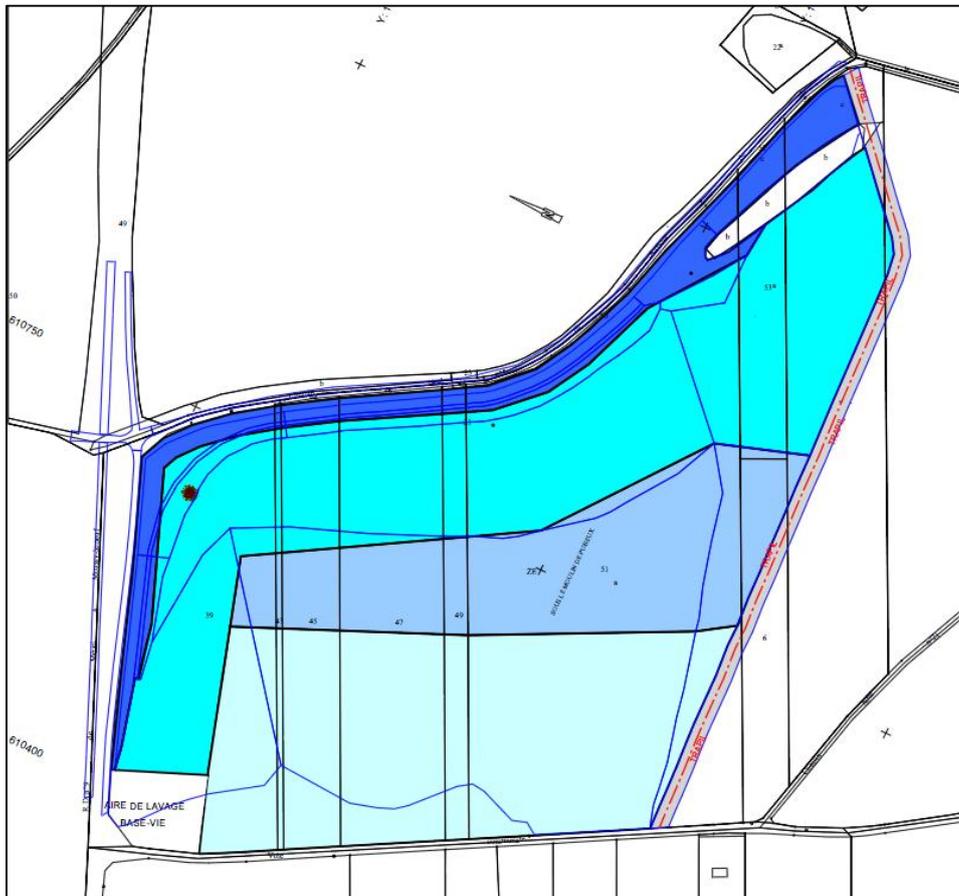


Figure 22 : Phase n°5

3. ÉTAT INITIAL DU MILIEU

3.1. Contexte hydrologique

3.1.1. Le climat

La zone d'étude bénéficie d'un climat humide aux saisons intermédiaires, orageux en été avec des hivers modérés. Le climat est de type tempéré océanique, légèrement altéré par des apparitions très sporadiques d'influences continentales. En particulier, les hauteurs de précipitations de fin de printemps et de l'été sont rehaussées par des orages plus fréquents qu'en climat océanique franc.

Les évolutions interannuelles et mensuelles de la pluviométrie au poste Météo France de Roissy, situé à 10 kilomètres au Sud-Est du site de l'étude (altitude 109m, latitude 49.02 Nord, longitude 02.32 Est), sont indiquées ci-dessous.

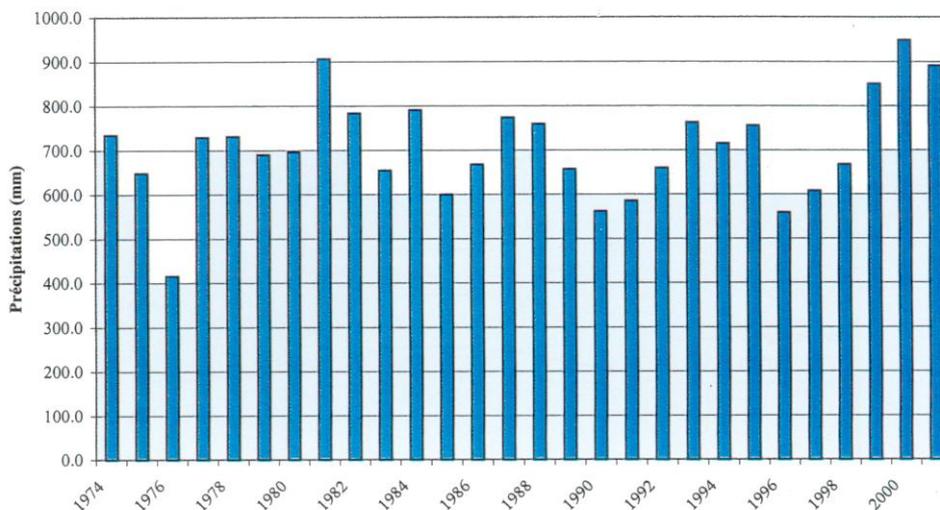


Figure 23 : Cumuls pluviométriques annuels à Roissy (Source Météo France)

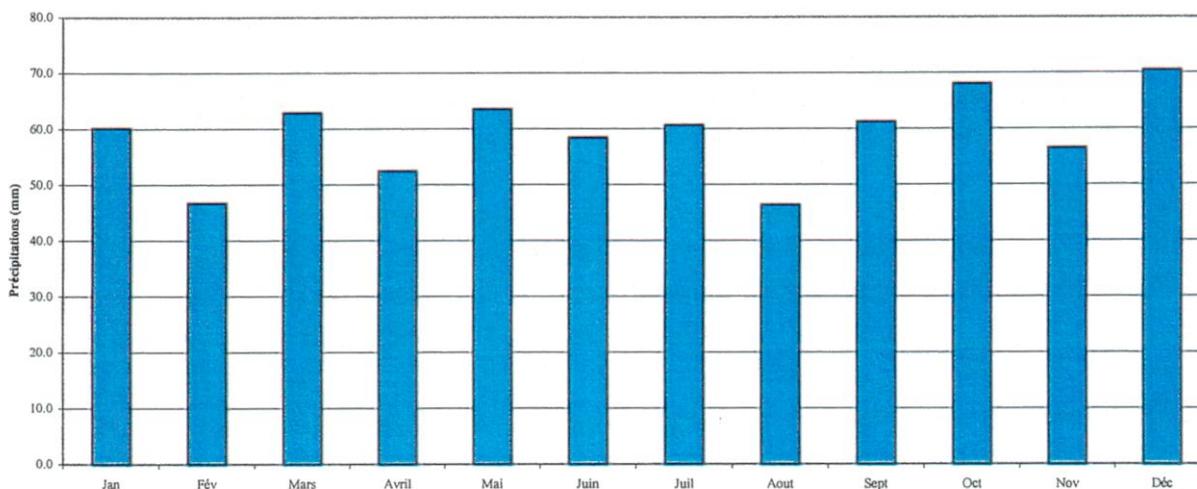


Figure 24 : Pluviométrie moyenne mensuelle à Roissy sur la période 1974 – 2001 (Source Météo France)

La pluviométrie annuelle moyenne mesurée à Roissy s'élève à 707 mm mais on note que les trois dernières années sont parmi les plus pluvieuses des trente dernières années, en particulier l'année 2000 qui est une année record (949 mm). Les précipitations sont assez bien réparties sur l'ensemble de l'année puisque les maxima et minima moyens mensuels sont respectivement de 70 mm et 46 mm.

La période sèche définie à partir des données de la station de Roissy-en-France, se situe entre mi-mars et mi-septembre, comme l'indique le diagramme ombro-thermique ci-dessous. Les déficits maximaux en eau pour la période 1974-1986 sont de l'ordre de 60 mm pour les mois de mai, juin et juillet.

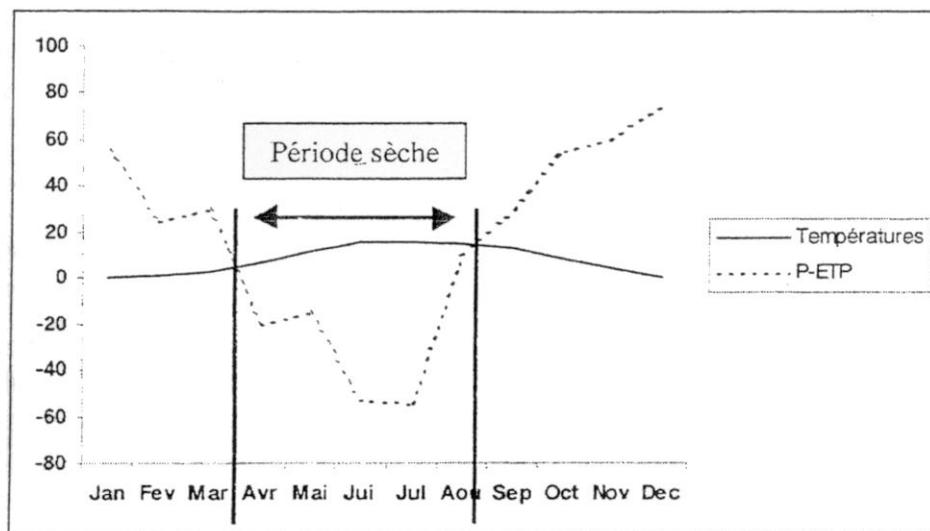


Figure 25 : Diagramme ombro-thermique - Station de Roissy-en-France - Période 1974 - 1986

(Source Météo France)

Il est possible de différencier deux régimes pluviaux :

- les précipitations homogènes à partir du mois d'Octobre vont alimenter les cours d'eau et présentent une menace localisée dans le temps (fin décembre à février) et dans l'espace (vallées) sous la forme de crues inondant le lit majeur des cours d'eau (inondations de type fluvial). Ces précipitations n'ont pas d'incidences graves sur le site de l'opération,
- de mai à septembre, ce sont surtout des pluies orageuses qui s'abattent sur le secteur. Ces pluies orageuses ont un régime spécial. De fortes précipitations sur de courtes durées et sur un sol peu perméable générant un ruissellement important pouvant à tout moment provoquer des inondations dites pluviales.

On observe ainsi dès le mois de mai un changement de régime pluvial car lorsque la saison chaude approche, le réchauffement de l'atmosphère provoque des régimes dépressionnaires alimentés par un air humide provenant des océans. Le bilan radiatif de l'atmosphère devient excédentaire et l'échauffement thermique crée des mouvements d'ascendance. Les masses d'air océaniques au contact du continent se réchauffant gagnent en altitude par détente et se refroidissent dans un deuxième temps libérant l'eau de condensation sous la forme de précipitations. La température joue un grand rôle dans ce mécanisme. Le taux de saturation en

eau d'un air chaud étant plus élevé qu'un air froid, ces masses peuvent libérer de plus grandes quantités d'eau et rendre les pluies bien plus violentes.

Parmi les plus importants orages relevés depuis ces 20 dernières années, on rapporte celui du 2 juillet 2000 qui a généré des cumuls de pluie compris entre 15 et 50 mm en 10 heures sur la zone d'étude mais l'orage a été très violent sur une courte durée. Les intensités de pointe ont été exceptionnelles (230 mm/h sur 5 mm enregistré à Louvres).

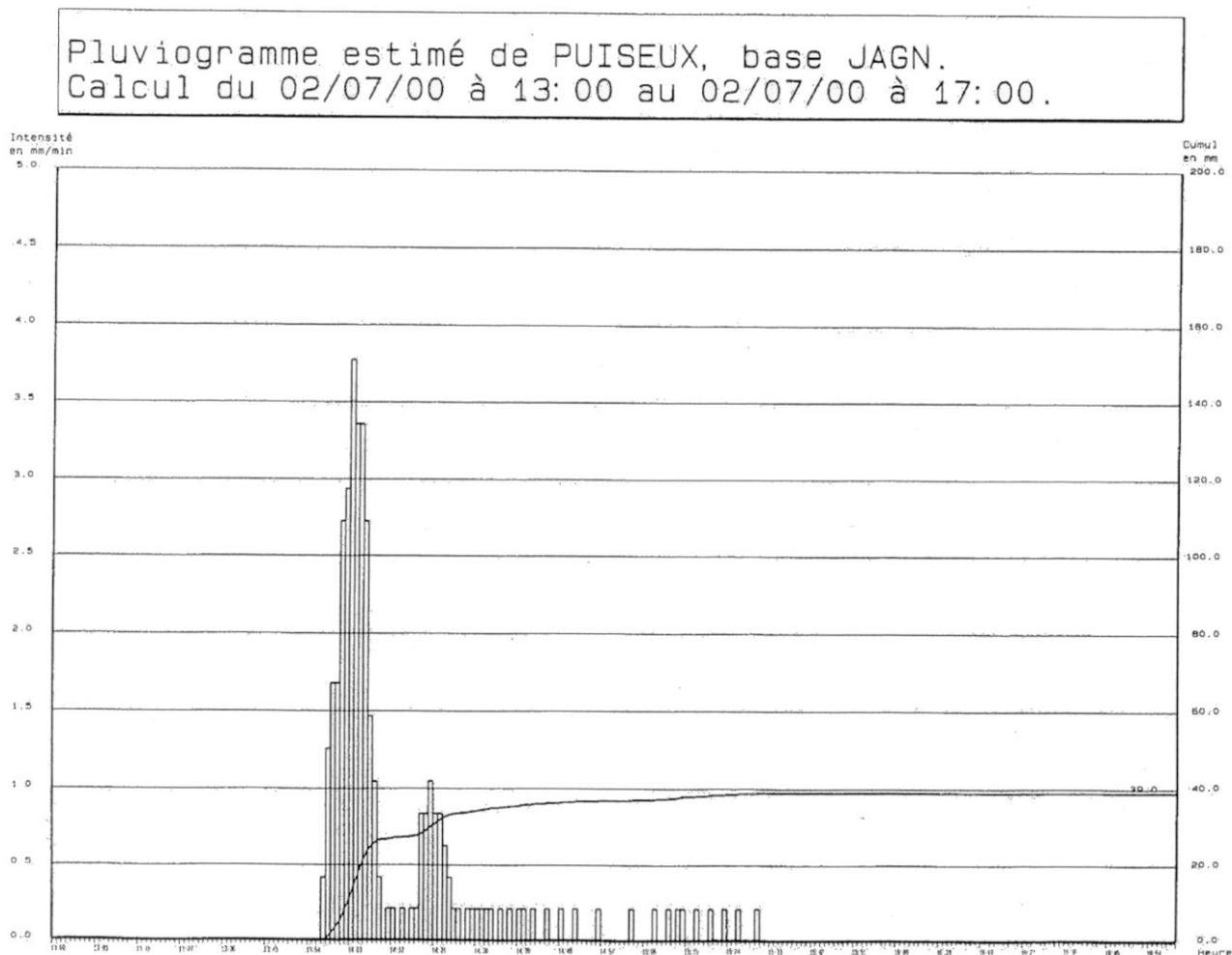


Figure 26 : Pluviogramme de Louvres - Évènement du 2 juillet 2000 - Source Météo France

3.1.2. Les inondations de type torrentiel

On distingue schématiquement trois types d'inondation :

- *les inondations de plaine* dues à un débordement de cours d'eau ou à une remontée de la nappe phréatique. Les différents types d'inondations d'origine fluviale vont se manifester par :
 - des débordements indirects des eaux remontant (siphonnage) par les nappes alluviales et les réseaux d'assainissement d'eaux pluviales,
 - un débordement direct du cours d'eau qui sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur ;

- *les inondations par ruissellement en secteur urbain.* Lors de pluies de très forte intensité (orages violents), les réseaux d'évacuation des eaux pluviales ne parviennent plus à collecter et à faire transiter les eaux recueillies sur les surfaces imperméabilisées (toitures, parkings, chaussées...). Les agglomérations à forte densité de population sont principalement concernées par ces inondations. Il se produit alors une stagnation d'eaux pluviales liée à une capacité insuffisante d'infiltration, d'évacuation des sols ou du réseau d'eaux pluviales lors de pluies orageuses,
- *les crues de type torrentiel.* Ce phénomène se rencontre dans les zones à plus fort relief, il est dû à une forte pente des cours d'eau et talwegs, assurant un rapide transit de l'eau de pluie. Outre le débit liquide, ce type d'inondation s'accompagne du transport de boues et de matériaux solides en plus ou moins grande quantité. Les coulées de boue provenant des plateaux agricoles sont drainées par les ravines, jusqu'aux fonds de vallée.

Les communes des vallées du Croult sont régulièrement concernées par les inondations de type torrentiel et de manière plus exceptionnelle par les deux autres types d'inondation qui sont maîtrisés par les réseaux d'assainissement et les bassins de retenue.

Ces inondations se produisent le printemps et l'été, suite aux averses à caractère orageux lorsque l'intensité des pluies est supérieure à 30 mm/h.

Mécanismes de formation des inondations de type torrentiel à coulées de boues :

Sous l'action de la pluie, la structure des horizons de surface se dégrade : ils passent d'un état fragmentaire poreux à un état plus continu et plus compact. Il se forme ainsi une croûte de battance, assez lisse, épaisse de 1 à 2 centimètres. La surface du sol perd alors sa perméabilité, ce qui favorise le ruissellement par rapport à l'infiltration (DUCHAUFOR, 1993).

Les sols ne peuvent absorber toute l'eau précipitée et très rapidement des écoulements se forment, se concentrent et entraînent par leur puissance des particules de terre. La coulée de boue résultante dévale sur les routes ou dans les habitations, le plus souvent situées à l'aval des champs. De plus, ces averses surviennent alors que les cultures (sauf les céréales d'hiver) sont peu développées ; elles ne peuvent freiner les eaux, ni limiter l'effet de « splash » (détachement des particules de sols sous l'effet des pluies, Wicherek, 1989). Les terres sont alors plus sensibles et facilement érodées.

Lors de sa circulation sur le versant, le ruissellement acquiert une énergie et une capacité de détachement suffisantes (toutes les particules sont mobilisées quelle que soit leur taille) pour induire la formation d'incisions qui donneront des griffures ou des rigoles. Les rigoles ont un caractère persistant et s'élargissent souvent pour former des ravines lorsque le ruissellement se concentre dans les dépressions naturelles.

La combinaison d'une couverture indigente des sols cultivés et de pluies intenses peut provoquer des dégâts spectaculaires.

La coulée de boue provenant des parcelles cultivées dévaste routes et habitations et perturbe l'écosystème des cours d'eau à l'aval (envasement, eutrophisation, etc...). La localisation des sinistres apparaît très aléatoire. De tels événements ont généralement une fréquence de retour de l'ordre de quelques dizaines d'années. Pourtant ces événements ne sont pas exceptionnels à la fin de chaque été, la presse locale publie la liste des communes victimes des coulées de boue.

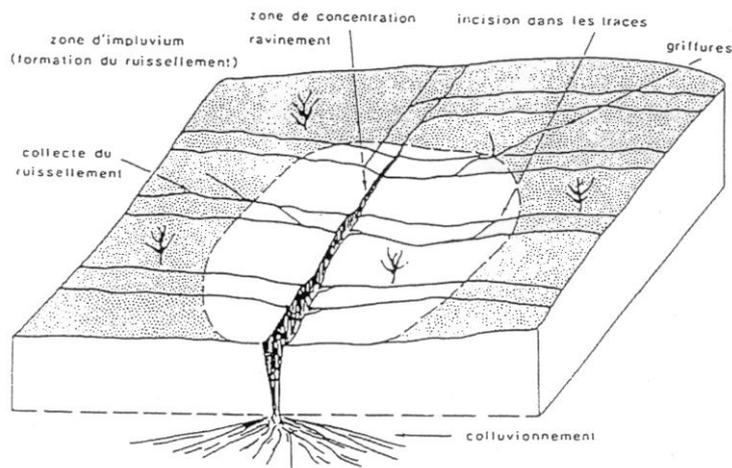


Figure 27 : Les zones différenciées du point de vue du ruissellement et de l'érosion dans un bassin versant agricole (AZUET 1987)

Les principaux facteurs de formation des coulées de boues sont :

- *l'intensité de la pluie*, qui si elle dépasse la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol, induit du ruissellement ;
- *les caractéristiques du sol*, en particulier sa stabilité structurale. Les sols limoneux des plateaux de la Plaine de France, qui sont pauvres en matières organiques, sont instables et freinent l'infiltration (formation d'une croûte de battance en surface) ;
- *la pente* qui est un facteur aggravant de l'érosion, en particulier au niveau des rebords du plateau. Elle accélère ainsi la vitesse et le pouvoir érosif des ruissellements ;
- *le couvert végétal*, qui constitue un écran protecteur entre la pluie et le sol. Les cultures à grands écartements (maïs, betterave, pomme de terre), protègent ainsi très mal les sols, d'autant plus qu'elles laissent les sols complètement à nu au printemps ;
- *l'intensification de l'agriculture*. L'augmentation de la taille des parcelles et la suppression des haies favorise les phénomènes de ruissellement rural. Par ailleurs, la mécanisation intense des travaux culturaux tasse le sol (ce qui réduit l'infiltration) et génère des modelés de terrain (traces de roues par exemple), qui concentrent les ruissellements ;
- *les effets de l'urbanisation*. Les infrastructures de transport (routes et voies ferrées) ont induit des coupures hydrauliques et concentrent les flux au niveau de certains ouvrages de franchissement.

3.1.3. Les dégâts sur le territoire de la commune

Les inondations à coulées de boues de l'année 2000 ont fait l'objet d'une analyse par le GRIF en 2000. Au niveau du SIAH, 6 communes ont subi des dégâts suite à des inondations à coulées de boues lors de l'orage du 02/07/2000 et ont fait l'objet d'une reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. Il s'agit des communes d'Attainville, de Louvres, de Moisselles, de Puiseux-en-France, de Villaines-sous-Bois et de Vémars.

De manière générale, les zones urbaines subissant des inondations torrentielles à coulées de boues sont implantées dans des fonds de vallée naturellement inondables.

3.2. Le contexte hydrogéologique

Différentes reconnaissances ont été précédemment effectuées, notamment par le Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien et le BRGM. Elles permettent de connaître plus précisément la nature des formations géologiques présentes dans le secteur d'étude, et au droit du projet.

3.2.1. La géologie

La vallée du Rhin, vers lequel s'écoulent les eaux du bassin versant considéré, présente au niveau de Louvres une orientation Est -Ouest.

Elle est influencée par l'axe anticlinal du Bray et de Louvres se trouvant au Nord-Est, et qui conditionne l'inclinaison des couches et le sens d'écoulement des nappes vers la fosse synclinale de Saint Denis, au Sud-Ouest. Les phénomènes d'érosion dus aux différents cycles de drainage ont provoqué un enfoncement du réseau hydrographique qui a entaillé les assises géologiques de dureté inégale créant la vallée du Rhin.

Au niveau de Goussainville, le Rhin alimente le Croult.

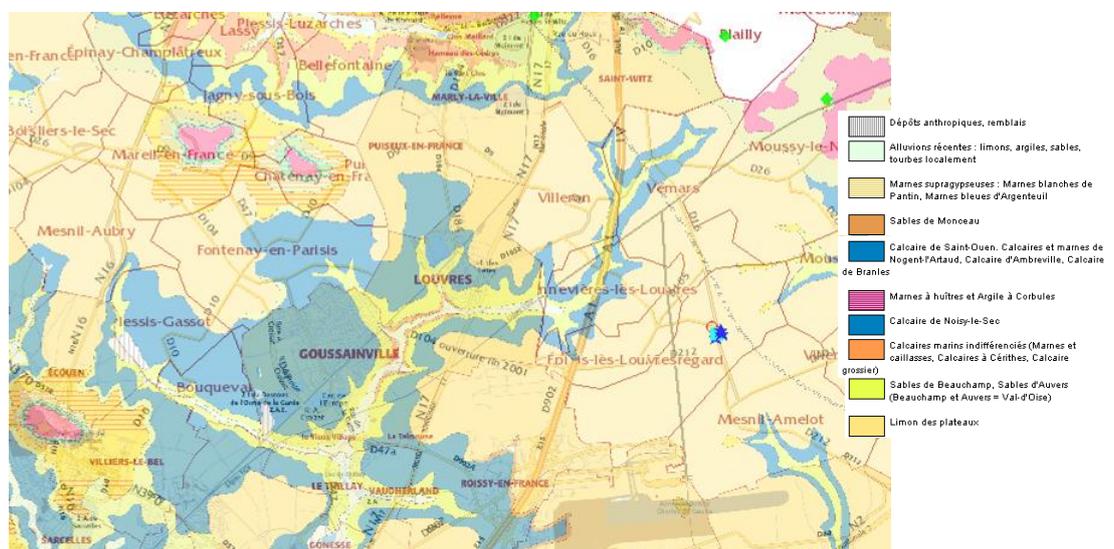


Figure 28 : Extrait carte géologique au 1 / 50 000 de Dammartin en Goële

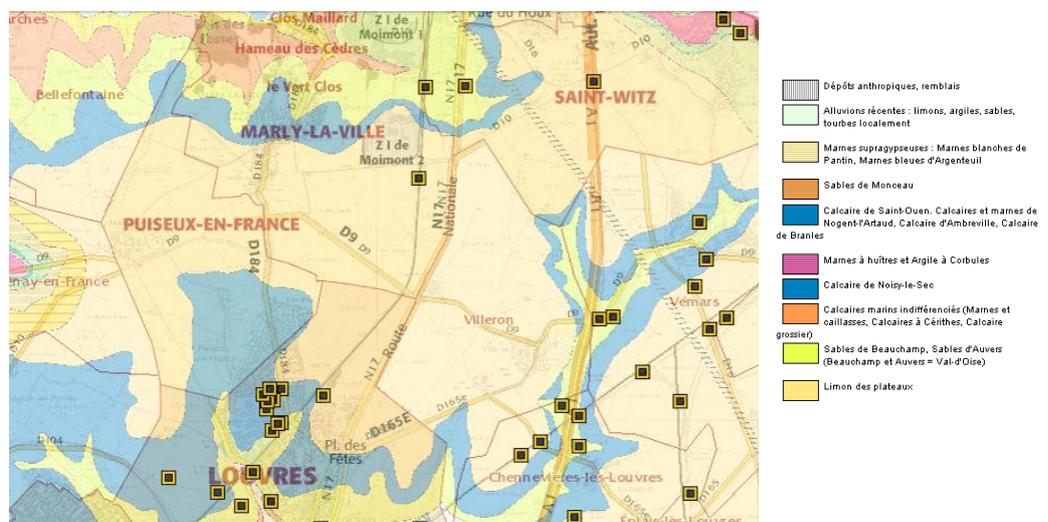


Figure 29 : Extrait carte géologique au 1 / 50 000 de Dammartin en Goële

On distingue donc, pour cette vallée, les trois unités géomorphologiques suivantes :

- **Les plateaux relativement durs et peu érodés, recouverts par des limons qui reposent sur le marno-calcaire de St-Ouen.**
- **Les versants qui entaillent le marno-calcaire de St-Ouen relativement dur, ainsi que les sables de Beauchamp constituant une formation plus tendre.**
- **La vallée où les alluvions et surtout les colluvions de pente se sont déposées sur les sables de Beauchamp et les marnes et caillasses sous-jacentes.**

Les formations superficielles rencontrées sont donc de nature marneuse, sableuse ou calcaire, ceci en relation avec la nature des terrains érodés.

La coupe géologique schématique au droit de la vallée du Rhin est présentée ci-dessous.

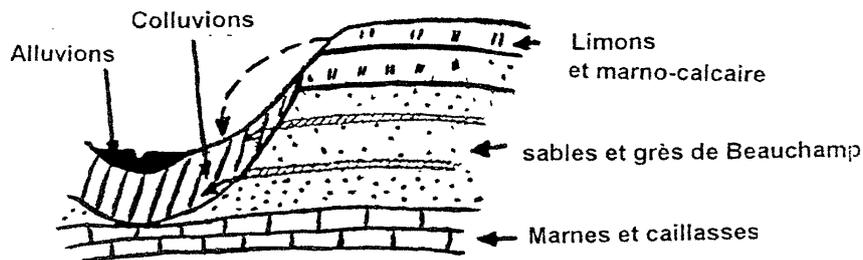


Figure 30 : Coupe géologique schématique au droit du site - Source LROP

3.2.2. Données stratigraphiques

On présentera de façon synthétique la succession stratigraphique des différentes couches géologiques rencontrées dans la zone d'étude d'après les cartes géologiques du BRGM au 1/50 000.

Les formations géologiques rencontrées sont constituées successivement de haut en bas dans l'ordre de superposition des couches :

- Les limons de plateaux

Ce terme désigne un complexe de formations résiduelles, de cailloutis, de limons proprement dits et de paléosols. Il est formé de matériaux fins, argilo-silicieux, de couleur brun-roux.

L'épaisseur de ce complexe est très variable, elle est en moyenne de 2 à 3m mais peut atteindre 6m.

Cette formation regroupe des dépôts hétérogènes, d'origines différentes dont l'une d'entre elle est éolienne : le loess. Celui-ci confère au sol une très grande valeur agronomique mais également une fragilité importante vis-à-vis des phénomènes d'érosion car le substrat est naturellement battant.

Lors de fortes pluies, le sol se prend en masse, il se crée une croûte de battance et l'infiltration de l'eau devient alors impossible et l'eau ruisselle créant parfois d'importantes inondations comme cela a été décrit plus haut.

- Le marno-calcaire de St-Ouen

Cette formation bartonienne présente des alternances de calcaires lacustres, blancs rosés, crèmes ou grisâtres. La partie supérieure montre des bancs calcaires plus durs lithographiques, à cassures conchoïdales, parfois silicifiés de gros silex. Des niveaux de marnes et d'argiles

magnésiennes sont rencontrés généralement dans cette formation ainsi que des niveaux gypseux. L'épaisseur moyenne est de l'ordre de 7 à 8 mètres.

- Les sables de Beauchamp

Ils constituent une formation assez homogène de sables fins plus ou moins argileux, traversés par des dalles de grès relativement continues. Ces sables sont localisés sur les versants et ont été érodés au droit du vallon où ils ne subsistent plus qu'à l'état de lambeaux discontinus éboulés. Leur épaisseur varie entre 8 à 13 mètres au niveau du versant.

Les formations géologiques précédemment décrites reposent sur les marnes et caillasses, le calcaire grossier et les sables de Cuise d'une épaisseur respective de 10, 30 et 15 mètres environ et qui reposent eux-mêmes sur les argiles sparnaciennes imperméables.

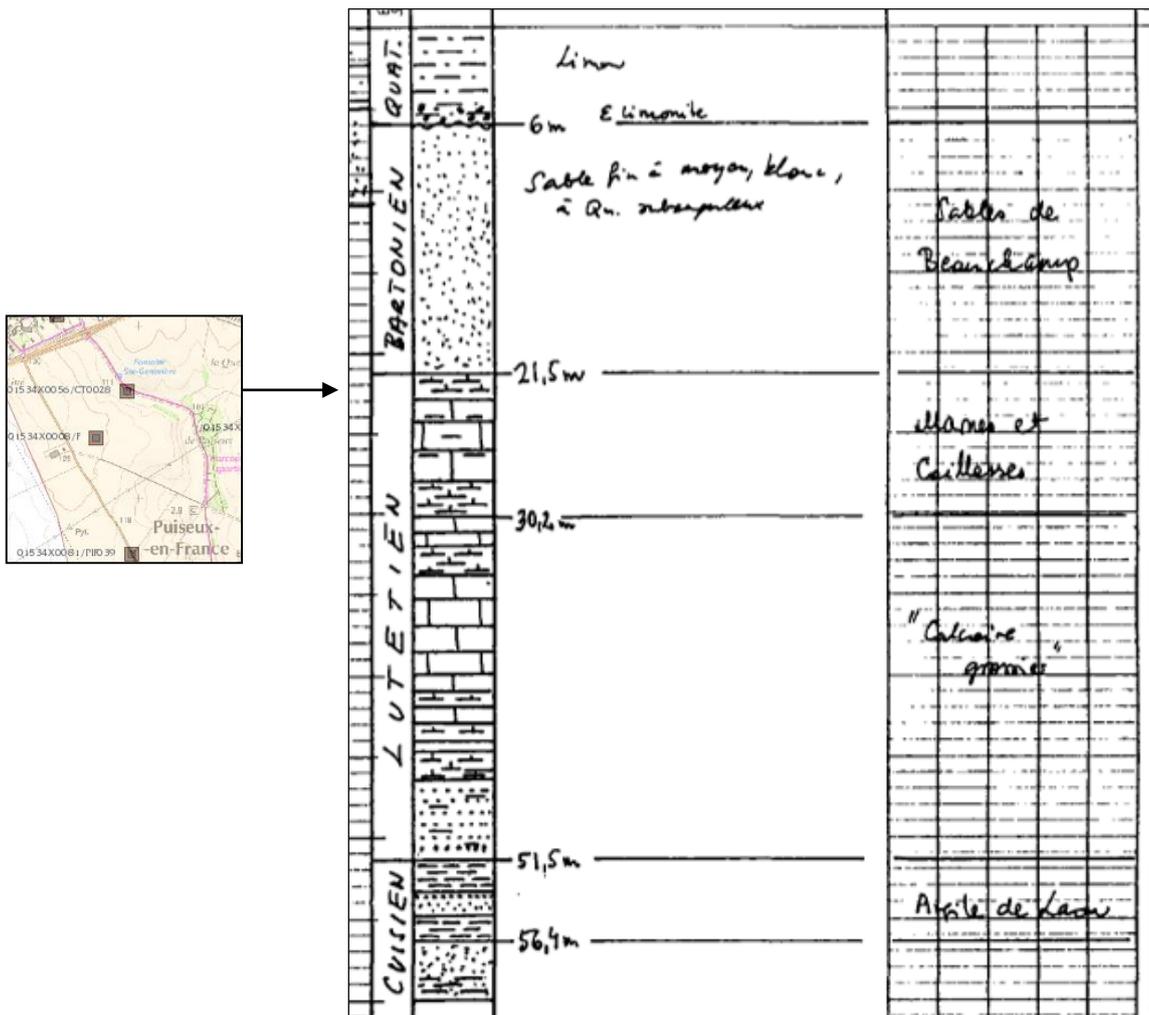


Figure 31 : Coupe lithostratigraphique des formations géologiques rencontrées dans le secteur d'étude 01534X0056/CT0028 – Forage AEP – 60m de profondeur

3.3. Ressource en eau souterraine

L'existence de ressources aquifères est conditionnée par les caractéristiques des différentes formations géologiques rencontrées dans le secteur d'étude.

3.3.1. Caractéristiques des aquifères

Les niveaux aquifères rencontrés dans le secteur d'étude sont :

- **Le niveau aquifère des Sables de Beauchamp**

La nappe des sables de Beauchamp est individualisée grâce au substratum semi-perméable des Marnes et Caillasses. Celles-ci, dont la perméabilité est estimée dans le Nord de la Région Parisienne entre 10^{-7} et 10^{-9} m/s, peuvent laisser passer une certaine quantité d'eau vers la nappe inférieure du Lutétien quand celle-ci n'est pas en charge. La nappe des sables de Beauchamp n'est donc pas permanente et il arrive très souvent que l'on ne trouve pas d'eau dans les sables. A l'inverse ceux-ci peuvent renfermer une nappe temporaire quand l'intensité des pluies dépasse la capacité de drainance vers le Lutétien (temps de parcours dans la zone non saturée du Beauchamp mis à part) ou la vidange vers les exutoires latéraux.

La piézométrie de la nappe des sables de Beauchamp est mal connue, justement à cause de sa non permanence. L'aquifère dont le réservoir a une épaisseur d'une dizaine de mètres et dont les faciès sont sableux à sablo-argileux a une extension est régionale. Dans la période actuelle qui fait suite à plusieurs années de forte pluviométrie, cette nappe peut très bien être en eau.

La carte des izopièzes des nappes des sables de Beauchamp issue de l'étude d'impact du bassin de retenue du Parc à Villeron réalisée en juin 1992 indique à priori une direction d'écoulement de la nappe orientée vers le Sud-Ouest en direction de la fosse de St Denis.

Le ru circulant en fond de vallée draine les eaux de ruissellement et de la nappe de Beauchamp.

- **Niveau aquifère du Calcaire grossier et sables de Cuise**

La nappe du Lutétien-Yprésien imprègne l'aquifère des calcaires fissurés du Lutétien et l'aquifère sableux de l'Yprésien. L'absence de niveaux imperméables entre ces deux horizons fait qu'il y a communication entre les aquifères et que les pressions s'équilibrent à peu près. Dans l'ensemble du secteur on considère donc la nappe du Lutétien et de l'Yprésien comme une nappe unique. L'épaisseur totale de cet aquifère est d'environ 30m (dont 20m mouillés) pour le Lutétien et 35m pour l'Yprésien.

C'est donc un aquifère d'environ 60 mètres d'épaisseur dont le toit et le mur sont constitués respectivement par les marnes et caillasses et les argiles sparnaciennes. Les marnes et caillasses sont semi-perméables et séparent cet aquifère de celui des Sables de Beauchamp précédemment décrit. Toutefois l'eau semble pouvoir circuler entre les bancs de caillasses et de marnes, parallèlement à la stratification et également dans les cassures perpendiculaires. Les circulations aquifères peuvent s'y produire horizontalement et verticalement.

La nappe, présente dans toute la région parisienne, est utilisée pour l'alimentation en eau potable des populations du bassin versant du Croult. Elle a une grande importance économique. Un relevé piézométrique précis de la nappe en aval hydraulique a été fait dans

l'ensemble du secteur en octobre 1996. Il montre que la nappe s'écoule vers le sud sud-ouest avec une pente d'environ 2,5 à 3 pour mille.

La nappe est libre à la hauteur de Puiseux et commence à devenir captive sous les Marnes et Caillasses un peu au sud de la zone industrielle de Louvres.

La transmissivité de l'ensemble Lutétien + Yprésien a été estimée à 8.10^{-3} m/s dans l'étude BURGEAP 1973. Cette valeur correspond globalement aux autres données dont on dispose sur les captages. Localement le Lutétien a une perméabilité encore plus élevée : au sud de l'agglomération de Louvres on a observé un débit spécifique supérieur à 100 m³/h/m (soit une transmissivité de l'ordre de 3.10^{-2} m/s) sur deux puits qui captent le sommet du calcaire grossier (ferme Secrétain et place Vitelle). On ne dispose pas de beaucoup d'informations sur la valeur du coefficient d'emmagasinement. Celui-ci peut être estimé, en nappe libre, de 3 à 5% pour le Lutétien et de 7% pour l'Yprésien.

Les faciès du Lutétien sont assez monotones, ce qui n'est généralement pas le cas pour l'Yprésien. Dans l'ensemble, la complexité géologique et les changements rapides de faciès des sédiments ne permettent pas d'envisager, pour la région parisienne, un schéma simple et général du réservoir aquifère.

Variations inter-annuelles du niveau piézométrique :

En amont de la fosse de St Denis, en dehors de zones fortement exploitées par les industries, l'amplitude des variations atteint au maximum 3 mètres entre deux années consécutives. Sur une période assez longue, l'amplitude de ces variations diminue dans le sens de l'écoulement du point le plus haut vers le point le plus bas.

Variations artificielles :

La nappe est soumise à des variations hebdomadaires, et même journalières, dont l'amplitude est souvent très importante dans la région de Paris (elle peut atteindre plusieurs mètres) masquant ainsi les variations naturelles. Elles correspondent à l'utilisation et à l'arrêt de nombreux captages.

Des pompages, plus ou moins importants, peuvent donc déprimer localement la nappe sollicitée et entraîner sa réalimentation par un niveau aquifère supérieur (drainance verticale).

3.3.2. Vulnérabilité des aquifères

Sous le plateau, la nappe du Lutétien - Yprésien est en général assez bien protégée par plusieurs niveaux peu perméables (limons, calcaire de Saint Ouen à dominante marneuse) ainsi que par une vingtaine de mètres de sables, pour la plupart non saturés (sables de Beauchamp au sens large). Les Marnes et Caillasses, qui sont peu perméables verticalement, renforcent cette protection. Ce recouvrement assure une protection bactériologique suffisante et retarde la progression d'une partie de la pollution chimique venue de la surface.

Sur les flancs de la vallée, l'aquifère est recouvert par les sables de Beauchamp et les Marnes et Caillasses. La nappe est faiblement à moyennement vulnérable.

Dans le fond de vallée, les alluvions reposent soit sur les Marnes et Caillasses soit, au centre de la vallée, sur le calcaire grossier. Cette dernière formation est très perméable, aussi bien verticalement qu'horizontalement. Les alluvions constituent donc un écran peu perméable entre la rivière et les couches très perméables.

Sur la quasi-totalité du site de l'opération l'aquifère du Lutétien est donc bien protégée. L'extrémité sud du projet, sur le versant du Rhin, se situe dans un secteur de protection moyenne à bonne.

LITHOLOGIE DES TERRAINS A L'AFFLEUREMENT			NAPPE AQUIFERE	PROTECTION DES NAPPES AQUIFERES EN FONCTION DU RECOUVREMENT			
Faciès	Epaisseur maximum	Dépôts superficiels		Nappe des Sables de Fontainebleau	Nappe des Sables de Beauchamp	Nappe du Lutétien	Nappe de la craie
Mouillère de Beauce							
Sables de Fontainebleau	50		Nappe des Sables de Fontainebleau	Inexistante	Bonne	Bonne	Bonne
Marnes, argiles et calcaires Gypse du Ludien	10 - 20						
Sables de Crasnes et Monceau	5 - 10			Inexistante	Variable		
Calcaire de Saint-Ouen	10		Nappe des Sables de Beauchamp				
Sables de Beauchamp	15 - 20	Limon de plateaux 0-5m			Faible ou inexistante		
Marnes et Caillassees et Calcaire grossier du Lutétien	35 - 40		Nappe de l'Eocène inférieur				
Sables de Cuise de 20 à 30m					Variable		
Sables et argiles du Sparnacien - 10-20m							
Craie			Nappe de la craie			Inexistante	

Figure 32 : Vulnérabilité des aquifères

3.3.3. Exploitation des eaux souterraines

Tous les captages importants de la région sont installés dans l'aquifère du calcaire grossier et des sables de Cuise (préférentiellement dans les sables mieux protégés et plus profonds). La nappe du Lutétien -Yprésien a un intérêt économique régional, et est activement exploitée pour l'alimentation en eau potable des collectivités.

Il n'y a pas de captage d'eau destiné à la consommation humaine encore en fonctionnement dans le secteur.

La carte page suivante permet la localisation des forages existants dans la zone d'étude.

Commune	Type de forage	Indice	Périmètre de protection	Exploitation	Distance au projet
Puiseux en France	captage	01534X0020	Non	Inconnu	200m
Puiseux en France	Forage de reconnaissance (1995)	01534X0049	Non	Non	200m
Puiseux en France	captage	01534X0008	Non	Inconnu	0m
Puiseux en France	Piézomètre	01534X0051	Non	Non	200m
Puiseux en France	Forage rebouché	01534X0076/SES028	Non	Non	200m
Puiseux en France	Forage rebouché	01534X0056/CT0028	Non	Non	Dans la zone
Puiseux en France	Forage rebouché	01534X0081/PIF039	Non	Non	500m
Puiseux en France	Forage rebouché	01534X0066/CT0085	Non	Non	200m

Tableau 1 : Captages eau phréatique dans le secteur d'étude

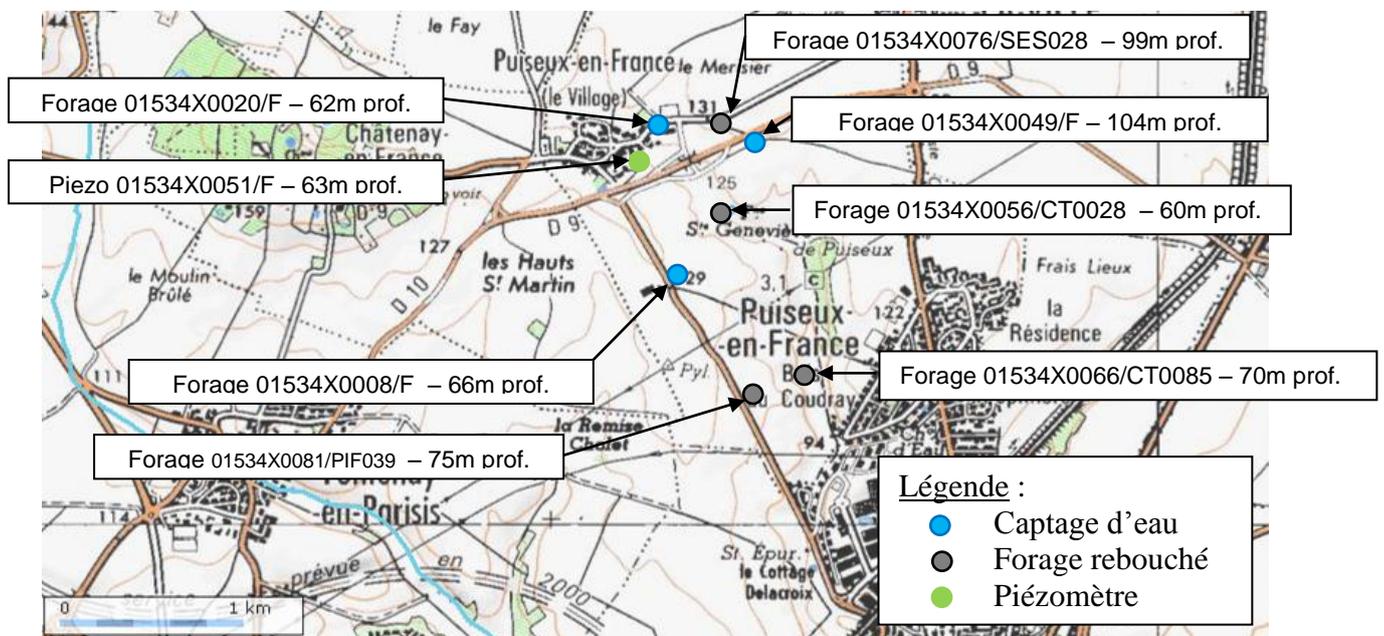


Figure 33 : Localisation des captages environnants

3.4. Le contexte hydroécologique

3.4.1. Le réseau hydrographique

La zone de l'opération est à l'est par un fossé qui alimente en aval le Rhin, lui-même affluent du Croult.



Figure 34 : Fossé à l'est de la zone d'aménagement – le 04-11-2010

Un bassin de rétention des eaux de ruissellement en provenance des champs situés à l'ouest de Puiseux est en cours de réalisation par le syndicat de la Vallée du Croult et du petit Rosnes. Il est dénommé bassin de la fontaine Sainte Geneviève et aura une capacité de 50 000m³.

En effet, l'urbanisation croissante apporte systématiquement une augmentation des surfaces imperméables : toitures, voiries, parkings, etc. Dans le Val d'Oise, région agraire depuis toujours, les communes sont fréquemment bordées par des surfaces agricoles qui, en fonction des cultures, ne permettent pas toujours à l'eau de s'infiltrer. La conjugaison de ces facteurs provoque l'accumulation des eaux dans les cours d'eau qui deviennent trop étroits pour évacuer naturellement ces eaux pluviales.



Figure 35 : Bassin de rétention en cours de création – le 04-11-2010

Un autre bassin, situé plus en aval existe déjà depuis une dizaine d'année pour réguler les eaux arrivant des zones agricoles situées à l'ouest.

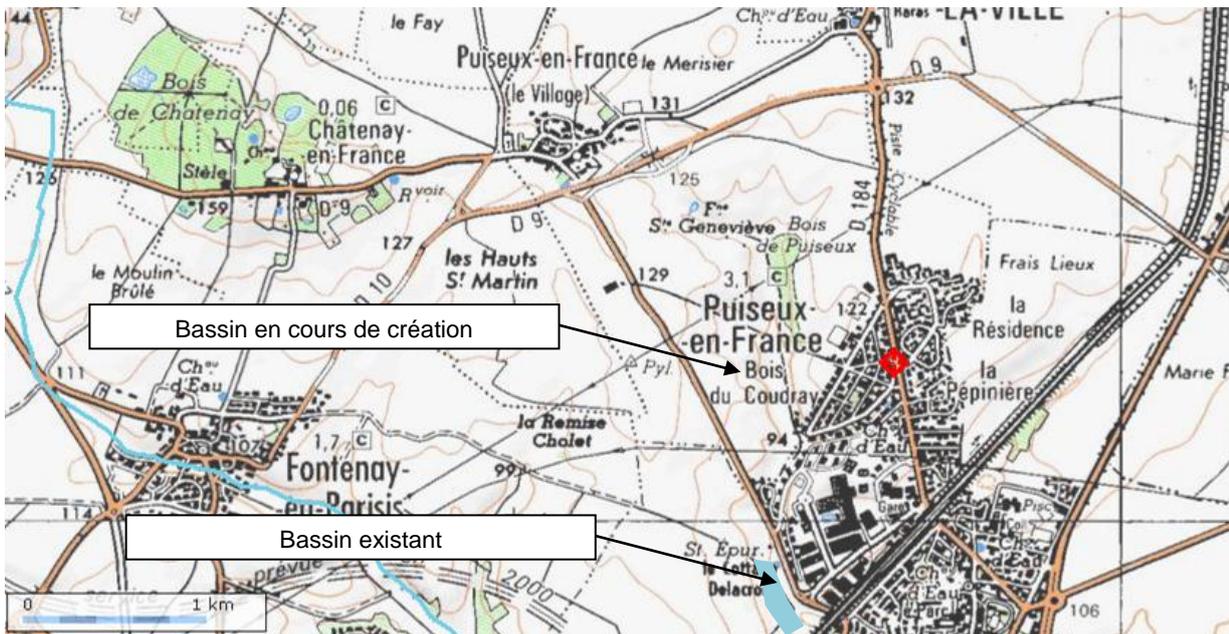


Figure 36 : Identification des rétentions des eaux pluviales à proximité de la zone

Le régime hydraulique du Rhin est très influencé par la pluviométrie.

3.4.2. État de la ripisylve

Entre Puiseux Village et Puiseux Ville, le fossé traverse une zone agricole en fond de talweg. Ses berges sont colonisées par une strate herbacée d'une largeur d'un mètre environ. Cette végétation se développe sur un couvert riche en azote et frais. Cette bande est dominée par les graminées (*Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Bromus sterilis*, *Poa trivialis*...), mais aussi par des vivaces, surtout hémicryptophytes à rhizomes, végétation haute en été, dominant une strate basse dense. Quelques espèces pionnières et ligneuses disperses colonisent le lieu.

Aucun macrophyte n'a été observé dans cette portion du ru.

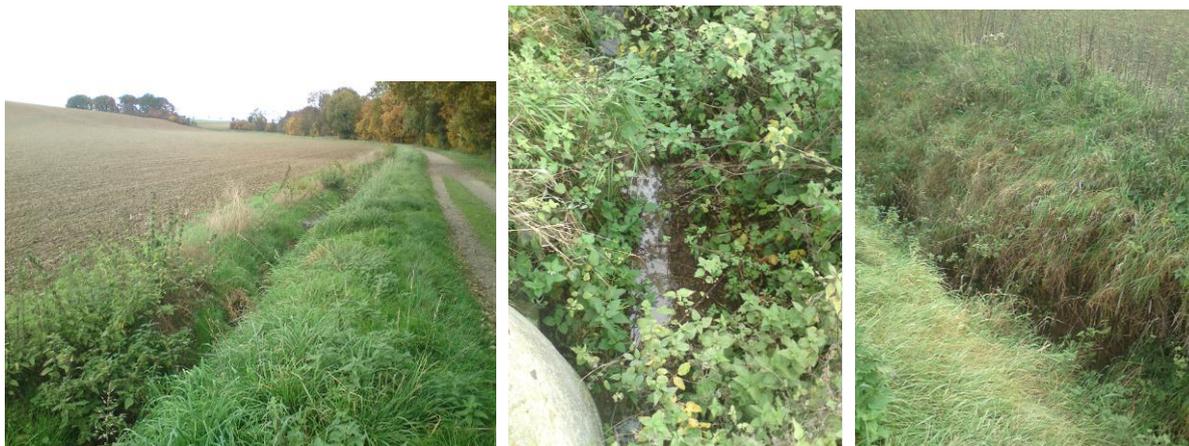


Figure 37 : Identification des espèces à proximité des berges

Echantillon d'espèces herbacées relevées sur terrain :

		
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Lamium album</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
		
<i>Rumex priscus</i>	<i>Lavatera (horticole)</i>	<i>Geranium molle</i>

		
<i>Creps capillari</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	<i>Urtica dioica</i>
		
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>

Echantillon d'espèces ligneuses relevées sur terrain :

	
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>

3.4.3. La qualité des eaux superficielles

Les mesures :

La qualité physico-chimique des eaux du Croult est régulièrement mesurée par temps sec par le Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement Hydraulique des Vallées du Croult et du Petit Rosne dans le cadre du « Challenge de l'eau », programme de suivi destiné à quantifier les efforts de dépollution effectués par les différentes communes membres.

Cette étude générale est réalisée une fois par an, après 5 jours de temps sec et depuis 1991.

Identification du cours d'eau :

Le Croult est désigné par la référence de masse d'eau « **HR 157** ». Il récupère les eaux d'un bassin versant de 380km² sur les départements du Val d'Oise et de la Seine Saint Denis. 1 250 000 habitants résidant sur ce bassin versant, dont le bassin versant du Ru de Vaud'herland.

Contexte (MISE 95) :

Le Croult, est quant à lui, un cours d'eau naturel en amont des secteurs urbanisés mais artificialisé et busé dans les secteurs urbanisés.

Lors de la MISE 95 du 23 août 2005 il a été évoqué que le risque de non atteinte du bon état pour la masse d'eau était :

- élevé pour l'état écologique du fait des toxiques (dégradation de la situation pour la contamination par les phytosanitaires), de la pollution en charge organique (qualité passable) et en nutriment (phosphore et qualité en nitrates mauvaise issue de l'alimentation par la nappe) se répercutant notamment sur l'IBD, du fait du régime hydraulique eutrophisé par l'aménagement de surfaces imperméabilisées et la régulation par bassin de retenue, avec en particulier une rupture d'écoulement, du fait de l'aménagement des berges, du lit avec des aménagements dans le cours d'eau et effet de barrage et la canalisation du cours d'eau sur % de la masse d'eau ; le tout se répercutant sur l'IBGN.
- élevé pour l'état chimique du fait des dépassements de seuils sur le fluoranthène (contamination par les HAP que sont le pyrène, benzoapyrène, phénanthrène), le diuron, l'isoproturon, avec des contaminations en métaux non négligeables (cadmium, puis cuivre, mercure, plomb, et Zinc de qualité passable via le SEQ) et une contamination en cyanure via l'alimentation par la nappe
- Il a été émis un argumentaire pour le développement technico-économique en vu de formaliser la proposition (bénéfices de la régulation du régime hydraulique et canalisation des berges vis à vis urbanisation (en dehors d'assainissement à analyser), un argumentaire sur une dérogation aux objectifs de bon potentiel à élaborer sur trois volets : assainissement des collectivités (niveau de traitement pour niveau des paramètres soutenant la biologie, mais surtout l'amélioration de la collecte des effluents industriels et domestiques), le volet régulation du régime hydraulique et le volet aménagement de berges, le volet pollution des sols et des nappes

3.4.3.1. Qualité biologique

Unité hydrographique cohérente (SAGE)	Code masse d'eau V3	linéaire masse d'eau en km	Type HER2 x classe de rang	Code national	Station de réf.	libellé de la masse d'eau	Hydro-écorégion	BIOLOGIE						
								IBGN			IBD			IP
								TB	Lim >	Lim <	TB	Lim >	Lim <	
CROULT	HR157	40,3	36A	TP9,P9		Le Croult de sa source au confluent de la Seine (exclu)	Tables Calcaires Ile-de-France	17	16	14	16	15	13	16

Tableau 2 : IBGN et IBD du Croult – Source AESN

N° Station RNB	Cours d'eau	Commune	Date	IBGN	GI	Variété	
82781	Croult	Garges les Gonesses	16/10/1998	6	2	14	
82781	Croult	Garges les Gonesses	14/10/1999	6	2	13	
82781	Croult	Garges les Gonesses	24/10/2000	4	1	12	
82781	Croult	Garges les Gonesses	06/09/2001	5	1	16	
82781	Croult	Garges les Gonesses	16/07/2002	6	1	19	
82781	Croult	Garges les Gonesses	24/07/2003	5	1	16	
82781	Croult	Garges les Gonesses	20/07/2004	7	2	18	
N° station RNB	Cours d'eau	Commune	Date	IPS	IDG	CEE	IBD
82781	Croult	Garges les Gonesses	16/10/1998	3.7	8.9	4.2	7.7
82781	Croult	Garges les Gonesses	14/10/1999	7.9	11.1	7.3	12.5
82781	Croult	Garges les Gonesses	24/10/2000	8.2	11.8	7.1	12.6
82781	Croult	Garges les Gonesses	06/09/2001	7.5	10.2	6.1	10.1
82781	Croult	Garges les Gonesses	16/07/2002	10.1	11.5	11.5	11.6
82781	Croult	Garges les Gonesses	24/07/2003	7.9	9.8	9.0	11.7
82781	Croult	Garges les Gonesses	20/07/2004	9.7	10.6	9.9	10.7

Tableau 3 : Estimation des IBGN du Croult de 1998 à 2004 – Source AESN

IBGN :

La station de Garges, au bord du Croult, se situe en milieu urbain, et ne présente pas de ripisylve en bordure. Le substrat, de type ouvert, est dominé par les galets, mais on note également la présence d'habitats de granulométrie diversifiée (graviers, sable, pierres). La végétation aquatique est souvent dominée par les algues filamenteuses, mais il y a également présence d'herbiers de potamots crépus.

Profil d'évolution des IBGN sur le Croult :

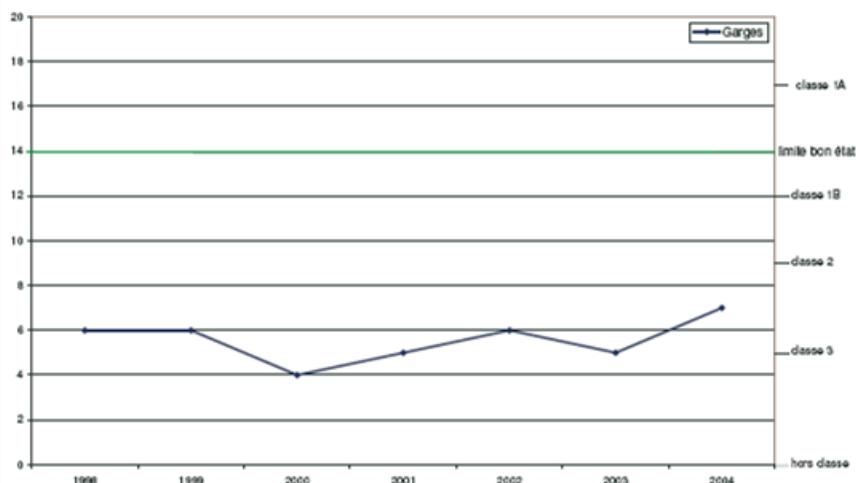


Figure 38 : Evolution de l'IBGN du Croult de 1998 à 2004 – Source AESN

La qualité hydrobiologique du Croult est très dégradée au niveau de cette station, puisque les indices IBGN sont situés entre 4 et 7. Seuls les groupes les plus résistants sont présents (le groupe indicateur maximal ne dépasse jamais 2), et la diversité faunistique est très faible.

Deux taxons sont dominants et rassemblent l'essentiel du peuplement : les Oligochètes et les crustacés Asellidae, tous deux très résistants aux pollutions et affines à la présence de matières organiques. Les autres taxons sont présents à des effectifs très faibles, et hormis les diptères, les insectes sont très peu représentés. L'IBGN traduit donc une mauvaise qualité biologique pour cette station, avec peu d'évolution ces dernières années.

Par rapport à la limite de bon état provisoire fixée pour ce paramètre (IBGN 14), on se situe donc très loin de l'objectif à atteindre pour cette station (6 à 7 points d'écart).

IBD :

En 1998, une espèce classée hypereutrophe et polysaprobe, nettement moins représentée les autres années, a fait baisser les valeurs des différents indices diatomiques. Le reste de la liste floristique étant très semblable aux autres années, on pourrait considérer que le phénomène est fortuit. Sinon les espèces dominantes sont alcaliphiles, alfa-meso-saprobies et caractéristiques de milieu eutrophe.

Sachant que l'IBD intègre le statut trophique (nutriments) et que l'IPS reflète davantage la présence de matière organique, on peut s'attendre à observer un IPS inférieur à l'IBD.

Depuis 1999, la situation demeure stable avec un IBD passable (valeurs comprises entre 10.1 et 12.6) et un IPS correspondant à une qualité mauvaise, qui confirme la qualité liée à l'IBGN.

La limite provisoire de bon état pour l'IBD étant fixée à 13, l'écart est de 1.3 à 2.9 points ces 4 dernières années.

3.4.3.2. Qualité physico-chimique

Indices SEQ-Eau V1 de 2000 à 2004 - Stations du RNB Bassin Croult																			
N° DE STATION	RIVIERE	COMMUNE	MOOX				MA				Nitrates				MP				
			2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004	
082781	CROULT	GARGES LES GONESSE	54	54	51	44	48	47	39	45	30	31	34	36	55	45	57	53	
6 passages																			
N° DE STATION	RIVIERE	COMMUNE	MOOX				MA				Nitrates				MP				
			1998	1999	2000		1998	1999	2000		1998	1999	2000		1998	1999	2000		
082781	CROULT	GARGES LES GONESSE	50	50	57		34	36	42		37	37	35		49	42	56		

Tableau 4 : Indices SEEQ-Eau de 2000 à 2004

La station de suivi sur le bassin du Croult (station 082781) est située en pleine zone urbaine à proximité de l'aéroport du Bourget et avant qu'elle ne traverse le Parc de la Courneuve. La station est suivie depuis 1998 avec 6 passages entre 1998 et 2000 puis 12 depuis. Globalement, et quelle que soit l'altération, la situation est stable sur cette période avec une qualité passable pour les MOOX, les matières Azotées et le Phosphore et mauvaise pour les Nitrates.

Caractérisation de la contamination par les phytosanitaires via le réseau phyto :

- En 2002/2003, le Croult enregistre une qualité médiocre contre une qualité mauvaise en 2003/2004.
- le Croult a quantifié au cours des 11 campagnes de prélèvements 27 molécules dont :
 - o des contaminants permanents :
 - AMPA
 - Atrazine
 - DEA
 - Bentazone
 - Diflufenilcanil
 - Diuron
 - Glyphosate
 - o et des contaminants majeurs périodiques :
 - chlortoluron
 - isoproturon
 - lénacile
 - mécoprop
 - simazine
- si on considère que le bruit de fond correspond aux concentrations mesurées lors de la campagne de février 2004 (pas de transfert lié à l'absence de traitement et de pluie), ce dernier est légèrement supérieur à 0.5µg/l avec les contaminants suivants : aminotriazole, AMPA, atrazine, DEA, bentazone, chlortoluron, glyphosate.
- on peut observer en période de traitements automnales des niveaux de pollution importants (ex : 9 µg/l) résultant principalement des contaminants suivants : isoproturon et chlortoluron. En période printanière et estivale, le niveau de contamination peut être voisin de 5 µg/l avec des pics de glyphosate et diuron.

3.4.3.3. Tableaux sédiments RNB 2003 :

Métaux sur sédiments :

Le Croult présente des quantités non négligeables en cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc, sur toute la période 2001-2004.

HAP sur sédiments :

Il est important de noter qu'il y a une inadéquation importante entre les limites de quantification du laboratoire IRH et les seuils des classes donnés par le SEQ-Eau V2. Les limites de quantifications sont en effet souvent incluses dans les classes jaune ou orange du SEQ, ce qui empêche l'étude de nombreuses molécules.

Les molécules classant le Croult en qualité médiocre pour les HAP sont le benzo(a)pyrène, le fluoranthène et le pyrène pour 2003 et 2004, ainsi que le phénanthrène en 2003. Les autres substances pouvant être exploitées sont tout de même en jaune, et ont donc des teneurs non négligeables.

Rappelons que le benzo(a)pyrène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(ghi)pérylène et l'indéno(1,2,3cd)pyrène sont des substances classées prioritaires dangereuses par la DCE.

Le naphthalène, l'anthracène et le fluoranthène sont eux classés en substances prioritaires.

PCB sur sédiments :

Compte tenu des difficultés analytiques liées à la détermination de ces substances, il se peut que les PCB contenus dans les sédiments analysés n'aient pu être totalement quantifiés. Toutefois il nous a paru intéressant de présenter les résultats de 2001 à 2004, certaines stations apparaissant en qualité moyenne.

Pour les PCB sur sédiments, le SEQ-Eau propose des seuils correspondant à la somme de 7 congénères PCB.

Pour ce paramètre l'exercice porte sur deux années : 2003 et 2004. Sur ce territoire, le Croult apparaît en qualité moyenne pour 2004.

3.4.4. Synthèse de l'analyse bon état

Selon le projet de circulaire du bon état (V3), une évaluation de l'écart à l'état écologique a été faite sur le Croult à la station RNB n° 82781.

IBGN et IBD sont inférieurs aux valeurs référence du bon état et la valeur de l'IBGN est très loin de l'objectif à atteindre pour cette station (6 à 7 points d'écart)

Masse d'eau	HR 157
Rivière	Croult
IBGN	Ecart = 7 à 9
IBD	Ecart = 1.3-2.9
IP	pas infos

Tableau 5 : Variation de l' « Ecart au Bon Etat » par station du territoire Croult-Morée (2001-2004)

En examinant les paramètres physico-chimiques au travers du SEQ-Eau, les altérations MOOX, MA et MP sont relativement stables sur la période 1998 – 2004, indiquant une qualité passable. Pour l'altération Nitrates la qualité est mauvaise. La contamination par les phytosanitaires est maximale en période automnale (~ 9 µg/l), le niveau minimal est compris entre 0,5 et 1 µg/l.

Puis l'évaluation de l'état chimique a été réalisée à partir des données RNB et du réseau phytosanitaire.

Par rapport aux 10 produits phytosanitaires, les valeurs moyennes sont supérieures aux valeurs seuil des NQE pour le diuron et l'isoproturon.

Pour les autres substances, seul le fluoranthène est supérieur à la NQE. Cependant, compte-tenu de la dégradation de la qualité biologique (cf IBGN et surtout la simplification de l'édifice biologique), le constat sur l'état chimique doit être confirmé (notamment au travers des résultats 2005 réalisés par un autre laboratoire)

La qualité du Croult apparaît essentiellement liée à la qualité de ses eaux souterraines :

La pollution par les nitrates est la plus importante. Lors des deux premières campagnes on a pu constater une très nette augmentation par rapport aux résultats des mesures du challenge de l'eau des années précédentes. A titre d'exemple, au point aval général (point 67) les flux de nitrates par temps sec ont été multipliés par 3. Ce phénomène est sans aucun doute lié avec la remontée du niveau de la nappe phréatique. En 2003, on enregistre une baisse sensible des concentrations.

La pollution par les cyanures est toujours perceptible sur l'ensemble du secteur et la baisse constatée lors de la troisième campagne n'est pas confirmée par la campagne du Challenge de novembre 2003(Le principal problème du secteur du bois d'orville provient de la pollution de la nappe par les cyanures. Le contrôle des concentrations est effectué systématiquement à chaque campagne du Challenge de l'eau . Les niveaux de concentration en cyanures restent toujours inférieurs au seuil de 150 µg/l dans le Croult qui avait été fixé pour purger la pollution de la nappe contaminée mais par contre au fil des campagnes on constate que les points de contrôles qui apparaissent les plus contaminés ne sont jamais les mêmes). Pour l'instant, l'essentiel de la pollution des eaux

superficielles est d'origine souterraine. Elle concerne essentiellement les cyanures et les nitrates

Les dégradations, par temps sec, apportées par les eaux superficielles sont relativement peu importantes :

La pollution par les phosphates est la plus visible en terme de flux, elle affecte principalement la partie aval de l'ensemble du bassin versant du Croult et du Petit Rosne.

La pollution organique (DCO DBO5 et NH4) peut être considérée comme faible ; les principaux apports sont le Petit Rosne, le rejet de la zone industrielle de Goussainville, et le ru du Rhin et de la Michelette à l'aval de Louvres.

Sur l'ensemble du bassin versant, on retiendra qu'il y a au moins 2 secteurs que l'on peut qualifier d'insalubres : il s'agit du point de confluence du ru du Rhin et du ru de la Michelette à l'aval de Louvres (points n° 30 et 31) et du rejet de la zone industrielle de Goussainville (point n° 35).

Métaux sur sédiments

On remarquera que les concentrations en Chrome sont comme pour le secteur du lac d'Enghien anormalement élevées. En ce qui concerne les autres éléments, on constate que les apports polluants proviennent essentiellement du Petit Rosne et des rejets de la ZI de Goussainville. On remarquera en particulier que la forte pollution en Cadmium du Petit Rosne est vraisemblablement encore visible au point aval du Croult.

Le Croult (pt n° 36 et n° 67) : avec un IBGN de 5 en 2001 aux deux points de mesure, cette rivière présente une macro-faune d'une très grande pauvreté qui n'est d'ailleurs absolument pas en rapport avec la qualité de son eau. Cet état de fait est sans aucun doute directement imputable à l'artificialisation excessive de son lit. Du bassin de la Renaissance en amont de Goussainville à sa Confluence avec le Petit Rosne il ne reste plus que quelques centaine de mètres de « lit naturel » toute le reste n'est que canal bétonné en souterrain et canal bétonné à ciel ouvert dans le meilleur des cas. Les macrophytes immergées

commencent à coloniser les derniers secteurs non bétonnés ce qui montre bien que ce ruisseau est prêt pour accueillir une vie en rapport avec la qualité de son eau.

Outre l'analyse stricte de ces listes faunistiques, il faut également signaler les modifications que l'on peut constater au niveau de la colonisation du lit du Croult par les macrophytes. En effet, on constate au fil des ans que cette colonisation est en augmentation constante dans tous les secteurs non « bétonné ».

3.4.5. Préconisations de la MISE 95

Pour revenir à un bon état écologique des cours d'eau la MISE 95 préconise notamment les points suivants (directement applicables au projet de ZAC) :

- « Maîtrise des ruissellements pluviaux sur l'est avec prise en compte impérative des collectivités (retard sur le lien eau-urbanisme quasi général) sur leur territoire propre. »
- « Créer le SAGE CR-PR, étendu au BV de la Morée, dans un contexte historique délicat entre 95 et 93. »
- « Protéger le milieu naturel et le revaloriser (inscrit dans la politique du SIAH) avec modalités conformes réglementairement et juridiquement, et modification des techniques d'entretien agressives. »
- « Diagnostiquer les apports des secteurs d'activités et maîtriser ceux-ci »
- « Réduire l'apport des EP aux STEP suite aux diags de réseaux (SDA) et raccorder les EU non raccordées »

3.4.6. Entretien du cours d'eau

Le ru du Rhin faisant partie du bassin versant du Croult, son entretien est géré par le SIAH. Le marché d'entretien est divisé en cinq postes concernant l'entretien du milieu naturel, des ouvrages et des réseaux d'assainissement:

Entretien des cours d'eau et des fossés et curage des canalisations en terrains privés

Les travaux d'entretien des cours d'eau, rus et fossés comprennent

- l'enlèvement des embâcles et leur évacuation en décharge,
- le fauchage des talus et du fond des bassins,
- le curage manuel du lit et des pieds des berges,
- le reprofilage manuel des rus,
- le débroussaillage à la main des talus,
- le débroussaillage.

Les travaux d'entretien des canalisations en terrains privés comprennent

- la visite des canalisations d'amont vers l'aval selon un programme défini par l'ingénieur responsable,
- l'enlèvement des bouchons et de tous matériaux pouvant entraver l'écoulement des eaux,
- l'évacuation en décharge des matériaux.

Entretien des espaces verts

Les travaux d'entretien ne concernent que les bassins de retenues d'eaux pluviales, ils comprennent :

- le fauchage des pelouses et prairies,

- le fauchage des accotements le long des clôtures et en périmètre des bosquets, - le fauchage des talus des bassins,
- le ramassage des déchets verts dans certains bassins,
- la taille des haies et des arbustes,
- le désherbage et traitement des clôtures,
- le traitement des talus en béton projeté,
- le ramassage des ordures,
- le débitage et l'évacuation des arbres tombés dans le bassin, - le bêchage d'hiver au pied des massifs,
- le maintien en état des protections anti-lapins,
- le traitement des allées,
- l'abattage des arbres dangereux,
- la coupe et l'évacuation des repousses ou rejets d'arbres tels que les saules ou les peupliers.

Enlèvement des déchets

Ce poste d'entretien concerne l'enlèvement des déchets pouvant encombrer les bassins. Ce poste prévoit la mise à disposition d'une benne et des opérations d'évacuation des déchets en décharge toutes les cinq semaines environ.

Vidange de chambres et bassins de dessablement et curage de canalisations

Les travaux ont pour objet la vidange de chambre et bassin de dessablement et le curage des canalisations EU et EP sur le territoire des vallées du Croult et du Petit Rosne. Les travaux prévoient l'évacuation et le traitement des produits de curage et de vidange.

Selon le bilan d'exploitation transmis par le SIAH, le volume de sables extraits des chambres de dessablement s'est élevé à 1389 m³ en 1999.

Travaux divers sur les collecteurs d'eaux pluviales et d'eaux usées

Cette prestation consiste en la mise à disposition d'une équipe comprenant un chef d'équipe et un ou plusieurs ouvriers qualifiés ou spécialisés avec du matériel sans chauffeur (camionnette 1.5t ; compresseur de 30cv ; compacteur plaque vibrante ou double bille lisse) ou avec du matériel avec chauffeur (pelle mécanique ; tracto-pelle...).

3.5. *Le contexte réglementaire*

La réglementation générale qui s'applique à l'aménagement hydraulique et à l'assainissement pluvial est de nature différente selon les phénomènes concernés. Très schématiquement, il convient de dissocier :

- les phénomènes de ruissellement proprement dits sur les terrains nus ou aménagés, et éventuellement dans des thalwegs alimentés uniquement par ces ruissellements épisodiques : « dispositions générales du Code Civil »,
- les phénomènes d'écoulement en réseau : « dispositions diverses : Loi sur l'Eau, Codes des Communes, Code de l'Urbanisme, Code de la Santé Publique... »,
- les phénomènes d'écoulement en cours d'eau pérennes souvent non domaniaux « dispositions de la Loi sur l'Eau, Code Rural... et intervention des services chargés de la police des eaux ».

Le Syndicat des vallées du Croult et du Petit Rosne a approuvé un règlement général d'assainissement en 1998, qui définit les conditions de déversement des eaux usées et des eaux pluviales sur l'ensemble du bassin versant et a été soumis à la délibération des conseils municipaux des communes adhérentes.

Les schémas directeurs communaux en cours et à venir vont permettre de proposer à chaque commune un règlement d'assainissement adapté aux contraintes communales et qui soit opposable par l'intermédiaire d'une révision du Plan Local d'Urbanisme.

L'article 27 de ce nouveau règlement, relatif aux prescriptions particulières pour les eaux pluviales, précise que **le débit de fuite ne peut excéder 0,7 L/s/ha**. Cet article indique également les caractéristiques techniques du raccordement au réseau public d'eaux pluviales.

L'article 28 impose la **séparation des eaux usées des eaux pluviales**. Il permet cependant le rejet de certaines eaux industrielles (comme les eaux de pompage dans une nappe phréatique) dans le réseau pluvial sous réserve d'autorisation par la Police de l'eau qui définira les conditions du déversement au moyen d'une convention spéciale.

Lors d'une demande de branchement au réseau EP communal ou non, notamment pour un site industriel ou un établissement, l'avis du Syndicat est sollicité. Il est alors préconisé pour les eaux pluviales collectées sur les aires étanches de les faire transiter par un débourbeur-déshuileur avant rejet au réseau public. Il est précisé que le dimensionnement de ce dispositif doit être effectué selon les règles de l'art, qu'il doit être régulièrement entretenu et que les déchets collectés doivent être éliminés dans une installation autorisée à cet effet. Le Syndicat indique également si une rétention des eaux de ruissellement à la parcelle est nécessaire. La capacité de retenue est calculée en fonction du type de surface (bâtiment (toitures), voiries et parkings, espaces verts) et d'un coefficient de ruissellement pour une lame d'eau de 60 mm (pluie de retour de 50 ans).

Par ailleurs, par délibération en date du 20/12/1984, le Syndicat a mis en place la compensation hydraulique. En effet, l'accroissement du ruissellement consécutif à l'aménagement d'une zone d'activités ou de logements, voire un lotissement, implique lors du permis de lotir ou de construire l'obligation de stocker sur le site ou à proximité un volume d'eau correspondant. Le Syndicat, lorsque cela est possible, à la demande du pétitionnaire titulaire d'un permis de lotir ou de construire, peut accepter de prendre en charge le volume imposé moyennant le versement d'une compensation hydraulique (coût des travaux pour stocker cette eau sur un bassin syndical).

Le Syndicat peut être amené à établir des conventions spéciales de déversement au réseau EP pour la mise en conformité d'un site industriel avec échéance et contrôle de conformité, afin de respecter les objectifs de qualité fixés par le Département. Cette convention tripartite (Industriels/Commune/Syndicat) est une annexe à l'arrêté municipal d'autorisation de déversement.

Par ailleurs depuis 1945, voire même avant, le Syndicat s'est substitué aux riverains pour assurer l'entretien et le curage des rivières dans le but de préserver les populations contre les inondations. Dans ce cas, la réglementation impose qu'une enquête publique puisse être engagée et qu'à son terme le Préfet puisse prendre un arrêté autorisant le Syndicat à agir de la sorte. Le Comité Syndical a délibéré le 20 mars 2002 pour mener une Déclaration d'Intérêt Général dont le phasage n'est pas encore arrêté.

4. LES INCIDENCES DU PROJET

4.1. *Le ruissellement*

4.1.1. Méthodologie

4.1.1.1. Choix du modèle

Selon l'étude sur les dégâts causés par les pluies intenses dans le bassin du Croult réalisée par le CEMAGREF, le modèle hydrologique du Soil Conservation Service est le plus adapté pour évaluer les ruissellements sur le secteur d'étude. Ce modèle permet en effet de tenir compte de la nature du sol, du type de couverture végétale et de l'imperméabilisation progressive des sols au cours d'un événement pluvieux. En outre, sa validité est admise pour des bassins agricoles de 2 ha à 800 ha, contrairement à la méthode SOCOSE du CEMAGREF applicable seulement à des bassins versants de taille supérieure à 200 ha.

Ce modèle transforme une pluie en ruissellement par l'intermédiaire d'une fonction de production et d'une fonction de transfert basées sur différents paramètres du bassin versant (cf. note de calcul)

4.1.1.2. Fonction de production

On supposera que le bassin est suffisamment petit de façon à ce que :

- La pluie soit homogène sur l'ensemble du bassin
- La nature hydrogéologique soit homogène
- Les conditions initiales soient homogènes.

Le devenir des précipitations est complexe et multiple ; on peut cependant résumer les principales observations dans le schéma suivant :

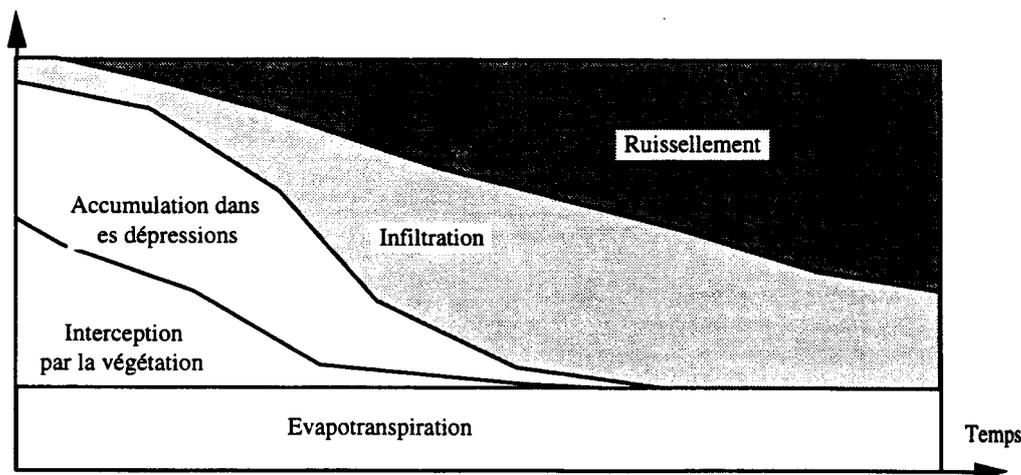


Figure 39 : Répartition de la pluie en fonction du temps

En fonction du temps ou de la qualité de pluie déjà tombée, une hauteur de pluie dP se répartit entre :

- Interception
 - une évaporation directe (souvent négligeable)
 - une accumulation dans les dépressions (puis évaporation ou infiltration)
 - une interception par les végétaux (puis évaporation)
- Infiltration
 - une humidification du sol (puis évaporation ou égouttage)
 - un écoulement souterrain vers les nappes
- Ruissellement
 - un ruissellement pur
 - un ruissellement retard

Dans les différents phénomènes de l'interception, seule l'évaporation persiste dans le temps mais elle peut généralement être considérée comme négligeable. L'accumulation dans les dépressions et le stockage dans la végétation ne peuvent que tendre vers une limite finie.

Le passage de la quantité de pluie tombée à la quantité d'eau qui ruisselle se fait par l'intermédiaire d'une fonction de production.

La fonction de production du S.C.S.(Soil Conservation Service) est basée sur quelques hypothèses simplificatrices facilement acceptables.

Hypothèse 1 : Soit J la capacité d'infiltration ; on admet qu'elle tend vers 0 lorsque le temps augmente ainsi il existe une lame d'eau maximale infiltrable $S = \int_0^{\infty} J(t) dt$. Ceci est compatible

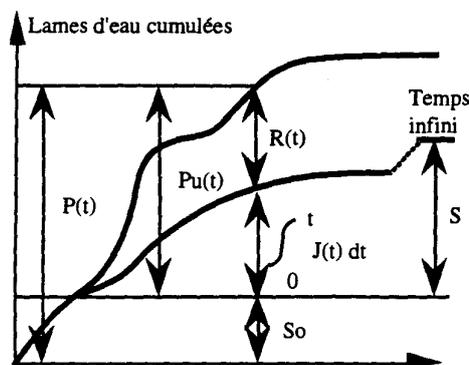
avec la loi de Horton :

$$J_t = J_1 + (J_0 - J_1) e^{-\alpha t} \quad \text{si } J_1 = 0 \Rightarrow S = \int_0^{\infty} J_0 e^{-\alpha t} dt = \frac{J_0}{\alpha} .$$

Hypothèse 2 : On admet que le ruissellement ne peut apparaître qu'après qu'il soit tombé une certaine quantité S_0 de pluie interceptée par les végétaux ou servant à remplir les dépressions de la surface du sol. On appellera par la suite "pluie utile", la quantité $P_u(t) = P(t) - S_0$. $P(t)$ est la quantité totale de pluie tombée entre les intervalles de temps 0 et t .

Hypothèse 3 : Enfin, l'hypothèse principale est que le rapport du ruissellement $R(t)$ à la pluie utile $P_u(t)$ est égal au rapport de ce qui s'est déjà infiltré $\int_0^t J(t) dt$ à ce qui peut s'infiltrer au maximum S .

Ces trois hypothèses se résument sur le schéma suivant et la mise en équation est donc :



$$\left. \begin{array}{l} \text{Hypothèse 2 : } Pu(t) = R(t) + \int_0^t J(t)dt \\ \\ \text{Hypothèse 3 : } \frac{1}{S} \int_0^t J(t)dt = \frac{R(t)}{Pu(t)} \end{array} \right\} R(t) = \frac{Pu(t)^2}{S + Pu(t)} \text{ si } Pu(t) > 0$$

Deux caractéristiques sont donc nécessaires : la capacité S totale d'infiltration et l'interception So. Les études montrent que So est assez étroitement lié à S par la relation $So \approx 0,2 S$, ce qui donne pour fonction de production du S.C.S. :

$$R(t) = \frac{(P(t) - 0,2S)^2}{P(t) + 0,8S} \text{ si } P(t) > 0,2S \text{ sinon } R(t)=0$$

Avec P (t) : hauteur de pluies tombée entre les instants 0 et t [mm]
R (t) : hauteur de pluie ruisselée entre instants 0 et t (pluie nette) [mm]
S : capacité maximale d'infiltration

Cette formule est assez bien représentative de ce qui se passe dans la nature. Un seul paramètre S sert au calage du modèle.

S est donc fonction de la nature du sol ("géologie"), de son couvert végétal, et de son état d'humectation initial.

S peut être déterminé par l'intermédiaire du Curve Number (CN) lui-même déterminé à partir de tables. Les deux paramètres sont liés par la relation suivante :

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Les tables donnant CN en fonction de la nature du sol ("géologie"), de son couvert végétal, et de son état d'humectation initial sont présentées ci-après.

SCS TR-55 Table 2-2a – Runoff curve numbers for urban areas¹

Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type and hydrologic condition	Average percent impervious area ²	A	B	C	D
<i>Fully developed urban areas</i>					
Open space (lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.) ³ :					
Poor condition (grass cover < 50%)		68	79	86	89
Fair condition (grass cover 50% to 75%)		49	69	79	84
Good condition (grass cover > 75%)		39	61	74	80
Impervious areas:					
Paved parking lots, roofs, driveways, etc. (excluding right-of-way)					
		98	98	98	98
Streets and roads:					
Paved; curbs and storm sewers (excluding right-of-way)					
		98	98	98	98
Paved; open ditches (including right-of-way)					
		83	89	92	93
Gravel (including right-of-way)					
		76	85	89	91
Dirt (including right-of-way)					
		72	82	87	89
Western desert urban areas:					
Natural desert landscaping (pervious areas only) ⁴					
		63	77	85	88
Artificial desert landscaping (impervious weed barrier, desert shrub with 1- to 2-inch sand or gravel mulch and basin borders)					
		96	96	96	96
Urban districts:					
Commercial and business	85	89	92	94	95
Industrial	72	81	88	91	93
Residential districts by average lot size					
1/8 acre or less (town houses)	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
2 acre	12	46	65	77	82
<i>Developing urban areas</i>					
Newly graded areas (pervious areas only, no vegetation) ⁵					
		77	86	91	94
Idle lands (CN's are determined using cover types similar to those in table 2-2c)					

¹ Average runoff condition, and $I_a = 0.2S$.

² The average percent impervious area shown was used to develop the composite CN's. Other assumptions are as follows: impervious areas are directly connected to the drainage system, impervious areas have a CN of 98, and pervious areas are considered equivalent to open space in good hydrologic condition. CN's for other combinations of conditions may be computed using figure 2-3 or 2-4.

³ CN's shown are equivalent to those of pasture. Composite CN's may be computed for other combinations of open space cover type.

⁴ Composite CN's for natural desert landscaping should be computed using figures 2-3 or 2-4 based on the impervious area percentage (CN = 98) and the pervious area CN. The pervious area CN's are assumed equivalent to desert shrub in poor hydrologic condition.

⁵ Composite CN's to use for the design of temporary measures during grading and construction should be computed using figure 2-3 or 2-4, based on the degree of development (imperviousness area percentage) and the CN's for the newly graded pervious areas.

SCS TR-55 Table 2-2b – Runoff curve numbers for cultivated agricultural lands¹

Cover description			Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Treatment ²	Hydrologic condition ³	A	B	C	D
Fallow	Bare soil	–	77	86	91	94
	Crop residue cover (CR)	Poor	76	85	90	93
		Good	74	83	88	90
Row crops	Straight row (SR)	Poor	72	81	88	91
		Good	67	78	85	89
	SR + CR	Poor	71	80	87	90
		Good	64	75	82	85
	Contoured (C)	Poor	70	79	84	88
		Good	65	75	82	86
	C + CR	Poor	69	78	83	87
		Good	64	74	81	85
	Contoured & terraced (C & T)	Poor	66	74	80	82
		Good	62	71	78	81
	C & T + CR	Poor	65	73	79	81
		Good	61	70	77	80
Small grain	SR	Poor	65	76	84	88
		Good	63	75	83	87
	SR + CR	Poor	64	75	83	86
		Good	60	72	80	84
	C	Poor	63	74	82	85
		Good	61	73	81	84
	C + CR	Poor	62	73	81	84
		Good	60	72	80	83
	C & T	Poor	61	72	79	82
		Good	59	70	78	81
	C & T + CR	Poor	60	71	78	81
		Good	58	69	77	80
Close-seeded or broadcast legumes or rotation meadow	SR	Poor	66	77	85	89
		Good	58	72	81	85
	C	Poor	64	75	83	85
		Good	55	69	78	83
	C & T	Poor	63	73	80	83
		Good	51	67	76	80

¹ Average runoff condition, and Ia = 0.2S.

² Crop residue cover applies only if residue is on at least 5% of the surface throughout the year.

³ Hydrologic condition is based on combination of factors that affect infiltration and runoff, including (a) density and canopy of vegetative areas, (b) amount of year-round cover, (c) amount of grass or close-seeded legumes in rotations, (d) percent of residue cover on the land surface (good ≥ 20%), and (e) degree of surface roughness.

Good: Factors impair infiltration and tend to increase runoff.

Poor: Factors encourage average and better than average infiltration and tend to decrease runoff.

SCS TR-55 Table 2-2c – Runoff curve numbers for other agricultural lands¹

Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type and hydrologic condition	Hydrologic condition	A	B	C	D
Pasture, grassland, or range – continuous forage for grazing. ²	Poor	68	79	86	89
	Fair	49	69	79	84
	Good	39	61	74	80
Meadow – continuous grass, protected from grazing and generally mowed for hay.	–	30	58	71	78
Brush – brush-weed mixture with brush the major element. ³	Poor	48	67	77	83
	Fair	35	56	70	77
	Good	30 ⁴	48	65	73
Woods – grass combination (orchard or tree farm). ⁵	Poor	57	73	82	86
	Fair	43	65	76	82
	Good	32	58	72	79
Woods. ⁶	Poor	45	66	77	83
	Fair	36	60	73	79
	Good	30 ⁴	55	70	77
Farmsteads – buildings, lanes, driveways, and surrounding lots.	–	59	74	82	86

¹ Average runoff condition, and $I_a = 0.2S$.

² *Poor*: <50% ground cover or heavily grazed with no mulch.
Fair: 50 to 75% ground cover and not heavily grazed.
Good: >75% ground cover and lightly or only occasionally grazed.

³ *Poor*: <50% ground cover.
Fair: 50 to 75% ground cover.
Good: >75% ground cover.

⁴ Actual curve number is less than 30; use CN=30 for runoff computations.

⁵ CN's shown were computed for areas with 50% woods and 50% grass (pasture) cover. Other combinations of conditions may be computed from the CN's for woods and pasture.

⁶ *Poor*: Forest litter, small trees, and brush are destroyed by heavy grazing or regular burning.
Fair: Woods are grazed but not burned, and some forest litter covers the soil.
Good: Woods are protected from grazing, and litter and brush adequately cover the soil.

A : low runoff potential
 B : moderate infiltration rate
 C : slow infiltration rate
 D : high runoff potential

4.1.1.3. Fonction de transfert

Nous venons de voir comment passer de la quantité de pluie $P(t)$ tombée à l'instant t à la quantité $R(t)$ qui ruisselle. Il nous reste à savoir maintenant à quel moment ce ruissellement arrivera à l'exutoire pour donner $Q(t)$, l'hydrogramme de crue.

4.1.1.3.1. Définition et propriétés des pluies unitaires

Prenons le cas d'un petit bassin de surface A soumis à des averses d'intensité uniformément répartie dans l'espace et suffisante pour générer du ruissellement : $I(t) \gg J(t)$.

On constate que lorsque la durée t_u des averses diminuent, le temps de base t_b de la crue diminue puis tend vers une limite t_c , appelé temps de concentration. Il correspond à la durée mise par la particule la plus éloignée de l'exutoire pour atteindre ce dernier.

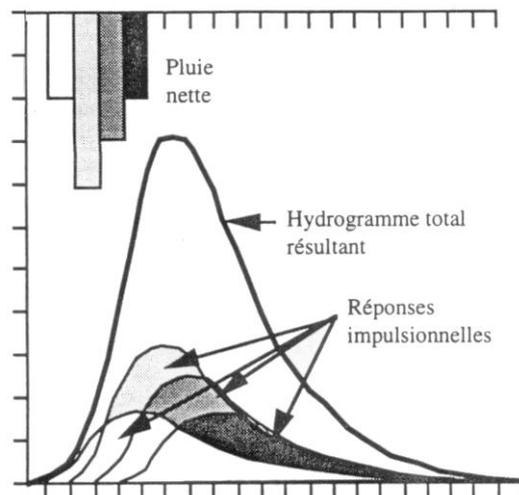
On constate que dès que $t_u = t_c / 10$ alors $t_b = t_c$

On appelle averse unitaire une averse de durée $t_u = t_c / 10$.

4.1.1.3.2. Propriétés de l'hydrogramme engendré par une averse unitaire

L'étude des hydrogrammes de crue $Q(t)$ en fonction des hyétogrammes des pluies unitaires qui les ont générés a mis en évidence ce qui suit :

- Si une averse unitaire d'intensité I engendre un hydrogramme de crue $Q(t)$, alors une averse unitaire d'intensité $K.I$ engendre un hydrogramme $K.Q(t)$. C'est la propriété d'affinité des hydrogrammes de crue issus de pluies unitaires.
- Si une averse unitaire d'intensité I_1 est suivie d'une averse unitaire d'intensité I_2 alors l'hydrogramme résultant est égal à $Q_1(t)+Q_2(t)$. C'est la propriété d'additivité.



4.1.1.3.3. Définition et propriétés de l'hydrogramme unitaire

Soit $Q(t)$ débit de la crue engendrée par l'averse unitaire et $R(t)$ la lame d'eau qui ruisselle.

On a alors $\int_0^{t_c} Q(t)dt = R(t_u) \times A$.

On définit alors l'hydrogramme unitaire $q(t) = \frac{Q(t)}{R(t_u) \times A}$ qui a comme propriété $\int_0^{t_c} q(t)dt = 1$.

Il possède de plus les mêmes propriétés d'additivité et d'affinité que l'hydrogramme de crue.

Cet hydrogramme unitaire nous permet alors de calculer l'hydrogramme résultant par l'intégrale

de convolution suivante : $Q(t) = A \times \int_0^{t_c} q(i) \times \frac{dR}{dt}(t-i) \times di$

Du fait du manque de données disponibles sur les débits à l'exutoire de bassin versant englobant la zone du projet, l'hydrogramme unitaire sera construit suivant la méthode du SCS. Il s'agit d'un hydrogramme triangulaire dont le temps de montée est égal au 3/8 du temps de concentration t_c du bassin versant. La valeur maximale atteinte est $2/t_c$.

4.1.2. Pluie de projet

La protection absolue contre les ruissellements et les inondations n'existant pas, il faut toujours définir le type d'événement pluvieux contre lequel on souhaite se protéger. Ce degré de protection est habituellement précisé par le choix d'une période de retour de la pluie servant à dimensionner un ouvrage. On parle alors de pluie décennale, cinquantennale ou centennale.

La période de retour définit la fréquence statistique à laquelle un événement pluvieux particulier peut survenir. Il faut cependant savoir qu'une averse de fréquence cinquantennale qui se produit donc statistiquement une fois tous les 50ans a une probabilité de se produire plusieurs fois au cours de cette période.

Comme expliqué plus haut, le SIAH impose une protection cinquantennale contre les inondations. La pluie de projet cinquantennale à appliquer sur la zone d'étude a été définie dans l'Etude de remise à jour des performances de suppression des inondations à attendre de l'achèvement du programme d'investissement du SIAH (SOGREAH 1986). Elle a une durée de 6 heures et une hauteur totale de 60mm.

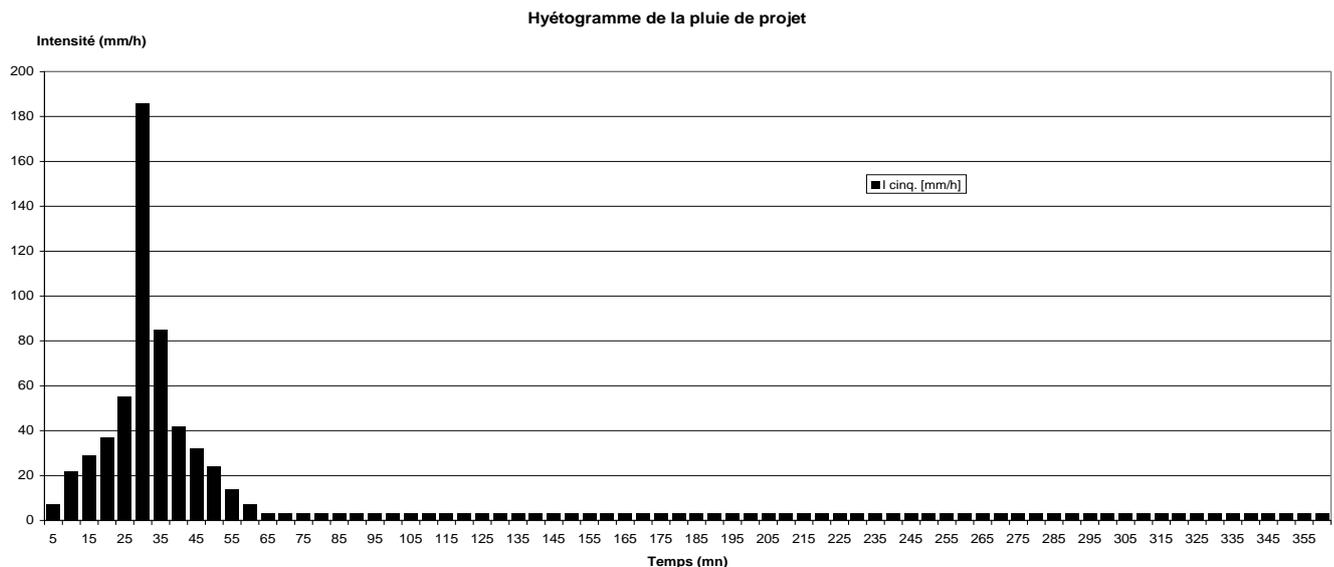


Figure 40 : Hyétoqramme de la pluie cinquantennale

4.1.3. Le bassin versant

Le bassin versant à prendre en compte est celui dont toutes les eaux ruisselleront au travers de la zone d'aménagement projetée. Il est limité à la zone d'aménagement, c'est-à-dire délimité par :

- D9 au nord,
- Chemin rural prolongeant la rue de la Grange au sud,
- Route de Louvres à Puiseux à l'Ouest et enfin
- Chemin rural du bois de Puiseux à l'Est

En effet, selon les lignes de partage des eaux (représentées en violet), les eaux provenant des champs situés à l'ouest s'écoulent vers le sud-ouest, en direction de Fontenay en Paris.

Le bassin versant à considérer pour estimer les ruissellements sur la parcelle à aménager est représenté en orange sur la figure ci-après.

Un autre bassin versant doit être pris en compte pour estimer les arrivées d'eaux dans le fossé situé en contre-bas. Ce BV est représenté en vert sur la figure ci-dessous.



Figure 41 : Cartographie du bassin versant

Pour ce qui est des apports actuels et à venir en eau de ruissellement sur la parcelle faisant l'objet du présent dossier, nous considérerons 2 zones d'écoulement distinctes dénommées : zone nord et zone Trapil dans le reste de cette étude hydraulique et représentées géographiquement sur la figure ci-après :

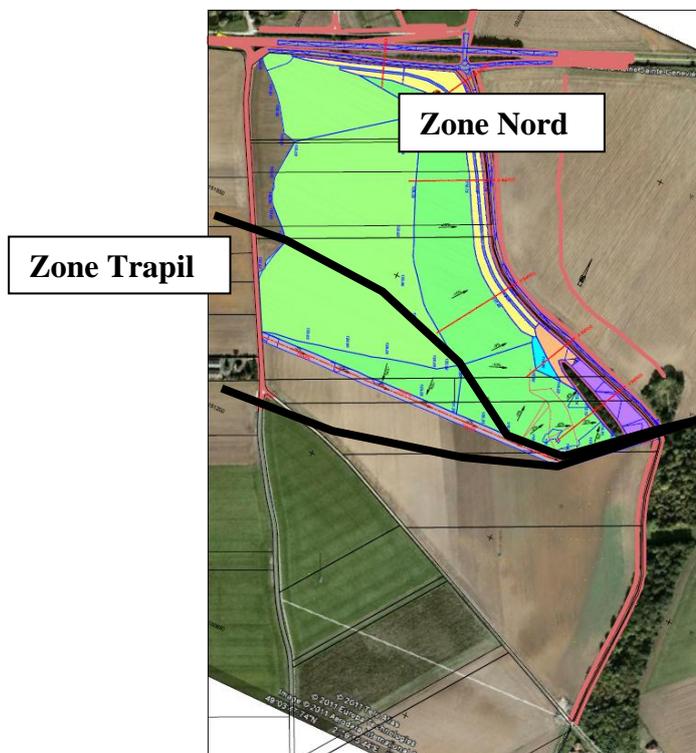


Figure 42 : Indentification des BV internes

Les caractéristiques des surfaces significatives par rapport au ruissellement avant et après la modification de la topographie sur les 2 sous bassins considérés vous est présenté ci-après :

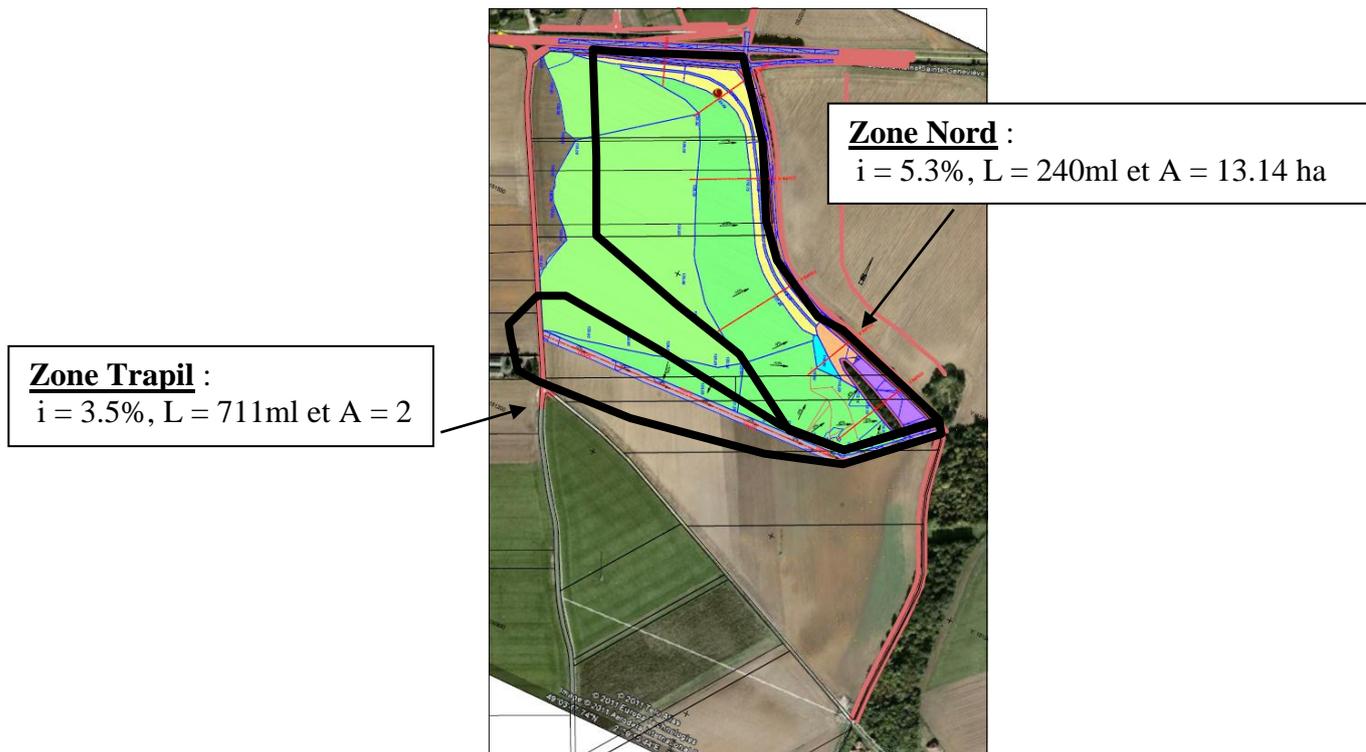


Figure 43 : Indentification des surfaces générant du ruissellement actuel

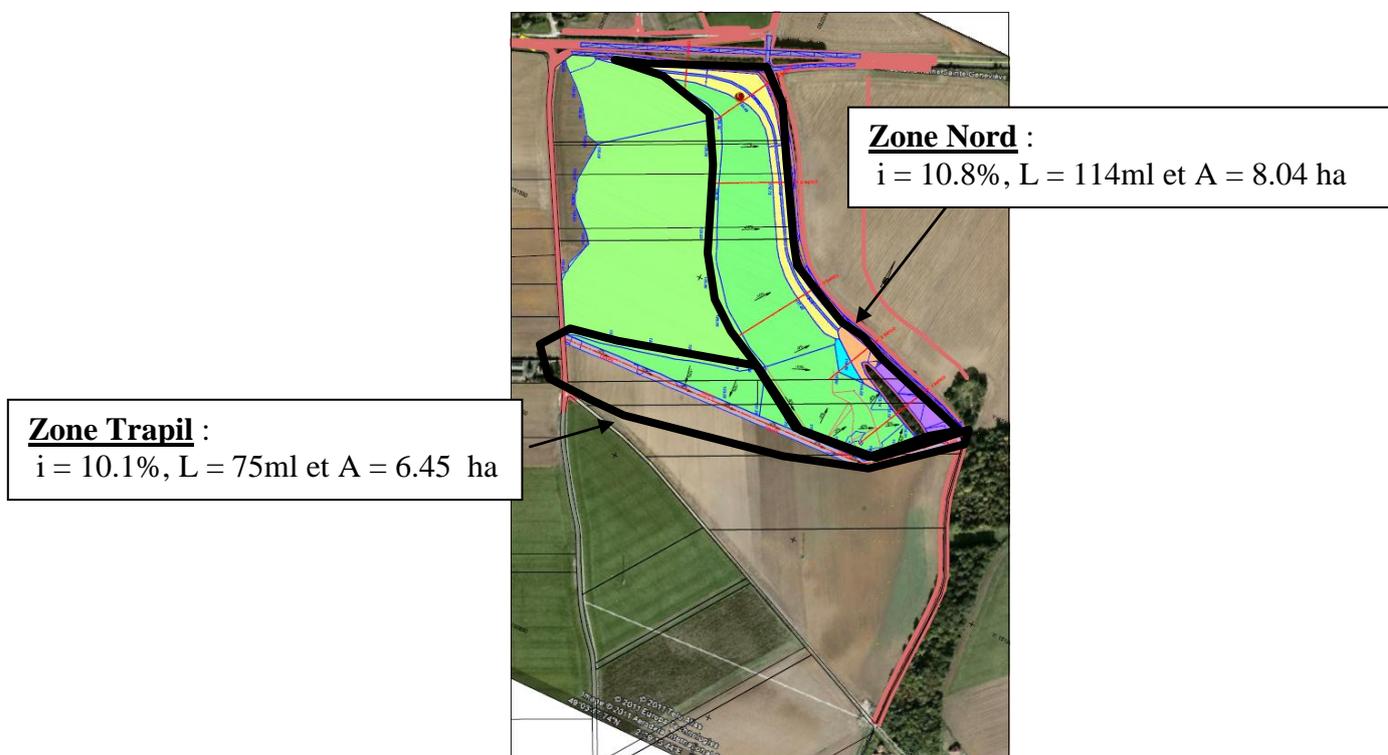


Figure 44 : Indentification des surfaces générant du ruissellement après modification de la topographie

NB : On peut également noter qu'à l'état final la zone nord peut elle-même être considérée comme deux bassins versant distincts :

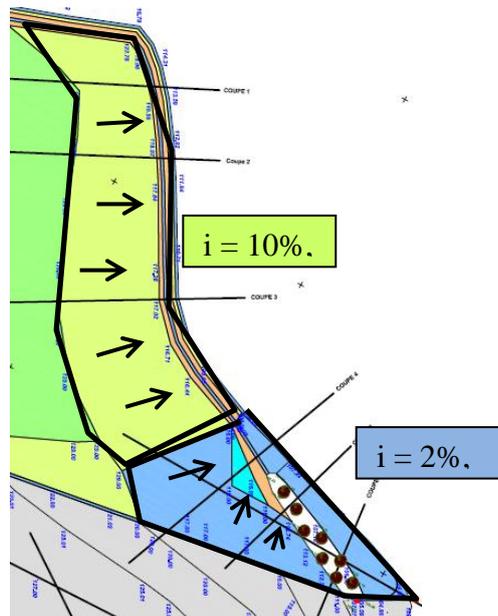


Figure 45 : Décomposition des versants de la zone nord

Une pente de seulement 2% sera réalisée en amont du bois protégé présent sur la parcelle. Afin de ne pas créer de zone d'écoulement privilégié et de ne pas risquer l'érosion du sol, cette pente moyenne de 2%, suivie d'un talus planté, se poursuivra plus loin en direction du nord afin de rejoindre les talus plantés prévus en contrebas de la zone présentée en vert. Une continuité hydraulique et paysagère sera alors assurée par cette topographie.

4.1.4. Détermination du Curve Number du bassin versant

Le CN global du bassin versant est la moyenne pondérée des CN des différentes parcelles le composant. Le coefficient de pondération est la surface des parcelles et chaque parcelle doit être homogène quant à la nature de son sol, son couvert végétal et son état d'humectation initial.

D'après les données géologiques présentées dans le dossier parent à cette note de calcul, on peut considérer que l'ensemble du bassin versant étudié est homogène au niveau de la nature de son sol. Il s'agit du complexe des limons de plateau qui sont faiblement perméables.

On peut également considéré que l'état d'humectation initial du bassin est homogène sur toute sa surface. Deux hypothèses différentes seront faites sur son état.

Le couvert végétal du bassin est soumis aux saisons, deux hypothèses différentes seront faites.

D'après les tables de CN présentées plus haut, on détermine finement une valeur de CN parmi les 264 valeurs proposées pour chaque type de couvert végétal.

Avec un sol limoneux sur 6 m de profondeur, on considère que l'on se situe dans le cas d'un sol à faible potentiel d'infiltration (C).

Selon le mode d'exploitation de la zone, avant, pendant et après exploitation en CET, le CN global du bassin versant est estimé égale à :

- 76 pour un sol préalablement sec et un couvert végétal de type cultures de blé en rang suivant les courbes de niveau ; ce qui correspond aux conditions favorables du sol,
- 91 pour un sol retourné en non végétalisé en vue d'un réaménagement de site ; de qui correspond aux conditions défavorables du sol.

4.1.5. Détermination du temps de concentration du bassin versant

Le pente moyenne de la zone à aménager n'étant pas modifiée, le temps de concentration des eaux sur le bassin versant ne sera pas impacté.

NB : Le temps de concentration du bassin peut être déterminé grâce à la formule de PASSINI :

$$t_c = \alpha \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt[2]{i}}$$

Avec t_c le temps de concentration du bassin [h]
A la surface du bassin [km²]
L la longueur du plus long thalweg [km]
I la pente moyenne du bassin [m/m]
 α un paramètre de forme pris ici égal à 0,1

On détermine ainsi un temps de concentration égal à 9 minutes.

4.1.6. Calcul de l'hydrogramme de crue

L'intégration de la pluie cinquantennale à l'aide des fonctions de production et de transfert précisées ci-dessus nous permet d'obtenir les résultats suivants :

4.1.6.1. Estimation du ruissellement en phase d'exploitation : CN = 91 pour les zones exploitées et CN = 76 pour les zones à usage agricole conservé.

En phase d'exploitation du centre de stockage, le profil du terrain naturel sera situé entre la situation existante et la situation à venir aussi. Il a donc sur chaque secteur une association de bassins versants en série (cultivés ou exploités en centre de stockage) dont les ruissellements seront cumulés.

Ainsi par exemple, pour l'estimation du ruissellement attendu en phase d'exploitation n°1 de l'ISDI nous nous sommes basés sur l'association en série de deux bassins versants sur la partie nord uniquement (aucun aménagements n'étant prévus dans la zone Trapil et la zone sud dans cette phase) :

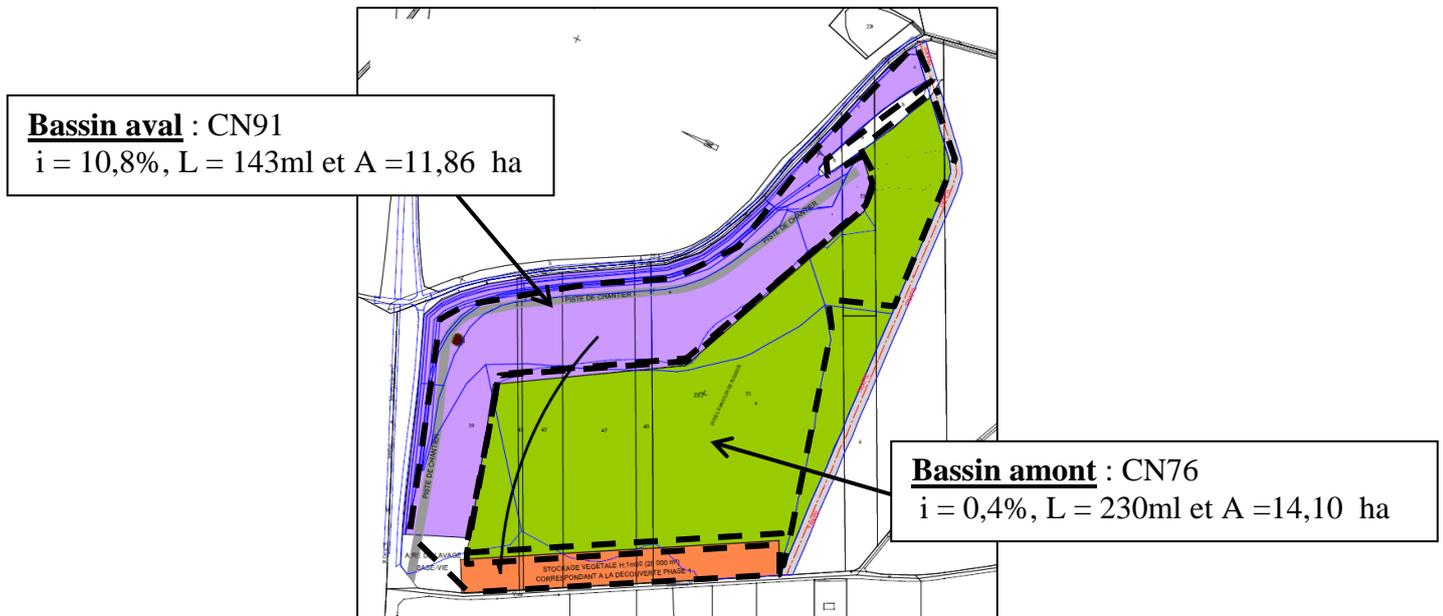


Figure 46 : Décomposition phase 1 en sous bassins versants

Le ruissellement des deux bassins cités précédemment se trouvant impacté, le volume de stockage nécessaire pour assurer la gestion des eaux dans cette zone sera de $4\,030 \text{ m}^3$ ($1\,095 \text{ m}^3 + 2\,935 \text{ m}^3$). Un réseau de fossé devra également être créé afin de canaliser ces eaux de ruissellement vers la zone de rétention provisoire.

De même pour les autres phases, le volume de rétention nécessaire a été estimé par zone de ruissellement et par addition de sous bassins versants. Vous trouverez ci-après un tableau résumant les volumes à stocker par phases :

Volumes rétention (m ³)	Rétention max nécessaire	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
Zone nord	3 547	X	X	-	-	-
Zone trapil	2 294	-	X	X	X	-
TOTAL stockage nécessaire		3 547	3 745	2 124	2 324	-

Tableau 6 : Résumé des volumes de rétention utiles à mettre en œuvre au cours de l'exploitation du site

NB : Une mutualisation de volumes de stockage des zones nord et Trapil est envisageable à condition de créer des fossés pour canaliser les eaux vers ces bassins et que le volume de stockage nécessaire pour chaque phase soit respecté.

Pour assurer une régulation des eaux à hauteur de 0.7l/s/ha pour chaque phase d'exploitation il faudra mettre en œuvre en bassin de régulation des eaux de ruissellement avec des volumes totaux variant de **2 120 à 3 750 m³ utiles**.¹

NB : Les bassins devront être équipés d'une régulation de débit et d'une hauteur de décantation de 30cm minimum (non comprise dans le volume utile de l'ouvrage).

4.1.6.2. Evolution du ruissellement après aménagement : CN = 76

ZONE NORD :

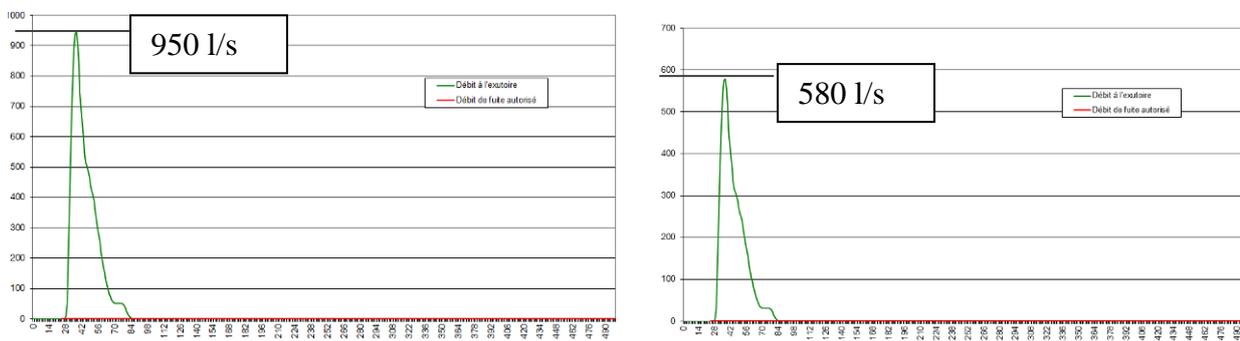


Figure 47 : CN = 76 – Zone Nord – Débits de ruissellement avant et après aménagement (l/s)

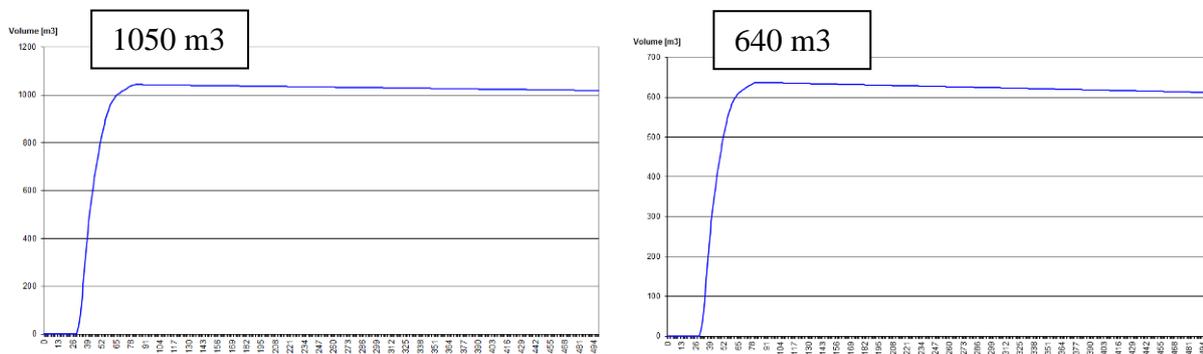


Figure 48 : CN = 76 – Zone Nord – Volume ruisselé avant et après aménagement (m3)

¹ L'épisode pluvieux durant approximativement 1h, on considère que l'on évacuera environ 19m3 d'eaux.

Conclusion : Après modification de la topographie, il y aura diminution du potentiel de ruissellement en partie nord (en présence de couvert végétal) d'environ 400m³.

ZONE TRAPIL :

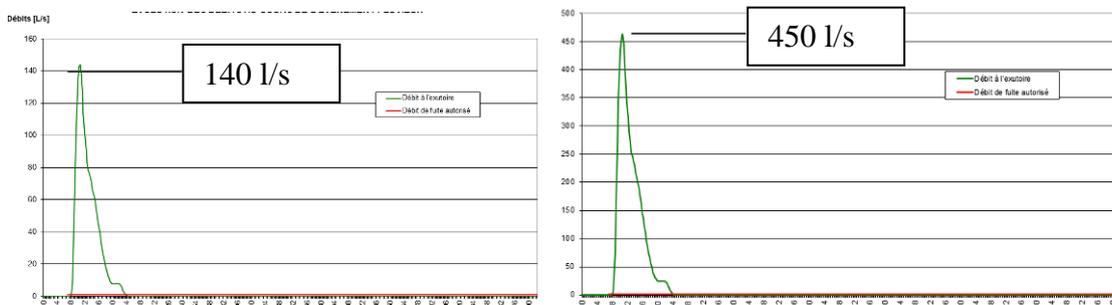


Figure 49 : CN = 76 – Zone Trapil – Débits de ruissellement avant et après aménagement (l/s)

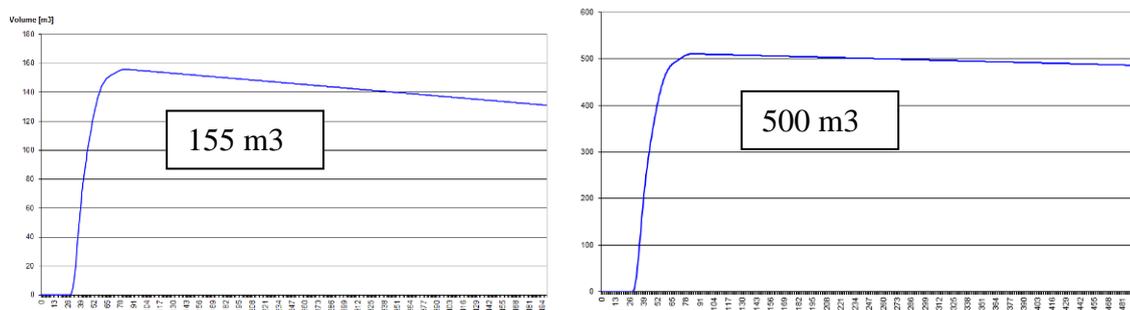


Figure 50 : CN = 76 – Zone Trapil – Volume ruisselé avant et après aménagement (m³)

Conclusion : Après modification de la topographie, il y aura risque de concentrer les eaux de ruissellement le long du linéaire du réseau Trapil (en présence de couvert végétal). On estime ainsi que le volume déversé au niveau du point bas de ce réseau sera augmenté de 480m³ ou de 430l/s. Une zone de dissipation de l'énergie et d'homogénéisation des rejets d'eaux pluviales sera donc nécessaire au niveau de ce point bas.

4.1.6.3. Conclusions sur le ruissellement

PHASE D'EXPLOITATION :

En phase d'exploitation, en raison d'un retournement des terres et d'une végétation quasi-inexistante sur les parties en cours d'exploitation, le ruissellement devra être régulé et décanté par bassin versant afin de ne pas surcharger et engorger le fossé situé en contrebas de la zone.

Des rétentions variables pour chaque phase avec un volume utile variant entre 2 120 et 3 750 m³ utiles devront être aménagées, avec une décantation de 30cm minimum (non comprise dans ce volume) et une régulation des rejets à 0.7l/s/ha.

PHASE FINAL :

- **Zone nord** : par la création d'une plate-forme de pente très faible qui sera favorable à l'infiltration, la surface participant au ruissellement dans ce secteur sera réduite. Après utilisation du modèle du CEMAGREF il apparait que sur cette zone nord les ruissellements seront réduits par rapport à la situation actuelle sans création de chemin préférentiel d'écoulement.
- **Zone Trapil** : la conservation d'une cote TN identique à l'existant le long du réseau TRAPIL implique la création de talus de part et d'autres de cet axe. Ce tracé deviendra alors un axe privilégié d'écoulement qui récupèrera une surface de près de 6.5ha.
Il conviendra donc :
 - o de dissiper l'énergie des écoulements avant leur arrivée au fossé existant, pour ne pas risquer d'y créer des zones d'érosion,
 - o de réguler les débits arrivant le long du linéaire de fossé et de privilégier l'infiltration d'une partie des eaux de ruissellements en contrebas de cet axe.

Vous trouverez ci-dessous un tableau récapitulatif des valeurs calculées précédemment :

CN = 76	Aménagement	Partie Nord	Partie Trapil	BILAN
Débit de pointe (l/s)	Avant	950	140	1090
	Après	580	450	1030
	Delta	- 39%	+ 220%	-5%
Volume pluie (m3)	Avant	1050	155	1205
	Après	640	500	1140
	Delta	- 39%	+ 222%	-5%

Figure 51 : Récapitulatif des valeurs de ruissellement – Présence de couvert végétal

5. LES MESURES COMPENSATOIRES

Afin de compenser la légère augmentation

Nous rappelons à ce stade que deux phases distinctes doivent être considérées :

- La phase d'exploitation de la parcelle,
- La phase finale de remise en culture des terrains.

5.1. *Rétention des eaux de ruissellement – Phase d'exploitation*

Des bassins de rétention des eaux de ruissellement seront aménagés durant les phases d'exploitation du CET afin de réguler à 0.7l/s/ha les eaux de ruissellement qui se dirigeront alors vers le fossé existant à l'est du site.

Une décantation sera aménagée au fond de chacun de ses bassins afin de piéger les sédiments apportés par les ruissellements et éviter que ceux-ci n'aillent se déposer dans le fossé situé en aval.

Pour assurer une régulation des eaux à hauteur de 0.7l/s/ha pour chaque phase d'exploitation il faudra mettre en œuvre des bassins de rétention variables pour chaque phase avec un volume utile variant entre 2 120 et 3 750 m³.

NB : Ces bassins devront être équipés d'une régulation de débit et d'une hauteur de décantation de 30cm minimum (non comprise dans le volume utile de l'ouvrage).

5.2. *Végétalisation des zones sensibles en phase finale*

Afin de s'affranchir du risque lié à la création d'un axe privilégié d'écoulement (le long du Trapil), la création d'une zone végétalisée permettra de :

- dissiper l'énergie des écoulements avant leur arrivée au fossé existant, pour ne pas risquer d'y créer des zones d'érosion,
- écrêter les débits arrivant le long du linéaire de fossé et de privilégier l'infiltration d'une partie des eaux de ruissellement en contrebas de cet axe.

Cette zone sera localisée en contrebas de cet axe, comme représenté sur le dessin ci-après :

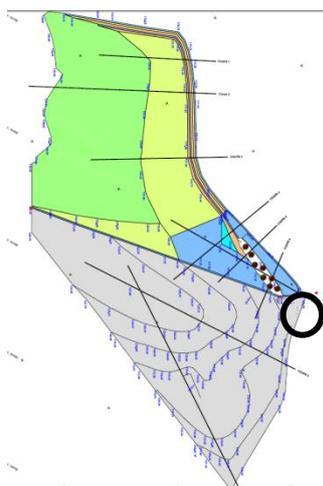


Figure 52 : Localisation d'une zone de dissipation

De la même manière les écoulements seront freinés et une l'infiltration des eaux sera renforcée au niveau des talus par des plantations :



Figure 53 : Plantation des talus les plus abruptes

Les trois strates herbacées, arbustives et arborées seront reconstituées et permettront de :

- **Diminuer la production d'eaux de ruissellement**, en mettant en œuvre toutes les techniques qui permettent de réduire les surfaces imperméabilisées, de conférer à celles-ci une capacité d'infiltration, ou d'y intégrer des zones d'infiltration.
- **Ralentir les écoulements résiduels** par l'allongement du cheminement de l'eau, notamment sur les pentes, l'intercalation d'ouvrages retardateurs sur son trajet, l'utilisation de "chemins d'eau" offrant une certaine rugosité et permettant l'infiltration d'un volume supplémentaire d'eau de ruissellement.
- **Réduire la charge polluante des écoulements** : le ralentissement des écoulements évite que l'eau ne se charge en matières polluantes sur son parcours, mais permet aussi une décantation des particules en suspension et une absorption des polluants par la végétation.



Figure 54 : Aménagement paysager du fossé



Figure 55 : Représentation des aménagements à réaliser au droit du fossé existant

Dans ces techniques alternatives, la végétation occupe une place fondamentale. Ses rôles sont multiples :

- **Stabilisation des ouvrages** (digues, profils et redents des fossés, berges des bassins).
- **Épuration des eaux** (décantation, adsorption foliaire, absorption des ions et des métaux lourds, dégradations des chaînes hydrocarbonées, sécrétion bactéricide).
- **Protection contre l'érosion** des surfaces où circulent les eaux de ruissellement.
- **Captation des précipitations**, avec restitution différée de l'eau de pluie lors de l'égouttement des feuilles ; amélioration de l'évaporation directe.
- **Amélioration de l'infiltration et épuration** : les racines des arbres fissurent et décompactent le sol, participent à la fissuration du substrat, et elles participent à l'épuration de l'eau.
- **Evapotranspiration** : rejet dans l'atmosphère de l'eau absorbée par les racines et transpirée par les feuilles. Les conifères et autres plantes à feuillage persistant ont une évapotranspiration faible, mais tout au long de l'année, alors que les essences à feuilles caduques n'ont qu'une action saisonnière.
- **Développement d'une couche de terre riche en humus** favorable à la filtration de l'eau et à la vie du sol, notamment les lombrics, responsables de l'entretien de la porosité naturelle.
- **Intégration des ouvrages**, amélioration du cadre de vie et développement de la biodiversité.

6. CONCLUSIONS

Deux situations doivent être considérées dans l'étude de l'impact hydrologique et hydraulique de ce projet :

- La phase d'exploitation du site (qui devrait durer quelques années),
- La phase de remise en culture des terrains.

De façon générale, l'augmentation des pentes au niveau des talus de la parcelle considérée sera compensée par une végétalisation des zones les plus sensibles.

En phase d'exploitation, la circulation des engins et les nombreux retournements de terrain rendront le terrain très peu perméable et très sensible aux ruissellements. Au cours de chacune de ces phases, des bassins (équipé de rétention et de régulation de débit à 0.7l/s/ha) de volumes variables dans le temps (2 120 et 3 750 m³) permettront la régulation de ces eaux, évacuées vers le fossé.

En phase finale, après modification de la topographie et la remise en culture des terrains, les augmentations locales de pointe de ruissellement, comme au niveau de l'axe du Trapil, seront compensées par la traversée de zones boisées avant rejet dans le fossé.

Au niveau du Trapil, la création d'une zone de dissipation en contre-bas et la présence de nombreuses plantations permettront de contrebalancer les phénomènes de concentration des eaux et d'assurer un écoulement des eaux pérenne sur ce secteur.

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

Schéma directeur du milieu naturel des rivières Croult, Petit Rosne et de leurs affluents / septembre 2002 / Auteurs : Prolog, Grandeur Nature, Centre d'ingénierie aquatique

Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagements – FASCICULE I/ Auteur : Missions Inter-Services de l'Eau Pays de la Loire

Dossiers d'autorisation et de déclaration au titre de la loi sur l'eau – Préconisations techniques – FASCICULE II/ Auteur : Missions Inter-Services de l'Eau Pays de la Loire

Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement B. CHOCAT et EURYDICE92 - Ed. Tec et Doc ; Lavoisier - Paris - 1997

Données BRGM