

NOTRE-DAME-DE-BONDEVILLE



EXPERTISE HYDRAULIQUE

Etude relative aux ruissellements Route d'Houpeville



Opé : 3560/1 -/2

19 septembre 2005

NOTRE-DAME-DE-BONDEVILLE

ETUDE RELATIVE AUX RUISSELLEMENTS ROUTE D'HOUPEVILLE

EXPERTISE HYDRAULIQUE

Etabli par :



11, avenue de l'Industrie - SAINTE-MARIE-DES-CHAMPS - 76190 YVETOT
Tél. 02.35.95.48.47 – Fax 02.35.95.48.61

Date du dernier enregistrement	Désignation du document	N° document	Révision	Nb pages total
19/09/2005 15:07	Rapport	3560/1 -/2	2	17

Auteur(s)	Nazila JAVANSHIR-Ingénieur hydraulicien / Guillaume DUJARDIN-Technicien en hydraulique
Archivage	G:\Oper3500\3560\1\Documents\Rapport-3560-1.doc

Auto-contrôlé le : 22/09/2005		Vérifié et présenté le :		Approuvé le : 22/09/05	
Par	Visa	Par	Visa	Par	Visa
NJ		GuD		JCS	

Indice	Date	Nature des modifications	Pages concernées
A	19/09/2005	-	-



ingetec
Infrastructure - Environnement

Synthèse

*Dans le cadre de l'élaboration du Plan Local d'Urbanisme, la commune de NOTRE-DAME-DE-BONDEVILLE a souhaité que le bureau d'étude **ingetec** réalise une étude hydraulique concernant l'identification des zones inondables et des ruissellements au niveau du projet d'un centre pour personnes handicapées autistes « Autisme 76 ».*

Le présent dossier comprend donc dans une première partie un diagnostic de terrain sur l'ensemble du bassin versant en amont du projet « Autisme 76 » puis dans une seconde partie les résultats des calculs (débits, volumes et niveaux d'eau atteints pour des pluies de projet d'occurrence centennial). Enfin, dans une troisième et dernière partie, une conclusion concernant l'inondabilité de la parcelle destinée à être aménagée et une proposition d'aménagements afin d'isoler les eaux pluviales du projet, des eaux provenant de l'impluvium extérieur.

Les résultats des calculs hydrologiques/hydrauliques ont démontré que la parcelle destinée à accueillir le projet « Autisme 76 » n'est pas inondable.

L'aménagement proposé pour isoler les eaux pluviales du projet, des eaux provenant de l'impluvium extérieur correspond à la mise en place d'un petit talus planté et paysagé qui réduira significativement le coût du système à mettre en place pour la gestion des eaux pluviales sur la parcelle destinée à être aménagée.



Sommaire

SYNTHESE.....	I
SOMMAIRE.....	A
1 CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	2
2 DIAGNOSTIC DE TERRAIN.....	4
2.1 Observations de terrain.....	4
2.1.1 SBV1.....	4
2.1.2 SBV2.....	5
2.2 Conclusion partielle.....	7
3 CALCULS HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES.....	10
3.1 Pluie de projet utilisée dans le cadre des calculs hydraulique.....	10
3.2 Caractérisation des surfaces ruisselantes.....	11
3.3 Débits de pointe.....	12
3.4 Volumes ruisselés.....	12
3.4.1 <i>Caractéristiques des sous bassins versants élémentaires.....</i>	<i>13</i>
3.4.2 <i>Résultats : Débits de pointes et volumes ruisselés à l'état initial.....</i>	<i>13</i>
3.5 Calcul du niveau d'eau le plus haut sur deux axes d'écoulement.....	14
3.6 Résultats de calcul.....	14
4 CONCLUSION.....	16
4.1 Constat.....	16
4.2 Postulat.....	16
4.3 Propositions d'aménagements.....	17

Liste des planches

Planche 1 (hors texte) : Carte de situation générale	2
Planche 2 (hors texte) : Fonctionnement hydraulique du bassin-versant situé en amont du projet d'autisme 76	4
Planche 3 (hors texte) : Estimation des zones inondées pour un événement centennal sur la partie basse des deux talwegs et localisation du projet d'Autisme 76	14

Liste des photos

Photo 1(vues a et b) : Assainissement de la RD321 par un fossé	5
Photo 2(vues a et b) : Assainissement de la RD321 par les saignées	5
Photo 3(vues a et b) : Assainissement de la RD321 par les avaloirs	6
Photo 4(vues a et b) : Avaloirs en amont de la parcelle concernée	6
Photo 5(vues a et b) : Les écoulements au niveau de la voie ferrée	7

Liste des tableaux

Tableau 1 : Données statistiques concernant les hauteurs de pluie exceptionnelle à la station de Rouen-Boos, période 1957-2000 (Source Météo-France)	10
Tableau 2 : Caractéristiques des sous bassins versants élémentaires	13
Tableau 3 : Etat initial : débits de pointes et volumes ruisselés pour les pluies centennales	13

Liste des graphiques

Graphique 1 : Estimation du coefficient de ruissellement en fonction de la pente et de l'occupation du sol	11
--	----



ingetec
Infrastructure - Environnement

ETUDE RELATIVE AUX RUISSELLEMENTS ROUTE D'HOUPEVILLE

Expertise hydraulique



ingetec
Infrastructure - Environnement

1

Contexte et objectifs

Dans le cadre de l'élaboration du Plan Local d'Urbanisme, la commune de NOTRE-DAME-DE-BONDEVILLE a souhaité que le bureau d'étude *ingetec* réalise une étude hydraulique concernant l'identification des zones inondables et des ruissellements au niveau du projet d'un centre pour personnes handicapées autistes « Autisme 76 ».

Ce projet se situe sur une prairie entre la route d'Houpeville et la voie SNCF au lieu dit La Coudrette. On se référera à la carte de situation générale présentée en planche 1.

Planche 1 (hors texte) : Carte de situation générale

Les objectifs de la présente étude sont donc :

- De caractériser l'état initial du site et les contraintes ;
- De quantifier les débits de pointe et les volumes ruisselés pour des pluies de projet d'occurrence centennal ;
- De déterminer la surface inondée au niveau du projet ;
- De proposer des solutions techniques permettant de limiter au minimum les apports extérieurs vers le projet ;
- D'évaluer les risques résiduels éventuels.



ingetec
Infrastructure - Environnement

ETUDE RELATIVE AUX RUISSELLEMENTS ROUTE D'HOUPEVILLE

Expertise hydraulique

2

Diagnostic de terrain

2.1 Observations de terrain

Le bassin versant situé en amont du projet « Autisme 76 » au lieu dit La Coudrette est caractérisé par une vallée au relief marqué, boisée et par la présence de la RD321 (route d'Houpeville). L'occupation du sol du bassin versant, à dominance boisée et de prairie, est très favorable à l'infiltration.

La route d'Houpeville est équipée des éléments hydrauliques suivants :

- un collecteur d'eau pluviale ;
- plusieurs avaloirs situés sur la rive gauche ;
- quelques saignées sur la rive droite.

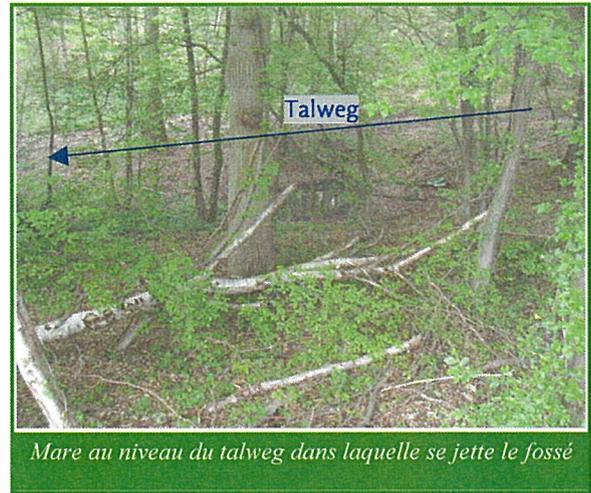
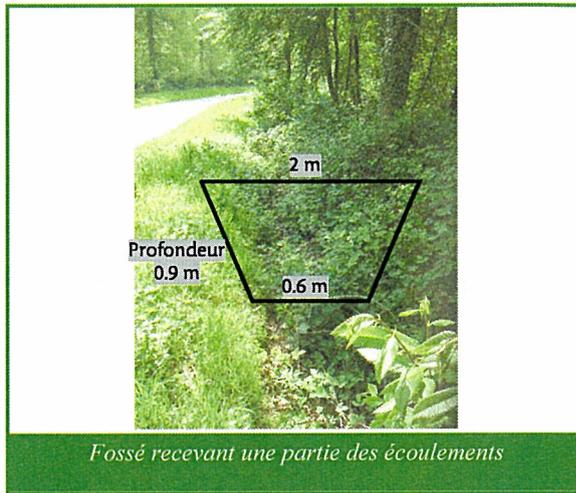
La gestion des eaux pluviales de la RD321 et l'existence d'un point haut (route bombée) au milieu de la chaussée créent deux sous-bassins versants au niveau de la zone d'étude.

Planche 2 (hors texte) : Fonctionnement hydraulique du bassin-versant situé en amont du projet d'autisme 76

2.1.1 SBV1

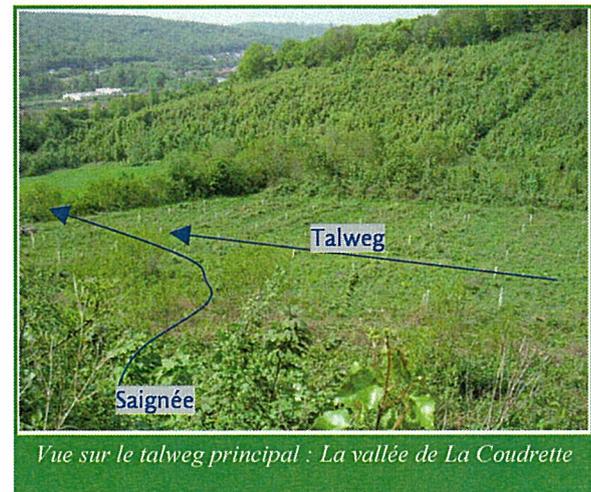
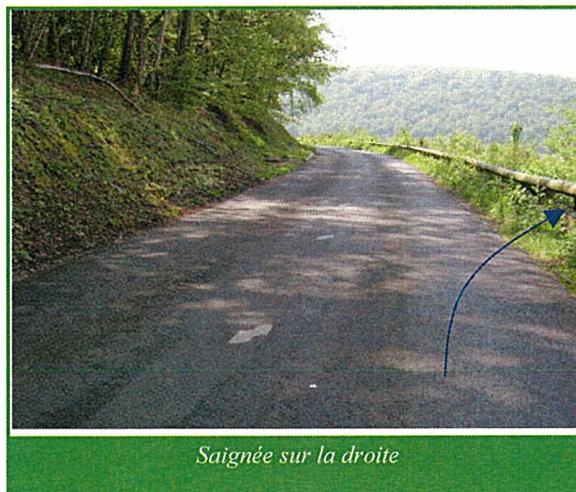
Le talweg principal prend naissance au niveau d'un fossé en bordure de la RD321 (cf. photo1a). Il suit la RD321 jusqu'à une petite mare située dans le bois (photo 1b). Ensuite, il s'éloigne de la route vers le fond du talweg sur les parcelles en cours de reboisement. Plus en aval, il continue son chemin à la limite de deux parcelles (en prairie et boisées) jusqu'au talus de la voie SNCF.

Photo 1(vues a et b) : Assainissement de la RD321 par un fossé



Les saignées réalisées sur la rive droite de la RD321 permettent de diriger une partie des eaux de la plate forme vers le talweg principal (cf. photos 2).

Photo 2(vues a et b) : Assainissement de la RD321 par les saignées



2.1.2 SBV2

Les eaux provenant du flanc gauche de la RD321 sont collectées par une série d'avaloirs (cf. photos 3) placés sur la rive gauche de la route. Selon le plan de récolement du réseau d'eau pluviale de la commune de NOTRE-DAME-DE-BONDEVILLE DU CARDA, chaque avaloir est connecté à une buse sous la route d'HOUPEVILLE (CD 321) vers le talweg principal.

Pendant les visites de terrain, les exutoires (sorties) de ces buses n'ont pas été trouvés. Par conséquent, ces ouvrages doivent être en attente et actuellement non fonctionnels.



ingetec
Infrastructure - Environnement

Photo 3(vues a et b) : Assainissement de la RD321 par les avaloirs



Avaloirs en bordure de la route



Avaloir encombré de feuilles mortes

En amont des premières habitations, les écoulements provenant de la route départementale sont interceptés probablement (cf. §2.2) par deux derniers avaloirs se jetant dans le talweg secondaire par l'intermédiaire de deux ouvrages voûtés (photo 4a & b).

Photo 4(vues a et b) : Avaloirs en amont de la parcelle concernée



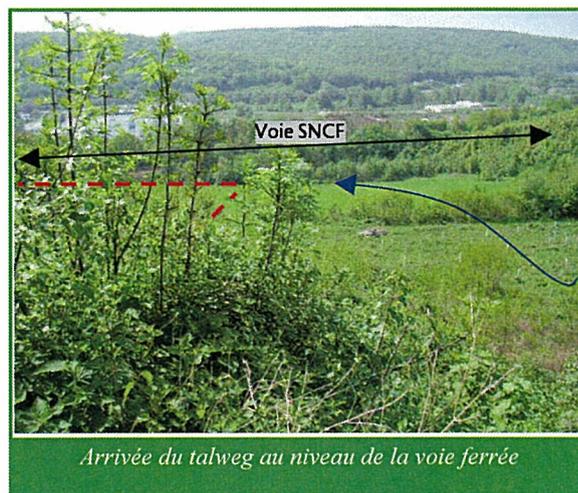
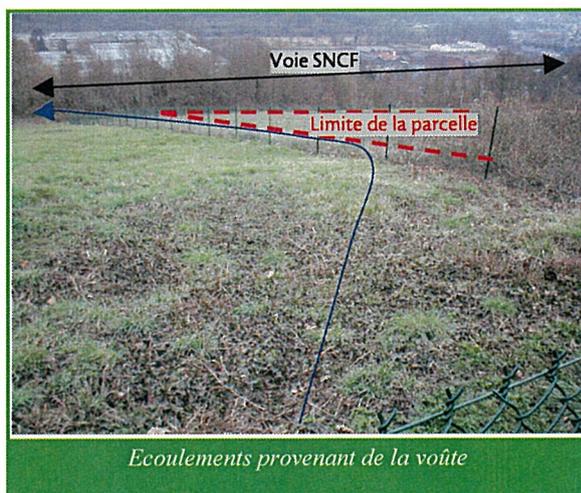
Avaloirs sur la rive gauche de la route connectés aux 2 ouvrages de voûte



Sortie vers le talweg : 2 ouvrages de voûte en brique

Ces écoulements descendent ensuite le long de la clôture séparant la parcelle destinée au projet Autisme 76 et un établissement déjà réalisé. On se réfère à la photo 5a & b.

Photo 5(vues a et b) : Les écoulements au niveau de la voie ferrée



La visite de terrain n'a pas permis de mettre en évidence un passage sous la voie SNCF, que ce soit en aval immédiat de la parcelle concernée ou pour le talweg principal ou secondaire. En revanche, des indices de vide (bétoire suspectée), en amont de la voie ferrée ont été observés. Par conséquent, les eaux arrivant du talweg semblent stagner, avant de s'infiltrer dans la prairie.

Ce constat a été validé par l'agent technique de la SNCF. Selon ce dernier, aucun écoulement visible ou stagnation d'eau de longue durée n'a été constaté sur le secteur et les eaux s'infiltrent rapidement.

2.2 Conclusion partielle

La parcelle destinée à accueillir le projet d'Autisme 76 ne se situe sur aucun axe d'écoulement (principal ou secondaire).

Comme il a déjà été dit dans les paragraphes ci-dessus :

- Il n'existe aucun ouvrage de passage sous la voie SNCF, ni sur la zone d'étude, ni plus en aval ;
- Les avaloirs du CD321 (sauf les 2 derniers avaloirs connectés aux 2 ouvrages de voûte) sont en attente. En situation future, ces ouvrages achemineront les eaux vers le talweg principal (selon les préconisations de CARDA).



Afin de prendre toutes les mesures de sécurité (en plus des hypothèses concernant un événement centennal et un coefficient d'imperméabilisation défavorable- cf. chapitre 3), nous avons retenu les principes suivants pour les calculs effectués pendant la phase 3 :

- 70% des écoulements du talweg secondaire (sbv 2 sur le CD321) seront ajoutés aux écoulements du talweg principal (sbv1) en supposant que les avaloirs seront connectés aux ouvrages de passage sous chaussée vers le talweg principal (situation future) ;

- 100 % des écoulements du talweg secondaire seront collectés par les 2 ouvrages de voûtes (situation actuelle).

Synthèse partielle :

Talweg principal = 100 % SBV n°1 + 70 % SBV n°2

Talweg secondaire = 100 % SBV n°2



ingetec
Infrastructure - Environnement

ETUDE RELATIVE AUX RUISSELLEMENTS ROUTE D'HOUPEVILLE

Expertise hydraulique



3

Calculs hydrologiques et hydrauliques

L'objectif de ce chapitre est d'estimer le niveau d'eau le plus haut sur deux axes d'écoulements et de le transposer sur la géométrie du talweg, sur des courbes de niveau 5 m (extrapolées à partir de la BD alti de l'IGN) afin de vérifier l'inondabilité de la parcelle destinée à être aménagée.

Ce postula impose de prendre en compte la pluie centennale locale. Grâce à cette pluie, nous pouvons calculer le débit de pointe maximum au niveau des deux axes d'écoulements.

3.1 Pluie de projet utilisée dans le cadre des calculs hydraulique

Afin de se placer dans la situation la plus pénalisante, nous avons retenu une occurrence de pluie de projet de 100 ans.

La station pluviométrique la plus proche de la zone d'étude est celle de Rouen-Boos.

Le tableau 1 présente les données pluviométriques concernant des événements centennaux, calculées par la méthode d'ajustement de Gumbel, à la station de Rouen-Boos.

Tableau 1 : Données statistiques concernant les hauteurs de pluie exceptionnelle à la station de Rouen-Boos, période 1957-2000 (Source Météo-France)

<i>Période de retour : 100 ans</i>		
<i>Durée de la Pluie</i>	<i>Hauteur de la pluie (mm)</i>	<i>Intensité moyenne (mm/heure)</i>
<i>30 min</i>	29.6	59.2
<i>24 h</i>	64.4	2.7



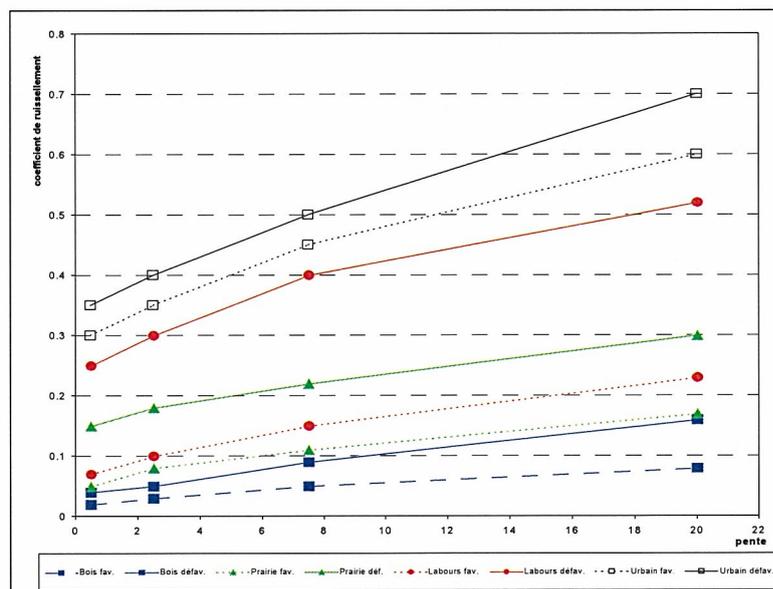
3.2 Caractérisation des surfaces ruisselantes

Le coefficient de ruissellement (qui représente la proportion de pluie non infiltrée sur une surface) est une grandeur dépendante de nombreuses variables, notamment de l'état de saturation du sol, de la durée de l'averse, de la pente et de la nature de l'occupation du sol. Or la méthode rationnelle de calcul du débit de pointe suppose que ce coefficient soit constant dans le temps. Les deux dernières variables (pente et occupation du sol) sont les plus fixes dans le temps à l'échelle d'un bassin versant. Nous proposons donc une méthode d'estimation du coefficient de ruissellement selon la pente et l'occupation d'un sol, qui peut être récapitulée sur le graphique 1.

Quatre catégories d'occupation des sols sont donc distinguées :

- bois ;
- prairies ;
- cultures ;
- bâti.

Graphique 1 : Estimation du coefficient de ruissellement en fonction de la pente et de l'occupation du sol



La situation défavorable évoquée dans le graphique précédent correspond à un état des sols saturés en eau et la situation favorable à des sols non saturés (c'est une manière de prendre en compte l'état de saturation du sol suite à une pluie importante dans le calcul du ruissellement). Dans les calculs, le coefficient est généralement pris défavorable, sauf dans le cas de surfaces cultivées supérieures à 50 ha, pour lesquelles cette hypothèse est trop pessimiste pour refléter une répartition géographique vraisemblable du ruissellement.

Dans le cadre de cette étude, l'hypothèse retenue est la condition défavorable.



3.3 Débits de pointe

Le calcul des débits de pointe est réalisé ici dans un souci de **comparaison des situations avant/ après aménagement**, et non pas pour un dimensionnement, celui-ci étant réalisé dans une deuxième étape, avec des pluies différentes (étude statistique de la méthode des volumes de l'IT77).

Le débit de pointe est théoriquement obtenu par la méthode rationnelle :

$$Q_p = \frac{1}{360} CIA$$

Q_p = débit de pointe de l'hydrogramme (m³/s)
C = coefficient de ruissellement
I = intensité de la pluie (mm/h)
A = surface du bassin versant (ha) < 200 ha

L'intensité de la pluie est liée, pour une période de retour donnée (10 ans) à sa durée, par une relation de type $I = a t^{-b}$ où a et b sont les coefficients de Montana (en région I décennal, a = 0.59 et b = 5.9). Ainsi, statistiquement, plus une averse est courte, plus elle est intense. Sa durée la plus pénalisante est la plus courte pour laquelle le bassin versant participe entièrement au ruissellement. La durée de l'averse est donc généralement prise égale au temps de concentration du bassin versant, c'est à dire au temps maximal mis par l'eau pour arriver à l'exutoire. Afin d'être vraisemblable et de rester dans les limites d'application de la formule de Montana, **cette durée ne doit pas être inférieure à 5 minutes, ni supérieure à 120 minutes.**

Le temps de concentration est généralement évalué par une des formules suivantes :

$$T_c = \frac{0.02 \times L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad \text{Kirpich}$$

T_c = Temps de concentration (min)
L = longueur du PLPH (m)
S = pente (m/m)
A = surface du bassin versant (ha)
V = vitesse de l'écoulement en réseau (m/s) = 1

$$T_c = 7.62 \times \sqrt{\frac{A}{100S}} \quad \text{Ventura}$$

$$T_c = 1.4 \times \left(\frac{AL}{1000} \right)^{1/3} S^{-0.5} \quad \text{Passini}$$

$$T_c = \frac{L}{V} \quad \text{(réseau)}$$

3.4 Volumes ruisselés

Les volumes ruisselés sont directement proportionnels à la surface active et à la hauteur de pluie.

Ils sont calculés par extension de la méthode rationnelle. Cela revient à multiplier la hauteur d'eau tombée par la surface active.

$$V_r = \frac{1}{6} CIAT = 10. CAaT^{(1-b)}$$

V_r = Volume ruisselé (m³)
C = coefficient de ruissellement
I = intensité de la pluie (mm/h)
T = durée de la pluie (min)
a, b = paramètres de Montana ($I = at^{-b}$)
A = surface du Bassin Versant (ha)

3.4.1 Caractéristiques des sous bassins versants élémentaires

Les caractéristiques des sous bassins versants élémentaires sont reprises dans le tableau 2 complété par les planches 3 et 4 (découpage en sous-bassin versant).

Tableau 2 : Caractéristiques des sous bassins versants élémentaires

Nom de SBV	Surface totale	Bois	Prairie	Labours	Bâti, voirie	Pente	C %	C %	Condition	C % Retenu
	ha	ha	ha	ha	ha	m/m	fav	def	d/f	
<i>sbv1</i>	33.03	22.66	6.30	3.63	0.44	0.064	7	14	d	14
<i>sbv2</i>	12.18	6.92	4.52	0.0	0.74	0.056	9	14	d	14
<i>sbv-total</i>	45.21	29.58	10.82	3.63	1.18	0.064	8	14	d	14

3.4.2 Résultats : Débits de pointes et volumes ruisselés à l'état initial

On se référera au tableau 3.

Tableau 3 : Etat initial : débits de pointes et volumes ruisselés pour les pluies centennales

Nom de SBV	Pluie centennale de 30 min		Pluie centennale de 24h	
	Débit de pointe (m3/s)	Volume ruisselé (m3)	Débit de pointe (m3/s)	Volume ruisselé (m3)
<i>sbv1</i>	0.76	1 370	0.03	2 981
<i>sbv2</i>	0.29	516	0.01	1 123
<i>sbv-total</i>	1.06	1 910	0.04	3 265



3.5 Calcul du niveau d'eau le plus haut sur deux axes d'écoulement

A partir des courbes de niveau 5 m (extrapolées à partir de la BD alti de l'IGN), les profils en travers de la partie basse des 2 talwegs ont été estimés.

La hauteur d'eau dans ces talwegs peut être calculée selon la formule de Manning – Strickler :

$$Q = KAR^{2/3} \sqrt{S} \text{ ou } v = KR^{2/3} \sqrt{S} \text{ et } K_{\text{strickler}} = \frac{1}{n_{\text{Manning}}}$$

$$\text{avec } R = \frac{A}{P_{\text{mouillé}}}$$

Q = débit (m³/s)
v = vitesse (m/s)
K = coefficient de Strickler
n = coefficient de Manning
R = rayon hydraulique (m)
A = section hydraulique (m²)
P_{mouillé} = périmètre mouillé (m)
S = pente - de la ligne d'énergie (m/m)

La détermination des coefficients de rugosité est fondamentale car ils caractérisent le type de l'écoulement à étudier.

Dans le cadre de cette étude, le coefficient de Strickler a été estimé à 8, correspondant au talweg en pâturage.

3.6 Résultats de calcul

Dans le cas d'un **événement centennal** sur l'ensemble du bassin versant concerné par la présente étude, les résultats des calculs hydrauliques sont présentés sur la planche 3.

Plus précisément cette planche illustre les éléments suivants :

- les surfaces inondées au niveau des deux talwegs par une pluie centennale de 30 minutes (la plus défavorable dans ce contexte). Cette pluie engendre un débit de :
 - ↳ 0.96 m³/s pour le talweg principal (0.76+ (0.70*0.29) = 0.963 m³/s - cf § 2.2 et tableau 3);
 - ↳ 0.29 m³/s pour le talweg secondaire (cf § 2.2 et tableau 3);
- les surfaces inondées à l'exutoire de chaque talweg pour une pluie centennale de 24 heures (la plus défavorable dans ce contexte). Cette pluie engendre un volume de
 - ↳ 3 767 m³ à l'exutoire du sbv1 (2981+ (0.70*1123)=3 767 m³ - cf § 2.2 et tableau 3);
 - ↳ 1 123 m³ à l'exutoire du sbv2 (cf § 2.2 et tableau 3).

Les zones inondées par l'évènement du projet sont localisées sur la planche 3.

Planche 3 (hors texte) : Estimation des zones inondées pour un événement centennal sur la partie basse des deux talwegs et localisation du projet d'Autisme 76



ETUDE RELATIVE AUX RUISSELLEMENTS ROUTE D'HOUPEVILLE

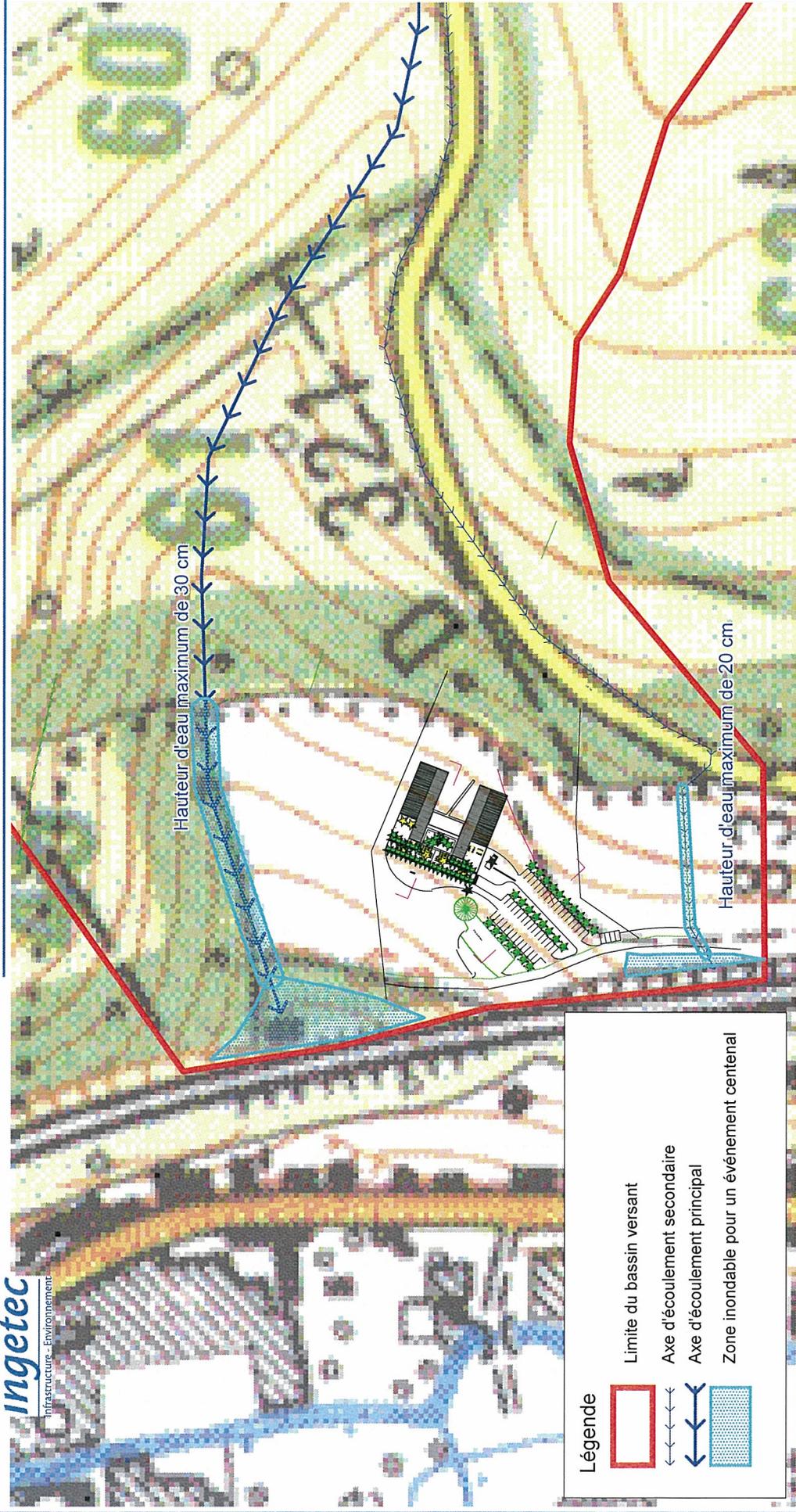
Expertise hydraulique



ingetec
Infrastructure - Environnement

NOTRE-DAME-DE-BONDEVILLE

Etude relative au ruissellement Route d'Houpeville



Légende

-  Limite du bassin versant
-  Axe d'écoulement secondaire
-  Axe d'écoulement principal
-  Zone inondable pour un événement centenal

Echelle : 1/3 000

Estimation des zones inondées pour un événement centenal sur la partie basse des deux talwegs et localisation du projet d'Autisme 76



4

Conclusion

4.1 Constat

La logique appliquée pour le choix de la solution proposée est basée sur les éléments suivants :

- 1) Absence de témoignage concernant les écoulements observés sur les deux talwegs situés sur la zone d'étude ;
- 2) Le débit de pointe calculé pour la pluie de projet (pluie la plus intense – centennale de 30 min) est de :
 - ↙ 0.96 m³/s à l'exutoire du talweg principal,
 - ↙ 0.29 m³/s à l'exutoire du talweg secondaire,
- 3) le volume ruisselé pour un événement centennal de 24 heures (plus pénalisant en terme de volume) est de :
 - ↙ 3 767 m³ à l'exutoire du talweg principal,
 - ↙ 1 123 m³ à l'exutoire du talweg secondaire.
 - ↙ Le débit de pointe et le volume ruisselé au niveau de chaque talweg ont été calculés en situation la plus défavorable. C'est à dire en situation

future pour le talweg principal (après le fonctionnement des avaloirs en attente)

actuelle pour le talweg secondaire (100 % des eaux sur le CD 321 sont collectées par 2 ouvrages de voûte).

4.2 Postulat

L'objectif de la commune de NOTRE-DAME-DE-BONDEVILLE est de mener à bien son programme d'urbanisation concernant le projet « Autisme 76 » en limitant au minimum le risque d'inondation des futurs bâtiments. A cette fin, le niveau de protection souhaité correspond à la pluie d'occurrence centennale.

Selon les calculs hydrologiques et hydrauliques prenant en compte les hypothèses les plus défavorables, réalisés au chapitre 2 du présent dossier, la parcelle destinée à accueillir le projet « Autisme 76 » n'est pas inondable.

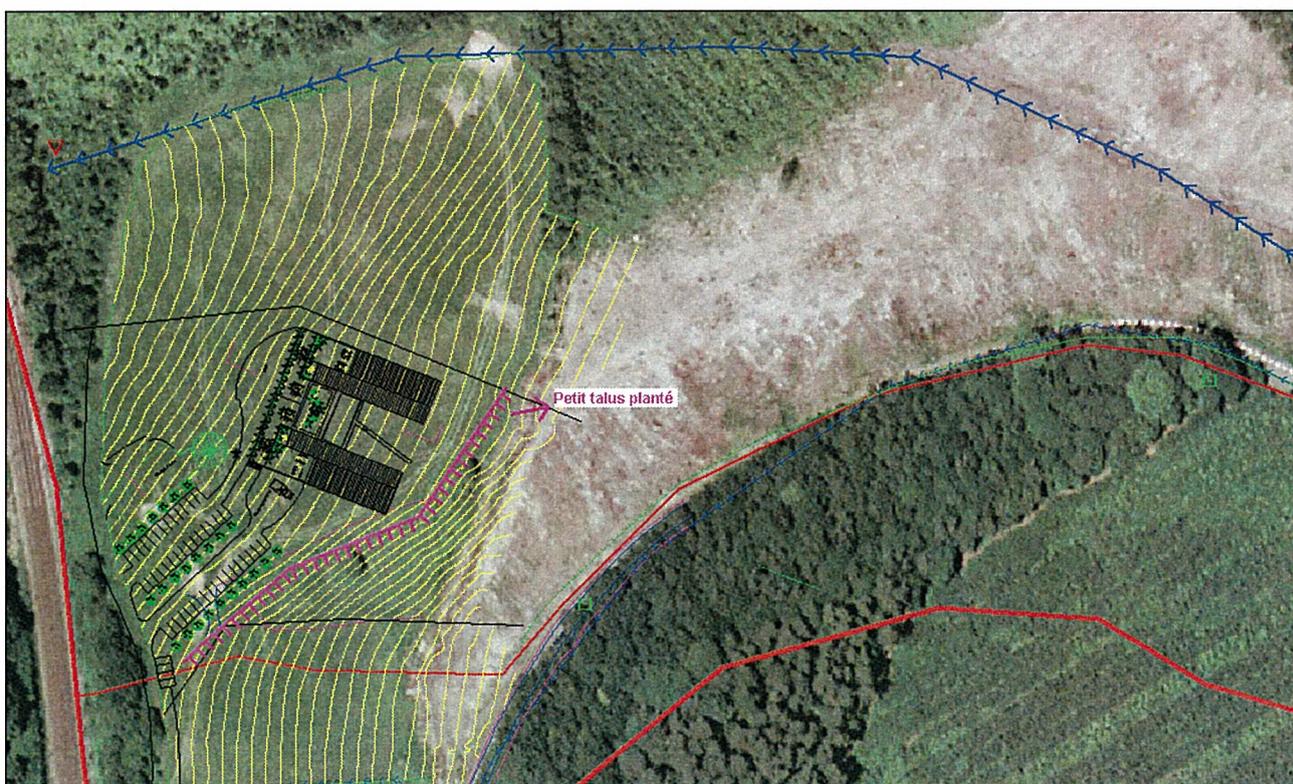
4.3 Propositions d'aménagements

Les eaux pluviales du projet doivent être isolées le plus possible des eaux d'impluvium extérieur, afin de pouvoir être traitées (par décantation, déshuilage ou autre procédé si besoin) avant leur rejet dans le milieu, ou leur infiltration. C'est pourquoi il est souhaitable de prévoir un petit talus planté (paysagé) autour de la parcelle destinée à être aménagée sur une longueur d'environ 150 m.

Cet aménagement permettra de réduire de façon significative le coût du système à mettre en place relatif à la gestion des eaux pluviales sur la parcelle destinée à être aménagée.

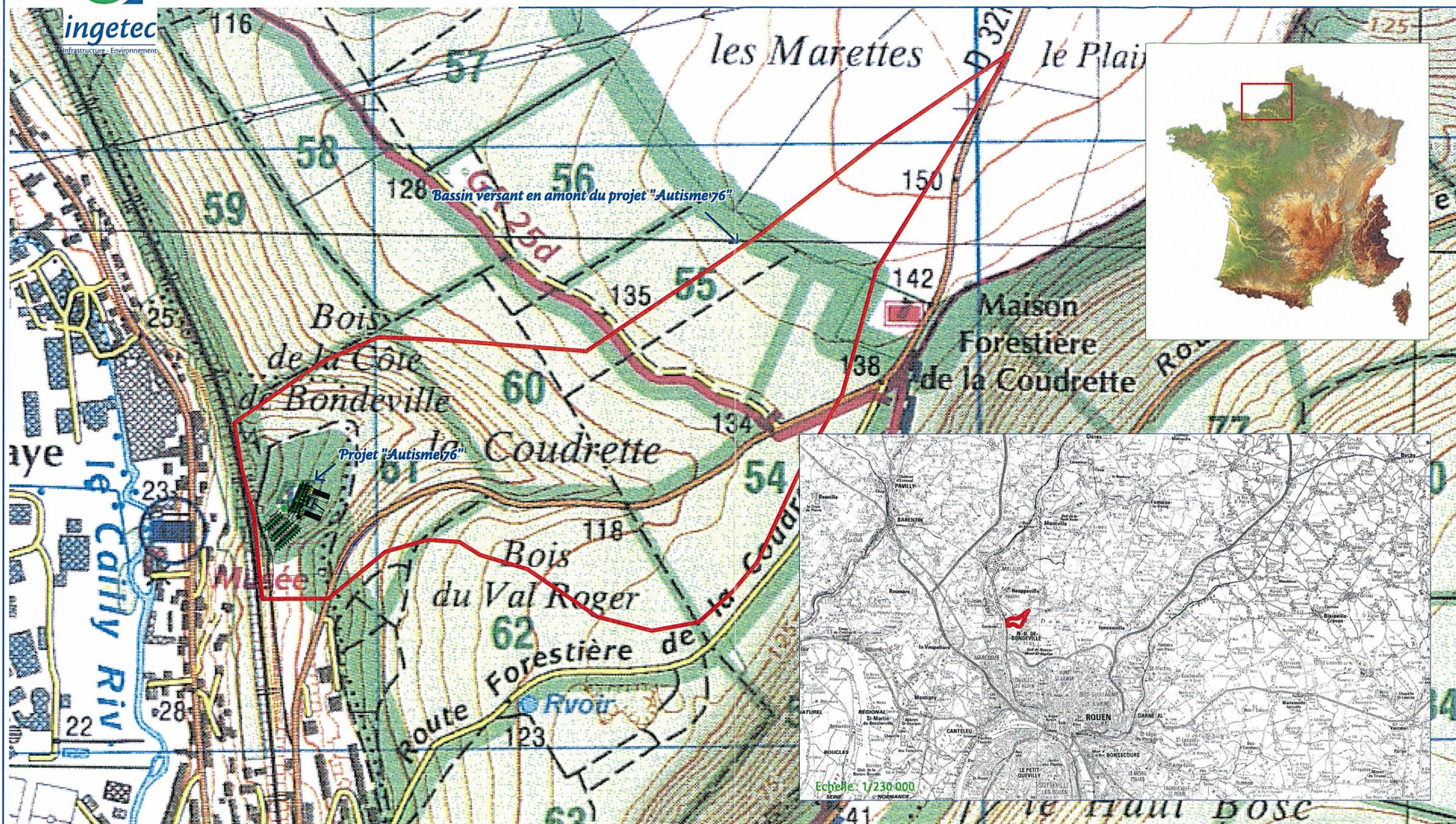
On se référera au schéma suivant.

Schéma 1 : Proposition d'aménagement





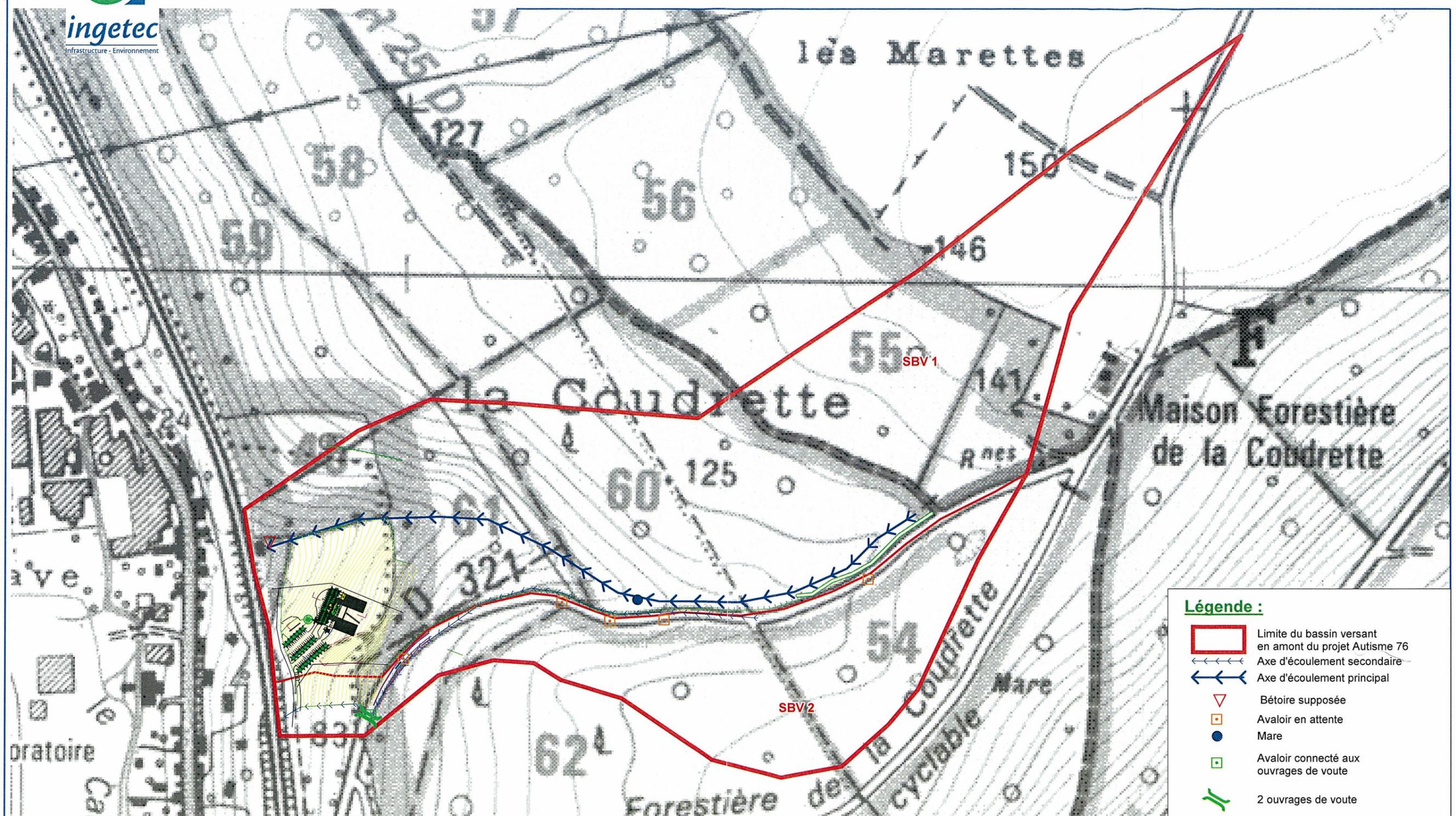
ingetec
Infrastructure - Environnement



Echelle : 1/6 500

Localisation de la zone d'étude

Version A Date Mai 2005 Auteur Cédric



Légende :

-  Limite du bassin versant en amont du projet Autisme 76
-  Axe d'écoulement secondaire
-  Axe d'écoulement principal
-  Bétoire supposée
-  Avaloir en attente
-  Mare
-  Avaloir connecté aux ouvrages de voute
-  2 ouvrages de voute

Echelle : 1/5 000

Fonctionnement hydraulique du bassin versant



Version | A
Date | Mai 2005
Auteur | CUD/BD

