

**SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT
HYDRAULIQUE DE LA VALLEE DE L'YVETTE**

Contrat Orge / Yvette vives 2

***Schéma Directeur de Gestion des Eaux de Ruissellement
du Bassin Versant Hydraulique du Ru de Vaularon***

Troisième partie : Propositions d'interventions



SETEGUE

53, rue Charles Frérot - BP 91
94253 Gentilly Cedex
☎ 01.41.98.68.00
☎ 01.45.47.01.48
E-mail : secretariat@setegue.fr

Technosite des Bruyères
8 rue Jean Rostand
76140 Petit Quevilly
☎ 02.35.67.30.66
☎ 02.35.67.25.03

Révision n°3 - Janvier 2003

SOMMAIRE

0. REFLEXION SUR L'ORIENTATION DES INTERVENTIONS.....	3
0.1. Les desordres hydrauliques sur le bassin versant du Vaularon	3
0.2. Les atteintes au milieu naturel	5
0.3. Des objectifs quantifiés pour la lutte contre les inondations.....	6
0.4. Objectifs de réduction des flux polluants.....	7
0.5. Les techniques alternatives : mode d'emploi.....	8
0.5.1. <i>Actions en milieu urbain</i>	<i>8</i>
0.5.2. <i>Actions sur les surfaces agricoles</i>	<i>12</i>
1. LUTTE CONTRE LES INONDATIONS : EBAUCHE DE SOLUTIONS.....	17
1.1. Optimisation des ouvrages existants ou projetés a courts termes.....	17
1.1.1. <i>Bassin de rétention de la Frileuse.....</i>	<i>17</i>
1.1.2. <i>Bassin de rétention des Grands Prés</i>	<i>18</i>
1.1.3. <i>Bilan de l'impact de ces aménagements à l'échelle du bassin versant</i>	<i>19</i>
1.2. Lutte contre les inondations a l'amont des projets de rétention.....	20
1.2.1. <i>Le lotissement St Clair</i>	<i>20</i>
1.2.2. <i>Les réseaux d'eaux pluviales de Gometz-le-Châtel.....</i>	<i>21</i>
1.2.3. <i>Impact de ces opérations à l'aval</i>	<i>22</i>
1.3. Mesures complémentaires : ébauche de scénarios	23
1.3.1. <i>Efficacité des propositions précédentes</i>	<i>23</i>
1.3.2. <i>Recherche de solutions pour limiter les débordements à l'aval.....</i>	<i>25</i>
1.3.3. <i>Scénario « maîtrise aval ».....</i>	<i>27</i>
1.3.4. <i>Scénario « maîtrise amont »</i>	<i>28</i>
1.3.5. <i>Scénario mixte.....</i>	<i>29</i>
1.3.6. <i>Mesures conservatoires.....</i>	<i>29</i>
1.3.7. <i>Débordements des réseaux d'eaux usées</i>	<i>30</i>
1.4. Comportement du bassin versant aménagé pour des événements exceptionnels.....	31
1.4.1. <i>Simulations des situations aménagées</i>	<i>31</i>
1.4.2. <i>Propositions optionnelles.....</i>	<i>34</i>
2. ETUDE DE SOLUTIONS VISANT LA REDUCTION DES FLUX POLLUANTS	35
2.1. La pollution de temps sec.....	35
2.2. La réduction des flux polluants de temps de pluie, d'origine urbaine	36
2.3. Réduction des flux polluants d'origine agricole	39
3. SYNTHESE DES PROPOSITIONS	40
3.1. Les actions prioritaires	40
3.2. Les ouvrages à créer à moyen terme	41
3.3. Une gestion de l'espace a plus long terme	41
3.3.1. <i>En secteur rural</i>	<i>42</i>
3.3.2. <i>En zones urbaines existantes.....</i>	<i>43</i>
3.4. Une gestion durable de l'espace	45
3.4.1. <i>Pour les futures constructions.....</i>	<i>45</i>
3.5. Estimations financières du programme d'action	46
3.5.1. <i>Bilan du programme d'actions.....</i>	<i>46</i>
3.5.2. <i>Bordereau des prix unitaires utilisés.....</i>	<i>47</i>
3.5.3. <i>Estimation financière</i>	<i>48</i>

0. REFLEXION SUR L'ORIENTATION DES INTERVENTIONS

0.1. LES DESORDRES HYDRAULIQUES SUR LE BASSIN VERSANT DU VAULARON

Nous rappellerons ici les points sensibles aux débordements du réseau hydrographique (cours d'eau ou réseaux d'eaux pluviales), ainsi que l'évaluation du risque d'inondation, déterminés à partir des éléments de diagnostic.

Tableau récapitulatif des points de désordres

N°	Commune	Lieu	Risque
1	Gometz-le-Châtel	Route de Chartres / route neuve	Faible
2		Route de Chartres / le Bourbonnais	Moyen
3		Mare du village	Faible
4		Chemin de St Jean de Beauregard	Moyen
5		Rue des Bleuets	Fort
6		Rue des Rochers	Fort
7		Avenue de la Hacquinière	Fort
8		Quartier Paris-Chevreuse	Fort
9		Route de Chartres / l'Angoulême	Faible
10	Bures-sur-Yvette	Route de Chartres : carrefour des Fauvettes	Faible
11		Rue de la Vierge	Moyen
12		Les Jardins de Bures	Fort
13		La Roseraie	Faible
14		Rue du Docteur Collé	Faible
15		Parc de la Grande Maison	Moyen
16		Rue de Gometz, avenue de la Promenade	Fort
17		Résidence de l'Oseraie	Moyen
18		Secteur de la Prairie	Fort
19	Boulevard des Oiseaux	Moyen	

Par ailleurs, les simulations hydrauliques des différentes pluies de projet non saturantes conduisent aux résultats présentés à la page suivante.

Ces deux tableaux permettent de confronter un classement subjectif des désordres (risque faible, moyen ou fort) à une quantification plus rationnelle du phénomène de débordements, même si ces chiffres sont à manipuler avec précaution compte tenu des incertitudes de calculs.

Caractéristiques de l'averse			Débit de pointe du Vaularon (m³/s)	Débordements dommageables probables	Caractéristiques des débordements	
Période de retour	Hauteur de la lame d'eau				Volume (m³)	Durée
	Totale (3h)	Pic (30 min)				
2 ans	20.7 mm	12.4 mm	3.9	Rue de Gometz et av. de la Promenade par la Frileuse canalisée (Ø 600)	500	1 h 15
5 ans	28.5 mm	17.8 mm	5.6	La Frileuse dans la rue de Gometz, l'av. de la Promenade, et en amont du Triangle.	1 700	2 h
				Canalisation EP rue St Nicolas à Gometz-le-Châtel.	200	1 h
				Collecteurs EP route neuve à Gometz-le-Châtel.	600	8 h
10 ans	35.5 mm	22.4 mm	6.8	La Frileuse dans la rue de Gometz, l'av. de la Promenade, et en amont du Triangle.	2 800	3 h
				Canalisation EP rue St Nicolas à Gometz-le-Châtel.	400	1 h
				Collecteurs EP route neuve à Gometz-le-Châtel.	1 100	8 h
				Débordements du Vaularon dans le quartier de Paris-Chevreuse.	2 800	1 h 30
				Débordements du Vaularon Boulevard des Oiseaux.	800	1 h
				Débordements du Vaularon à la résidence de l'Oseraie.	520	0 h30
20 ans	39.9 mm	26.2 mm	7.5	La Frileuse dans la rue de Gometz, l'av. de la Promenade, et en amont du Triangle.	3 600	3 h 30
				Canalisation EP rue St Nicolas et route de Chartres à Gometz-le-Châtel.	900	1 h
				Collecteurs EP route neuve à Gometz-le-Châtel.	1 500	9 h
				Débordements du Vaularon dans le quartier de Paris-Chevreuse.	3 800	2 h
				Rue des Bleuets au lotissement St Clair est submergée.	100	2 h
				Débordements du Vaularon Boulevard des Oiseaux.	1 800	1 h
				Débordements du Vaularon aux Jardins de Bures.	200	1 h
				Débordements du Vaularon à la résidence de l'Oseraie.	1 770	1 h
50 ans	46.6 mm	30.9 mm	8.1	La Frileuse dans la rue de Gometz, l'av. de la Promenade, et en amont du Triangle.	4 800	4 h
				Canalisation EP rue St Nicolas et route de Chartres à Gometz-le-Châtel.	1 500	1 h
				Collecteurs EP route neuve à Gometz-le-Châtel.	2 100	9 h
				Débordements du Vaularon dans le quartier de Paris-Chevreuse.	6 300	2 h 30
				Rue des Bleuets au lotissement St Clair submergée.	200	2 h
				Débordements du Vaularon Boulevard des Oiseaux.	3 200	1 h30
				Débordements du Vaularon aux Jardins de Bures.	5 200	1 h
				Débordements du Vaularon à la résidence de l'Oseraie.	4 300	1 h15

0.2. LES ATTEINTES AU MILIEU NATUREL

L'arrêté préfectoral du 27 décembre 1989 fixe les objectifs de qualité pour les rivières de l'Essonne. **L'objectif de qualité pour l'Yvette est de 2** (qualité dite « moyenne ») en aval de St Rémy les Chevreuse, ainsi que **pour le Vaularon**.

Les bilans de la qualité des eaux du Vaularon réalisé en 1999 et 2001, montre que **l'objectif de qualité de classe 2 est atteint pour les paramètres de qualité générale** (70% des mesures MES, DCO, DBO5, NH4), **pour l'azote (90%) et pour le phosphore (100%)**.

Par contre, **la bactériologie est un paramètre déclassant** : seules 30 % des mesures ont atteint l'objectif de qualité 2. Et malgré la nette amélioration de la qualité du Vaularon à Bures pour les paramètres de qualité générale, la qualité bactériologique du cours d'eau n'a pas progressé.

Cette pollution est à mettre sur le compte vraisemblablement **de rejets d'eaux usées directement dans le milieu naturel** : nos investigations de terrain ont pu mettre en évidence certains de ces rejets, notamment lors de l'inspection des principaux collecteurs d'eaux pluviales.

Les flux de MES générés sur le bassin versant contribuent à la dégradation :

- ✓ **du milieu naturel** par atteinte à la qualité de l'eau d'une part, et par envasement des cours d'eau d'autres part ;
- ✓ **des conditions d'écoulements**, par envasement des cours d'eau et des ouvrages.

Les calculs de flux ont montré que **la charge annuelle de MES exportée s'élevait à 490 tonnes par an**, et se répartissait de la façon suivante :

- ✓ **les trois-quarts proviennent des surfaces urbanisées ;**
- ✓ l'érosion en nappe sur les surfaces agricoles y contribue au minimum à la hauteur de 25 %.

Exprimés en équivalents-habitants, les résultats de flux polluants produits par temps de pluie, se dispensent de commentaires. Les chiffres parlent d'eux-mêmes, notamment pour la DCO.

Au total **le Vaularon recevraient près de 100 000 éqH, lors d'un événement pluvieux pénalisant**, donc en moins d'une journée. Les 2 principaux sous bassins producteurs que sont la Frileuse et le Vaularon aval, contribuent à la hauteur de 35 000 éqH chacun.

Pour le paramètre « hydrocarbures », il s'avère que lors d'un événement pénalisant, les rejets sont équivalents (en masse, et heureusement pas en effets) à ce que l'on qualifierait par temps sec de « pollution accidentelle », soit **290 kg d'hydrocarbures**, ou l'équivalent de deux barils de fuel.

0.3. DES OBJECTIFS QUANTIFIÉS POUR LA LUTTE CONTRE LES INONDATIONS

Sur le plan hydraulique, il nous semble pertinent, dans un premier temps, de proposer un **schéma de protection simplifié**, mais tenant compte de la sensibilité des différents points aux inondations.

Les interventions proposées auront alors comme seul objectif, **la suppression de tous les débordements dommageables, pour la pluie de période de retour 20 ans**, et pour les secteurs présentant un risque d'inondation classé "faible", "moyen" ou "fort".

Comme il n'est pas forcément indispensable d'assurer un même niveau de protection à une habitation qu'à une voirie, voire même à des jardins, la limitation des débordements non-dommageables sera présentée comme optionnelle.

Ces objectifs pourront être rediscutés en Comité de Pilotage, notamment en confrontant les solutions techniques à mettre en œuvre, à l'impact de telles mesures sur les volumes débordés.

Le schéma de protection établi ici, devra donc assurer la suppression des volumes débordés selon le tableau placé ci-dessous. Les points pour lesquels aucun volume n'apparaît, sont ceux qui ne connaissent pas de débordements en situation actuelle pour le niveau de protection requis (20 ans).

N°	Lieu	Risque	Volumes débordés à supprimer
1	Route de Chartres / route neuve	Faible	2 400 m ³
2	Route de Chartres / le Bourbonnais	Moyen	
3	Mare du village	Faible	5 m ³
4	Chemin de St Jean de Beauregard	Moyen	115 m ³
5	Rue des Bleuets	Fort	
6	Rue des Rochers	Fort	
7	Avenue de la Hacquinière	Fort	3 600 m ³
16	Rue de Gometz, avenue de la Promenade	Fort	
8	Quartier Paris-Chevreuse	Fort	3 800 m ³
13	La Roseraie	Faible	2 600 m ³
19	Boulevard des Oiseaux	Moyen	
9	Route de Chartres / l'Angoulême	Faible	-
10	Route de Chartres : carrefour des Fauvettes	Faible	-
11	Rue de la Vierge	Moyen	5 m ³
12	Les Jardins de Bures	Fort	200 m ³
15	Parc de la Grande Maison	Moyen	-
14	Rue du Docteur Collé	Faible	1 770 m ³
17	Résidence de l'Oseraie	Moyen	
18	Secteur de la Prairie	Fort	

Schématiquement, **le programme d'actions proposé est articulé autour de 3 thèmes directeurs**, qui sont combinés pour proposer un schéma efficace et raisonnable de gestion des eaux pluviales :

- **la limitation à la source : du ruissellement, et des processus d'érosion**, par des techniques alternatives liées au ruissellement rural ou urbain.
- **l'écrêtement des débits de pointe** par la réalisation de **rétenion** et de **zones tampons** (concentrées, multiples, linéaires...) dont nous fournirons la localisation, le volume et le débit de fuite, en tenant compte de la capacité des sites retenus et de l'acceptabilité des secteurs à l'aval ;
- **l'amélioration et la maîtrise des écoulements** par des interventions sur les cours d'eau, les réseaux de surface, les buses et les collecteurs pluviaux existants.

Avant d'avoir recours aux actions curatives de génie civil, souvent les plus lourdes en terme d'investissement, la mise en place de **techniques d'hydraulique douce**, généralement moins onéreuses, et **l'aménagement de zones de rétenion** seront donc privilégiées.

Toutes les solutions proposées ont été étudiées pour ne pas avoir d'impact hydraulique négatif sur l'aval, et notamment sur l'hydrologie de l'Yvette.

0.4. OBJECTIFS DE REDUCTION DES FLUX POLLUANTS

Compte tenu du caractère déclassant de la pollution bactériologique, dont l'origine est vraisemblablement **les rejets d'eaux usées directement dans le milieu naturel**, la réduction de cette pollution apparaît comme prioritaire sur le bassin versant du Vaularon.

Mais la gestion des flux polluants de temps de pluie ne doit pas être pour autant mise à l'écart, étant donné **les quantités rejetées au milieu naturel** sur de courte durée et **l'état d'envasement** déjà visible du Vaularon et de ses affluents. Par conséquent, on s'emploiera à proposer des mesures visant à réduire ces flux polluants tout en conservant une vision pragmatique de la chose : pour cela les propositions seront classées suivant leur efficacité.

0.5. LES TECHNIQUES ALTERNATIVES : MODE D'EMPLOI

0.5.1. Actions en milieu urbain

Les solutions alternatives regroupées dans le concept d'hydraulique douce constituent une véritable rupture avec les techniques antérieures : elles visent à collecter les eaux pluviales avant que le ruissellement ne soit concentré, pour ensuite favoriser leur infiltration lente (voire leur stockage / utilisation) sans préjudice pour le milieu récepteur. Elles reposent sur trois principes fondamentaux :

1. **diminuer la production d'eaux de ruissellement, notamment en favorisant l'infiltration et le stockage temporaire,**
2. **ralentir les écoulements résiduels par l'allongement du cheminement de l'eau,**
3. **réduire la charge polluante des écoulements.**

L'aménageur dispose pour cela d'un certain nombre de dispositifs. En fonction du contexte dans lequel il doit intervenir, il peut, sur le principe d'un jeu de construction, puiser parmi eux et les assembler au gré de ses besoins.

⇒ FAVORISER L'INFILTRATION

◆ *Revêtement poreux*

Pour remplacer les revêtements classiques, grands pourvoyeurs de ruissellement et de pollution, **les parkings de petites ou grandes superficies**, se prêtent particulièrement à cette évacuation.

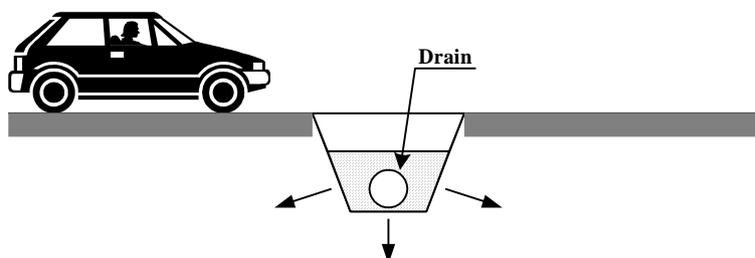
Pour de grandes surfaces, des bétons et bitumes poreux ont été mis au point. En ce qui concerne les surfaces plus modestes – voirie de desserte, pistes cyclables, sentes piétonnières – plusieurs types de revêtements peuvent être utilisés :

- ⇒ pavés de grès, briques auto-blocantes, dalles de béton gravillonnées, etc, posés sur un lit de matériaux perméables avec joints en terre végétalisés (graminées gazonnantes, orpins, etc.),
- ⇒ roches naturelles perméables, roches concassées, galets alluvionnaires, tout-venant, etc,
- ⇒ dalles alvéolées en béton, polypropylène, etc., maintenues par un substrat engazonné.

L'utilisation des revêtements poreux n'est efficace que si le substrat est suffisamment perméable. Si ce n'est pas le cas, le sous-sol naturel peut être décaissé sur une épaisseur de 0.60 m et remplacé par un matériau grossier dont les lacunes permettront un stockage temporaire de l'eau avant infiltration dans les couches sous-jacentes. Si l'absorption reste insuffisante, il faut alors poser un drain qui emmènera l'eau vers un exutoire de surface, un bassin par exemple.

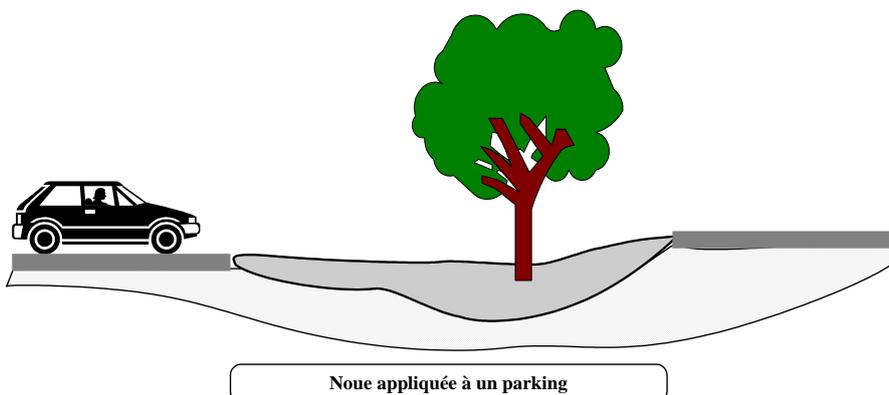
◆ Chaussée, tranchée et placette d'infiltration

Le principe de la **chaussée d'infiltration** repose sur l'utilisation d'un revêtement poreux. Il exige également que le substrat soit lacunaire, constitué de matériaux grossiers, comme décrit précédemment, ou de structures alvéolaires en « nid d'abeilles » (type Nidaplast), supportant le passage des véhicules.



Tranchée d'infiltration appliquée à un parking

La **tranchée d'infiltration s'apparente à une noue** qui serait placée le long de la voirie et favoriserait l'infiltration. Elle est destinée à supporter de la végétation (arbres, arbustes, plantes et massifs, gazon). En conséquence, les matériaux grossiers employés doivent être recouverts de terre végétale, une couche de sable intercalée entre les deux préservant le système d'un colmatage par les particules fines.



Noue appliquée à un parking

La placette d'infiltration est conçue sur un principe identique. Elle est plus particulièrement destinée aux parkings à revêtement classique à raison d'une plaquette de 1 m² au minimum pour huit emplacements de stationnement.

◆ Bassin filtrant et espaces de rétention

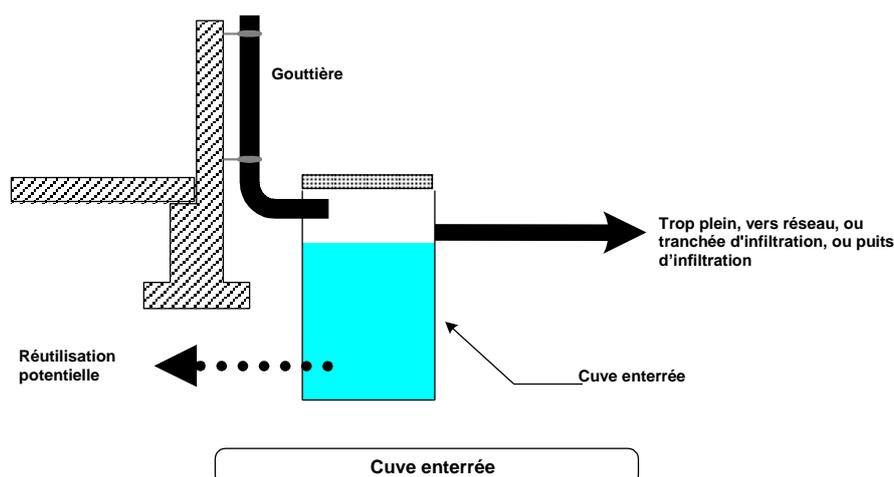
Le **bassin filtrant habituel**, avec ses formes anguleuses et ses berges abruptes est d'une esthétique discutable. Afin d'en améliorer l'intégration et les performances, il est recommandé d'en adoucir le profil et de le planter d'arbres et d'arbustes tolérant une submersion temporaire (peuplier blanc, peuplier grisard, saules, chêne pédonculé, frêne, noisetier commun, érable sycomore, etc. ...). La densité des plantations limite l'entretien de ce type de bassin à un curage de litières de feuilles excédentaires, une partie de celles-ci contribuant à la formation d'un humus appréciable pour ses qualités de filtration.

Afin d'améliorer les capacités d'infiltration de l'espace de rétention, et de conférer à ce dernier une dimension économique, récréative ou pédagogique, des arbustes et arbres (chêne, frêne, noyer commun, noyer noir, etc.) peuvent également y être plantés.

⇒ STOCKER L'EAU DE PLUIE

◆ Réservoir souterrain

Le réservoir souterrain concerne essentiellement la récupération des eaux de toitures dans une optique de valorisation. Il peut se présenter sous la forme d'une citerne, dans le cadre de l'habitat individuel, ou d'éléments en nid d'abeilles de 1 m³ disposés entre deux géo-membranes, ou de micro tunnels en PVC,..., pour des capacités plus importantes. Ce système de stockage offre une portance compatible avec le passage de véhicules et permet la création d'un espace paysager par-dessus. Les eaux collectées sont, entre autres, parfaitement adaptées au lavage de la voirie, mais aussi à celui des véhicules et aux usages jardiniers, voire domestiques (il existe en effet des guides permettant l'installation de réseaux sanitaires doublés, pour l'alimentation de chasses d'eau, douches, ...) pour les eaux de toitures.

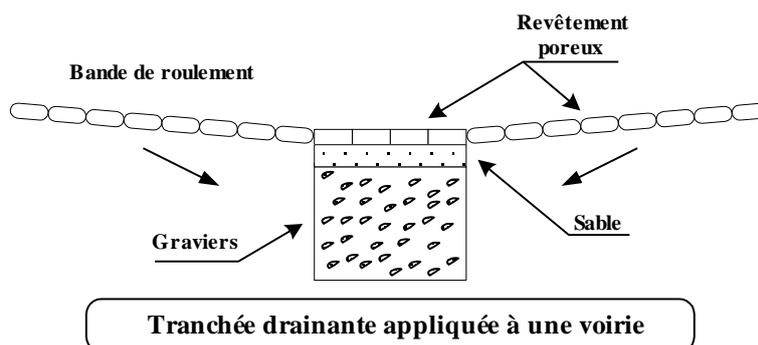


◆ Bassin en eau et bassin mixte

Le bassin en eau est, de tous les aménagements d'hydraulique douce, le plus approprié à la création paysagère. Au lieu d'être coupé du public par une clôture technique inesthétique, il gagne à participer pleinement au cadre de vie de ses riverains – résidents d'un lotissement, personnel ou clients d'une entreprise, etc. Pour cela, il doit répondre à certains impératifs de sécurité et salubrité dans sa partie centrale, une cuvette imperméabilisée destinée à collecter les eaux produites par les événements pluvieux courants, et des espaces périphériques en gradins, aptes à collecter l'eau et à assurer son infiltration lors de précipitations exceptionnelles. Une végétalisation de style naturel permet de créer un espace d'eau libre avec ses ceintures de plantes amphibies, arbres et arbustes. Les plantes du pourtour constituent une barrière interdisant l'accès à l'eau libre (sécurité) tout en participant à l'infiltration, à l'évapotranspiration et à l'épuration des eaux collectées.

⇒ FAIRE CIRCULER L'EAU DE PLUIE◆ **Chaussée drainante**

Elle consiste en **une chaussée-réservoir recouverte d'un revêtement poreux**, au sein duquel **un drain entraîne l'eau vers un exutoire**. La chaussée drainante, comme les autres systèmes de connexion propres à l'hydraulique douce, et à la différence des canalisations classiques, joue un rôle actif dans le retardement de l'écoulement grâce au stockage tampon qu'elle offre. Elle constitue une alternative pour les voiries ne disposant pas de l'espace suffisant pour la création de fossés.

◆ **Fossé**

Le fossé est, en premier lieu, destiné à collecter les ruissellements générés par les voiries, mais il peut aussi prendre en charge d'éventuelles surverses en provenance des parcelles privées. Déployé systématiquement le long des voies, il offre un volume de rétention équivalent à de grands bassins et une capacité bien supérieure à celle des canalisations de grande section.

Un nouveau concept de « voirie séparée » pourrait remplacer le dispositif classique trottoir – caniveau- avaloir. Il consiste en une piste cyclable et une sente piétonnière situées au niveau de la chaussée et séparées de celle-ci par un fossé végétalisé.

◆ **Noue engazonnée**

Le long des voies secondaires, produisant un ruissellement faible, les fossés peuvent prendre la forme de noues engazonnées, au profil très évasé, qui s'entretiennent facilement par la tonte.

0.5.2. Actions sur les surfaces agricoles

Ce paragraphe présente quelques mesures types pouvant être mises en place sur les parcelles cultivées, adaptées au bassin versant du Vaularon.

a) Bandes enherbées ou tassées

Les bandes enherbées de 2 à 4 m de large disposées transversalement à la pente, freinent la vitesse de ruissellement et agissent sur l'atterrissement des matières transportées. Elles peuvent être efficaces si le couvert végétal est dense, (réduction jusqu'à un facteur 10), et peuvent être accompagnées de haies, de fossés plats en dépression, de bourrelet en aval, ... pour la rétention ou l'écrêtement des débits.

La largeur des chemins enherbés en fond de talweg est fonction de la section et de la hauteur d'eau de l'écoulement.

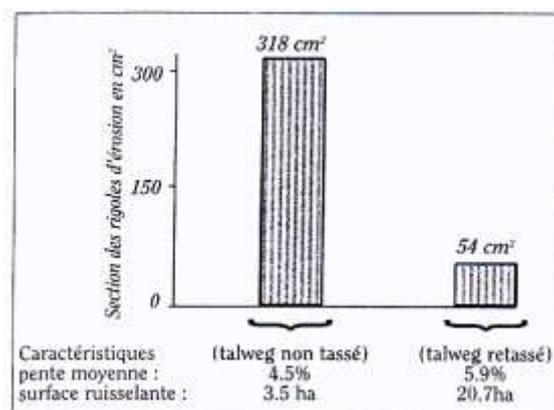
La **bande enherbée** de forme concave implantée en fond de vallon permet de freiner les écoulements, d'augmenter la résistance au sol à l'érosion et de piéger les sédiments. Elle concerne :

- l'axe des talwegs (bande de 20-30m de large pour éviter les problèmes d'ensablement),
- les zones de rupture de pente sur des sols de limons battant lorsque des parcelles cultivées dans le sens de la pente (risque d'érosion de versant) existent à l'amont.

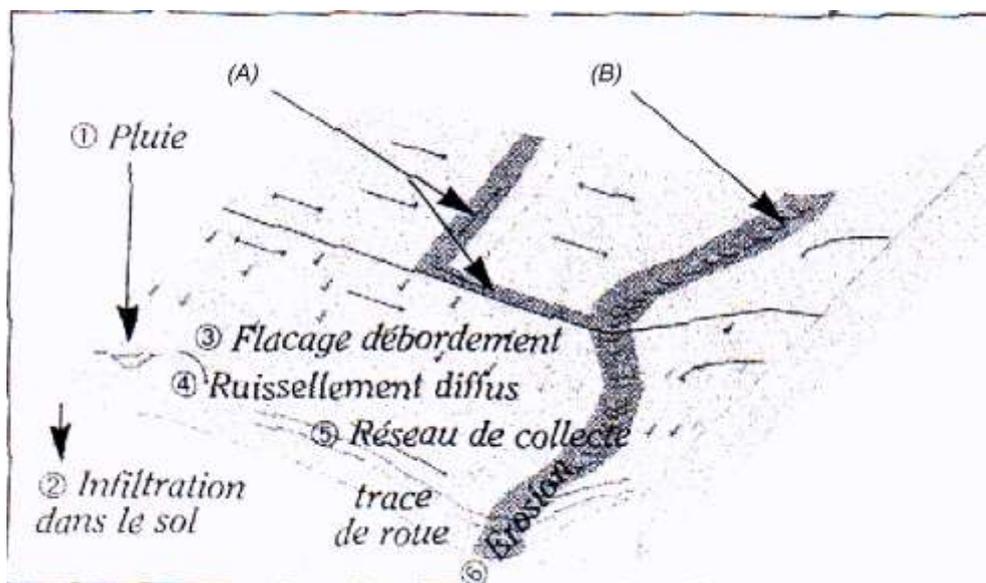
L'implantation d'un chemin d'eau enherbé est la solution la plus efficace afin d'éviter l'arrachement et la formation de ravines. L'herbe protège le sol pour des vitesses pouvant atteindre 1,8 m/s alors que pour un sol travaillé, la résistance n'excède jamais une vitesse de 0,3 m/s.

La **bande de terre** tassée possède une largeur de 10 m au minimum. Elle est implantée en fond de vallon pour limiter l'érosion. La présence supplémentaire d'une végétation dense de graminées augmente encore cette résistance à l'arrachement.

La bande de terre retassée doit être réservée aux zones où les risques sont faibles et peu fréquents. Il est donc adapté aux petits bassins versants en hiver. Il ne convient pas aux problèmes liés aux orages. Comme le montre le tableau ci-dessous, cette technique apporte une amélioration en divisant par 6 les pertes de terre.



Les chemins d'eau sont à situer sur tous les axes de ruissellement concentré constitués par les fonds de **vallons (B)**, les mini dépressions et les noues en limites de parcelles **(A)**.



Les critères de choix entre la bande enherbée et la bande tassée sont les suivants :

Bande tassée	Chemin d'eau enherbé
3 conditions à réunir :	3 cas possibles :
- B.V. amont de taille comprise entre 10 et 100 ha en cultures	- bassin versant > 100 ha
- et pente des versants $\leq 3\%$	- pente des versants > 3 %
- et pente du talweg $\geq 2\%$ et $\leq 3\%$	- pente du talweg > 3 %

b) Zone d'inondation contrôlée, zone de submersion

La ZIC est un champ d'épandage ou de rétention temporaire d'une « crue », de préférence sur des prairies.

Les réservoirs ou retenues derrière un talus, avec une évacuation différée offrent la meilleure efficacité. Celle-ci est d'autant plus grande que les eaux d'entrée sont chargées en particules grossières (> 5 μm).

Les grands stockages permettent surtout d'écarter la pointe de ruissellement.

Pour assurer un ressuyage rapide, on équipera la ZIC de dispositifs ou d'une canalisation permettant un débit de fuite faible, calculé au cas par cas en fonction de l'acceptabilité par l'aval, ou bien on envisagera un lâcher au moyen d'une vanne manœuvrable, à ouvrir après la pluie. Dans les deux cas, on contrôlera le temps de vidange de la rétention.

Ce dispositif peut être réalisé au profit d'un remblai routier ou d'un talus à placer perpendiculairement au talweg.

Souvent associés à des haies pour garantir leur stabilité et l'intégration paysagère, les talus sont équipés d'un dispositif de vidange différé (buse sous talus). La zone submergée est contrôlée par la cote de surverse.

Ces dispositifs sont placés aux endroits stratégiques dans la génération du ruissellement, par exemple aux angles de parcelles à des croisements de routes.

Il s'agit du type de mesures le plus souvent adopté, car il offre une forte amélioration pour un coût d'investissement le plus faible. De plus, il apporte un intérêt paysager évident.

Le schéma de principe est le suivant :

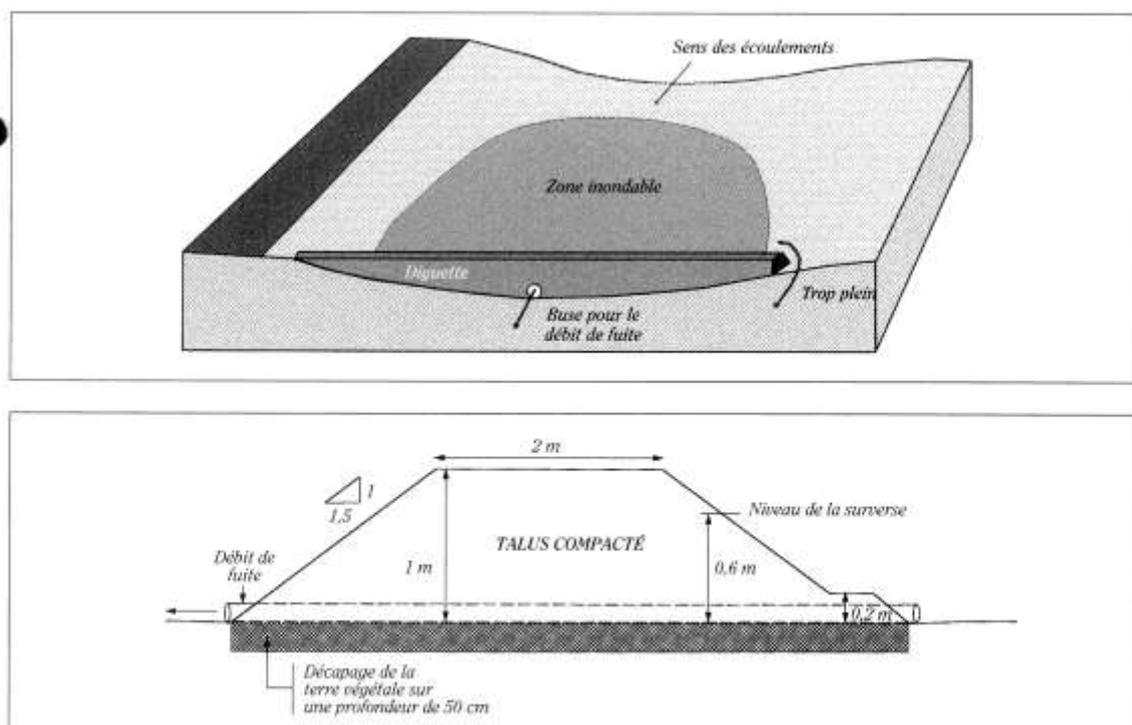


Schéma issu d'une Plaquette « Erosion, Inondation, Turbidité – Agriculteurs, un large champ de solutions ! »

En revanche, il pose des problèmes d'ordre foncier car il peut participer à la submersion de parcelles cultivées. On privilégiera alors ce type d'aménagement sur des prairies (« prairie inondable »), alors que l'on proposera la réalisation de noue de stockage (cf. ci-dessous) avec acquisition foncière, sur des terrains arables.

Le choix d'une submersion de parcelles cultivées devra être réalisé en connaissance de la fréquence et de la durée probable de submersion.

c) Haie anti-érosives

Les haies bourrelets ou haies fossés, caractéristiques du bocage, créent un barrage en bordure du champ, de la pâture, ... , leur suppression a entraîné une modification des conditions de ruissellement et provoqué en zones cultivées des coulées de boues, perceptibles sur les bords de routes dépourvus de fossés et quelques fois catastrophiques, dans les villages,....

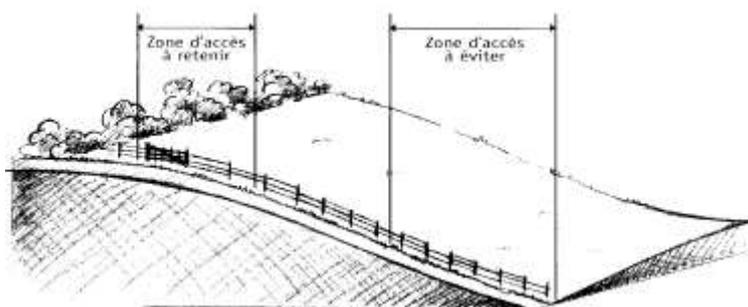
d) Plis et accès aux parcelles

Les plis ont pour principe la rupture de la pente, de barrer un talweg, ou détourner une ligne d'écoulement, une rampe d'accès à un champ ou une pâture,

Rappel sur les accès de propriété :

L'accès à la propriété foncière à partir de la voie publique est un droit acquis dit « aisance de voirie » lié à la propriété. Ce droit acquis est cependant soumis à autorisation préalable délivrée par le gestionnaire de la voie publique. Cette autorisation fixe le nombre d'accès, le positionnement et les conditions techniques de réalisation.

Le positionnement des accès est conditionné aux contraintes de la route et aux contraintes liées aux cultures (boues, eaux pluviales). Pour ces dernières, **l'exploitant est responsable de l'état de la route en cas de pluviosité normale** (présence de boues). Aussi, si le terrain est en pente, l'accès ne sera pas positionné en bas de pente. Afin que l'écoulement ne se fasse pas directement sur la route, il est souhaitable de faire les derniers sillons parallèles à la route. Les dimensions des accès ont des caractéristiques adaptées, la largeur pouvant aller de 3 à 7,50m.



Plaquette du Conseil Général de la Manche

e) Bourrelets et talus

Le bourrelet de 0.30 à 0.60 m et le talus (> 0.80 m) édifiés en bordure du champ, évitent que le ruissellement chargé de terre se répande sur les parcelles voisines ou sur une route, un chemin, ...

Les talus n'empêchent pas l'érosion sur les parcelles agricoles mais contribuent à limiter les transports solides vers les talwegs récepteurs à l'échelle du bassin versant. Des limons grossiers et riches en matières organiques vont donc décanter.

Après stockage des eaux boueuses derrière un talus, l'évacuation différée de l'eau décantée peut s'effectuer vers un fossé.

Un chemin d'exploitation surélevé peut aussi jouer un rôle équivalent.

f) Ouvrage de stockage "simple"

▪ Stockage linéaire par des fossés dits « stockants »

En bord de route ou plus rarement entre parcelles agricoles, ils sont souvent associés à des haies pour garantir leur intégration paysagère. Le fossé peut-être simple ou décomposé en tronçons (en escaliers), afin de suivre la pente du terrain, doté d'un déversement sur seuil haut. [maxi 1 m³ de stockage au ml]

Les schémas ci-dessous illustrent les exemples des fossés à redents et de la noue engazonnée. Le fossé à redents constitue un système très performant de stockage linéaire et de ralentissement des écoulements. Ils cloisonnent le fossé tout en permettant un débit de fuite d'un compartiment à un autre.

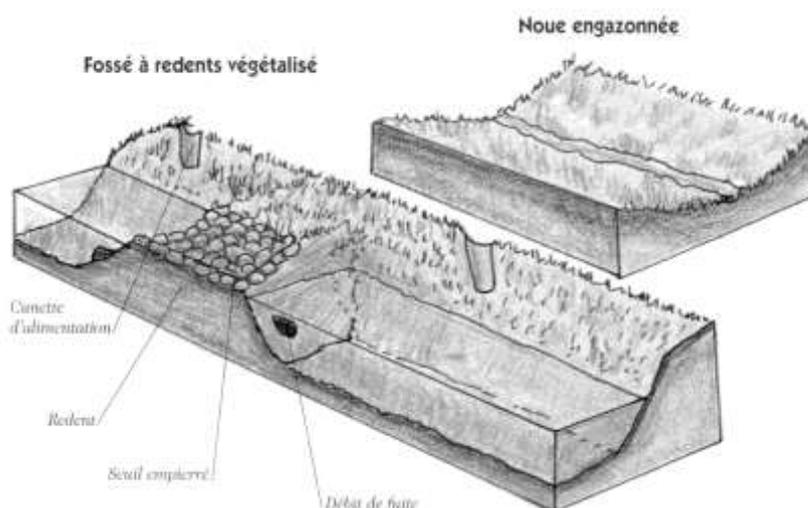


Schéma issu de Connaître pour Agir N°14 - AREHN

▪ Stockage par noue de rétention :

C'est une variante du talus de rétention. La zone submergée est cantonnée à une bande verte parallèle au talus et d'au moins 5 m de large, formant une cuvette et bordée d'une haie à l'amont. Par contre, l'acquisition foncière est ici à envisager.

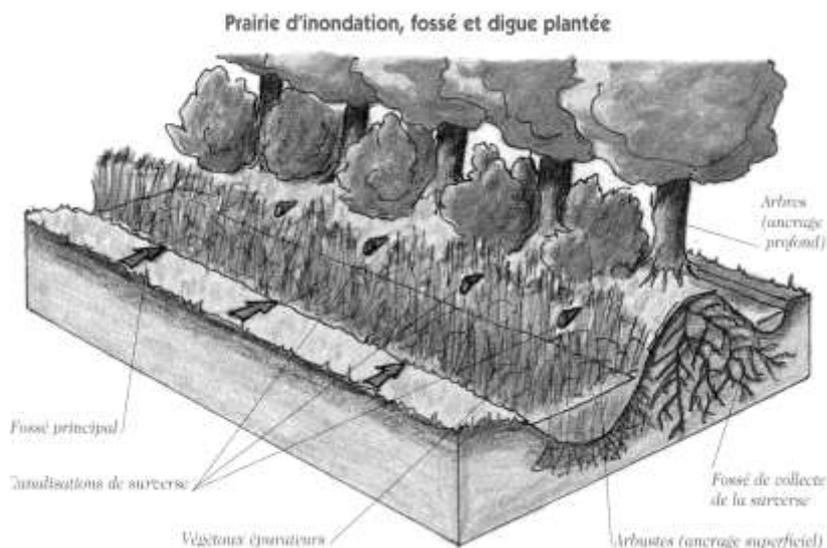


Schéma issu de Connaître pour Agir N°14 - AREHN

1. LUTTE CONTRE LES INONDATIONS : EBAUCHE DE SOLUTIONS

1.1. OPTIMISATION DES OUVRAGES EXISTANTS OU PROJÉTÉS A COURTS TERMES

Il s'agit ici d'étudier **comment l'efficacité des ouvrages de rétentions existants ou projetés**, sur le bassin versant du Vaularon, **peut être améliorée**, compte tenu que leur capacité n'est pas sollicitée entièrement pour les pluies de projet (cf. diagnostic hydraulique).

L'analyse des débits générés sur le bassin de la Frileuse a montré que la production du sous-bassin du Ravin constituait son apport majeur en débit de pointe. Par contre, le débit rejeté par le bassin de l'Aqualand est minoritaire, puisque limité à 130 l/s, devant un débit de pointe de 1 500 l/s de la Frileuse au Triangle, pour la pluie de projet de période de retour 20 ans. Donc, une réduction de ce débit de fuite aurait une influence marginale sur les débits à l'aval et sur la réduction des débordements.

Par conséquent, **ce paragraphe portera essentiellement sur l'optimisation des bassins de rétention projetés :**

- ✓ « **Frileuse** », qui devra assurer la protection des points sensibles de l'avenue de la Hacquinière et de l'avenue de la Promenade ;
- ✓ « **Grands Près** », qui associé à l'ouvrage précédent, devra permettre la limitation des débordements dans le quartier de Paris-Chevreuse, au minimum.

1.1.1. Bassin de rétention de la Frileuse

Cet aménagement est prévu pour limiter le débit de pointe à 700 l/s. Il sera doté d'une capacité de 5 000 m³. Or nous avons vu (partie 2) qu'il assurait une réduction des débordements à l'aval immédiat, malgré la persistance de désordres ponctuels. En effet, les débits générés par des averses non saturantes de période de retour 10 et 20 ans restaient supérieurs aux capacités des collecteurs Ø 500 et Ø 600 (amont Triangle, rue de Gometz, avenue de la Promenade) qui assurent normalement l'évacuation du ruisseau de la Frileuse. Par ailleurs, pour ces mêmes averses, nous avons pu constater que la capacité du bassin de rétention était sous utilisée.

Nous allons donc étudier, dans quelle mesure la réduction du débit de fuite de cet aménagement, pourrait effacer tous les débordements sur la Frileuse, pour l'averse de période de retour 20 ans.

Les simulations permettent de montrer que :

- ✓ Le débit de fuite doit être limité à 400 l/s pour que disparaissent les débordements observés en amont du Triangle ;
- ✓ Les débits générés par le secteur pavillonnaire à forte pente de l'avenue de la Hacquinière et des Bigarreux sont supérieurs à la capacité d'évacuation du collecteur Ø 600 de la rue de l'avenue de la Promenade ; par conséquent, la diminution du débit de fuite de la rétention « Frileuse » au-delà de 400 l/s ne permettra pas d'effacer les débordements pour T=20 ans : elle contribue seulement à réduire le volume débordé.

Impact du débit de fuite de la rétention « Frileuse » sur les débordements de l'av. de la Hacquinière à l'av. de la Promenade, pour une averse de période de retour 20 ans

Débit de fuite	Volume débordé	Localisation des débordements
700 l/s	1900 m ³	3 points persistent : amont Triangle, rue de Gometz et av. de la Promenade.
400 l/s	1350 m ³	Suppression des débordements en amont du Triangle, mais persistance à l'aval.
150 l/s	900 m ³	Persistance des débordements rue de Gometz et avenue de la Promenade.

Par conséquent, dans l'optique d'effacer tous débordement pour la période de retour 20 ans, deux types d'interventions possibles s'avèrent nécessaires : l'augmentation des capacités d'évacuation ou la rétention des volumes générés à l'aval du bassin de rétention.

La possibilité d'augmenter les capacités d'évacuation du collecteur Ø 600 est tout de suite écartée puisque la simulation montre qu'elle contribuerait à augmenter le débit de pointe à l'aval et pourrait aggraver la situation actuelle.

Compte tenu du bâti existant, la rétention des volumes ruisselés ne pourra s'effectuer que par **la mise en œuvre de techniques alternatives ou diffuses sur les secteurs : avenue de la Hacquinière, les Bigarreux, avenue de la Promenade.**

Il s'agira de favoriser progressivement, dans le bâti existant, **la rétention à la source, par déconnexion des toitures et des voiries du réseau pluvial, stockage à la parcelle, microstructures de rétention collective, afin de limiter la production de ce secteur à moins de 3 l/s/ha pour la période de retour 20 ans.**

Dans ces conditions, **un débit de fuite de 400 l/s imposé au bassin de rétention de la Frileuse assure la suppression des débordements pour la période de retour de 20 ans**, sur tout le tracé du ru, depuis l'avenue de la Hacquinière jusqu'à l'avenue de la Promenade. Dans ces conditions, la capacité du bassin de rétention sollicitée est estimée à 2 100 m³.

1.1.2. Bassin de rétention des Grands Prés

Comme pour l'ouvrage projeté précédent, nous avons constaté que pour le débit de fuite initial de 1.2 m³/s, les débordements observés à l'aval immédiat (quartier Paris Chevreuse) étaient grandement réduits, mais que persistaient deux points critiques :

- à l'aval de l'avenue du Centre, où l'ouvrage Ø 1000 s'avère d'une capacité inférieure au débit généré, même écrêté ;
- au droit du boulevard des Oiseaux et de la rue du Soleil Levant.

Or **un débit de fuite limité à 700 l/s pour le bassin de rétention des Grands Prés permet d'effacer ces points de débordements** pour la période de retour 20 ans, tout en respectant la capacité du bassin projetée de 5 000 m³.

1.1.3. Bilan de l'impact de ces aménagements à l'échelle du bassin versant

Une première optimisation des bassins de rétention projetés conduit à :

- ✓ appliquer un débit de fuite de 400 l/s au bassin Frileuse, auquel doit être associée la mise en œuvre de techniques alternatives sur les secteurs : avenue de la Hacquinière, les Bigarreux, avenue de la Promenade, afin de limiter la production de ces secteurs à moins de 3 l/s/ha pour la période de retour 20 ans ;
- ✓ limiter le débit de fuite de la rétention Grands Prés à 700 l/s.

Ces opérations permettent de supprimer les débordements dommageables de la Frileuse et du Vaularon dans Paris-Chevreuse. Mais malgré une rétention accentuée, **les débordements du Vaularon aux Jardins de Bures et rue du Docteur Collé persistent encore pour l'averse de période de retour 20 ans.**

En effet, cet écrêtement possède un impact sur les débits de pointe en aval de la confluence Vaularon / Angoulême puisque le débit maximum obtenu pour l'averse de période de retour 20 ans est limité à 3.5 m³/s au lieu de 4.4 m³/s, mais cet impact s'efface rapidement du fait des apports urbains aval. **Il n'a plus d'influence alors sur le débit de pointe à l'exutoire du Vaularon.**

1.2. LUTTE CONTRE LES INONDATIONS A L'AMONT DES PROJETS DE RETENTION

Dans une logique de recherche d'aménagements cohérents de l'amont vers l'aval, nous rechercherons tout d'abord à **limiter les désordres observés** à l'amont du bassin versant du Vaularon.

Il s'agit d'intervenir sur deux grands secteurs, pour lesquels une protection pour la période de retour 20 ans est requise :

- ✓ **Le lotissement St Clair à Gometz-le-Châtel** ;
- ✓ **Les réseaux d'eaux pluviales** du vieux village de **Gometz-le-Châtel**, de la rue St Nicolas, de la route de Chartres, du chemin de la Butte Espagnole et de la route Neuve.

1.2.1. Le lotissement St Clair

Il s'agit dans un premier temps de mesurer l'efficacité **d'un talus de rétention** situé en amont de chemin de St Jean de Beaugard, tel qu'il existe aujourd'hui (mais formalisé et aménagé), pour une pluie de projet non saturante de période de retour 20 ans.

Une telle zone de submersion, dotée d'un débit de fuite de 10 l/s, efface les désordres observés rue des Bleuets et rue de Grivery pour l'averse décennale, mais au-delà, les débordements réapparaissent au bas de la rue des Bleuets.

L'analyse des profils en long fait apparaître que **la mise en charge du collecteur Ø 400 de la rue de Grivery est responsable du désordre** : en effet la pente de ligne d'eau indique bien que l'insuffisance capacitaire du collecteur est à l'origine de la mise en charge, et non une contrainte aval exercée à la confluence de cette antenne avec les apports de la RD35 ou des terres arables (le collecteur Ø 500 situé à l'aval de la confluence est bien plus pentu que le tronçon Ø 400 de la rue de Grivery).

Par conséquent, trois solutions possibles se présentent :

1. le remplacement de la canalisation de la rue de Grivery ;
2. la mise en place d'un fossé stockant (150 m³ pour un débit de fuite de 70 l/s), le long de la rue de Grivery, recevant le trop plein de l'antenne pluviale ;
3. la mise en œuvre de techniques alternatives à la parcelle et sur les voiries, assurant une limitation du débit en sortie de zone à un maximum de 10 l/s/ha.

La première proposition doit être écartée, car elle induit une aggravation des écoulements à l'aval, et conduirait à des débordements au niveau du carrefour de St Clair.

Les solutions suivantes assurent une limitation des désordres sans contribuer à une aggravation des écoulements vers l'aval. La deuxième solution, présente l'avantage de pouvoir être mise en œuvre plus rapidement que les techniques alternatives, qui s'avèrent être une mesure progressive et à envisager à long terme.

L'efficacité des deux dernières mesures ayant été testée par simulation, nous retiendrons alors ces deux possibilités.

Finalement, pour le lotissement St Clair, les propositions d'interventions se résument à :

- ✓ La réalisation **d'une zone de submersion en amont du chemin St Jean de Beauregard**, par talus de rétention ;
- ✓ La **restriction des rejets pluviaux à moins de 10 l/s/ha pour le lotissement** ou à la mise en place d'un **trop plein sur l'antenne pluviale** de la rue de Grivery, dont les volumes surversés seront dirigés dans un **fossé stockant (150 m³) situé le long de cette rue**.

1.2.2. Les réseaux d'eaux pluviales de Gometz-le-Châtel

D'une manière globale, il paraît difficile d'envisager une limitation des débordements sur ce secteur, par la mise en œuvre de mesures de rétention quelles soient collectives (bassin de rétention par exemple) ou individuelles (rétention à la parcelle, interventions en domaine public), compte tenu de son contexte urbanistique : le bâti est trop dense pour pouvoir introduire de telles mesures. Le manque d'espace associé aux pentes importantes exclut la réalisation de chaussées réservoir.

Par conséquent, **nous devons envisager la possibilité d'augmenter les capacités d'évacuation des collecteurs pluviaux du secteur** en veillant que ces opérations soient sans ou avec peu d'effets à l'aval. Ceci devrait être possible, du fait de la présence du bassin de rétention des Grands Prés situés à l'aval immédiat des ces opérations.

La capacité nette de la mare du Village de Gometz-le-Châtel peut difficilement être augmentée. La suppression de ses débordements pour l'averse décennale ne peut s'opérer que par une augmentation de son débit de fuite. Nous proposons ainsi, la suppression du siphon existant et **son remplacement par un ouvrage assurant un débit de fuite de 20 l/s**. Ce débit, associé au trop plein conservé dans l'état, permet d'éviter les débordements de la mare pour l'averse décennale, et reste sans impact à l'aval compte tenu de sa faiblesse.

Les débordements observés rue St Nicolas, route de Chartres, chemin de la Butte Espagnole et route Neuve vont être résolus par une seule opération globale. Le principe en est **la réalisation d'un collecteur de décharge de l'antenne pluviale de la route de Chartres, qui empruntera la route Neuve**, et interceptera aussi les collecteurs du chemin de la Butte Espagnole et la canalisation descendant de la rue de Gometz-Cottage. Cette opération devra tout de même être complétée par un remplacement des collecteurs EP de la rue St Nicolas, qui s'avèrent encore insuffisants.

Dans le détail, l'opération se décompose-en :

- ✓ remplacement du collecteur pluvial Ø 300 de la **rue St Nicolas** (à l'aval de la Place Hackenberger) par **une canalisation Ø 500** ;
- ✓ remplacement du tronçon Ø 400 de la **rue St Nicolas** par **une canalisation Ø 600** jusqu'au carrefour de la route de Chartres ;
- ✓ création d'un **délestage au carrefour de la route de Chartres vers la route Neuve par un collecteur de diamètre Ø 600** jusqu'à la confluence avec l'antenne EP du chemin de la butte espagnole ;
- ✓ **pose d'un collecteur Ø 800** reprenant le délestage et l'antenne Ø 600 du chemin de la butte espagnole, dont le rejet s'effectuera vers le fossé existant ;

S.I.A.H.V.Y.	Schéma Directeur de Gestion des Eaux de Ruissellement du Bassin Versant Hydraulique du Ru de Vaularon	Setegue 02E78
--------------	---	------------------

- ✓ **extension de l'antenne pluviale Ø 500** descendant de la rue de Gometz-Cottage vers le nouveau collecteur Ø 500 ;
- ✓ l'évacuation des débits ainsi ramenés en ce point, est compatible avec la capacité du fossé situé à l'aval.

1.2.3. Impact de ces opérations à l'aval

Ces opérations proposées sur les secteurs amont sont qualifiées d'incontournables car elles présentent peu d'alternatives réalistes.

Leurs mises en œuvre ainsi que l'optimisation des bassins de rétention projetés, permettent d'atteindre les objectifs fixés (20 ans), concernant :

- ✓ la protection des points « amonts » (Lotissement St Clair, différents secteurs de Gometz-le-Chatel) ;
- ✓ la limitation des débordements dommageables de la Frileuse, et du Vaularon jusqu'à la voie RATP.

Les mesures visant localement une augmentation des capacités d'évacuation, et **proposées dans ce paragraphe, ne conduisent pas à une aggravation des conditions d'écoulements à l'aval.**

1.3. MESURES COMPLEMENTAIRES : EBAUCHE DE SCENARIOS

1.3.1. Efficacité des propositions précédentes

Les opérations proposées précédemment :

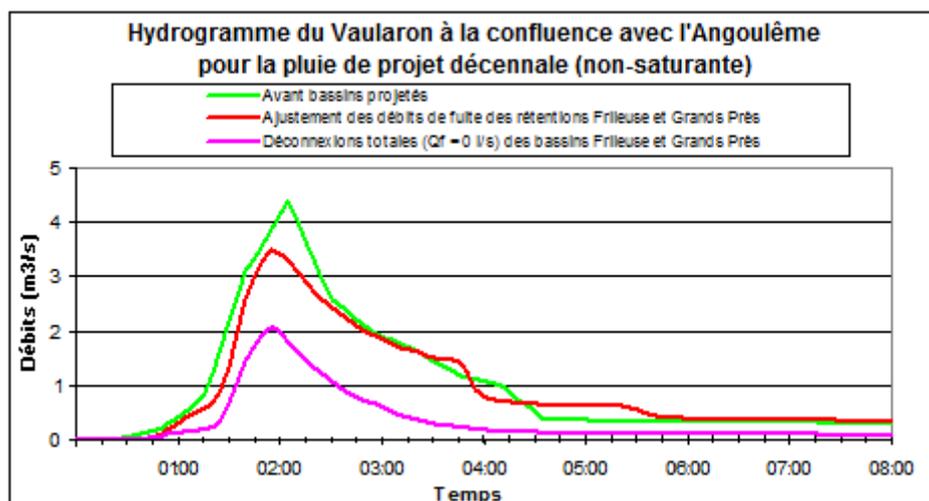
- ✓ l'optimisation des bassins de rétention projetés Frileuse et Grands Prés ;
- ✓ ainsi que la mise en œuvre de techniques alternatives sur le domaine public comme privé dans les zones urbanisées existantes de l'avenue de l'Hacquinière, quartier les Bigarreux, rue de Gometz et avenue de la Promenade ;
- ✓ et les actions préconisées sur les secteurs amont (Lotissement St Clair et réseaux d'eaux pluviales de Gometz-le-Châtel) ;

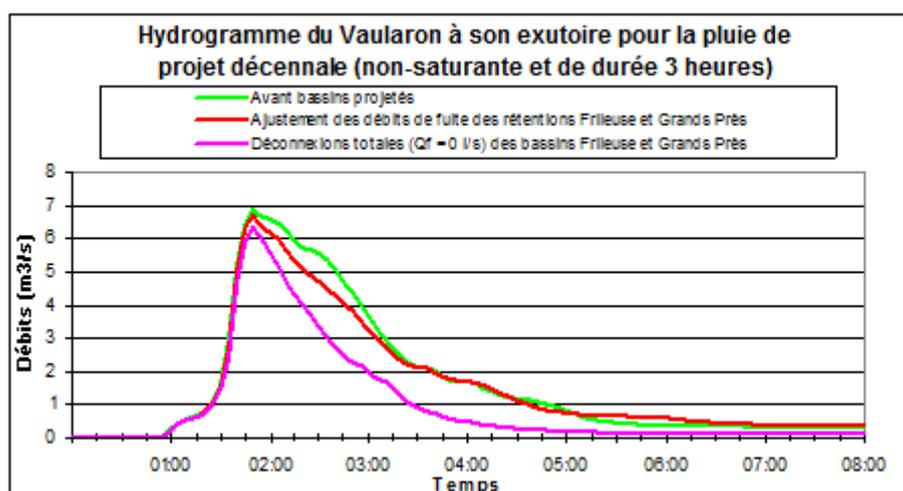
assurent la protection, des points « amonts », des habitations riveraines de la Frileuse et du Vaularon dans Paris-Chevreuse, pour la pluie de projet de période de retour 20 ans. Par ailleurs, ces propositions permettent une limitation des débordements dommageables du Vaularon jusqu'à la voie RATP pour la même référence pluviométrique.

La carte n°27 précise ainsi les points de débordements qui persistent, après avoir introduit ces propositions dans le modèle de simulation. Elle est à confronter aux cartes de diagnostic de la situation actuelle.

Mais il s'avère que **les débordements observés aux jardins de Bures et au droit de la rue du Docteur Collé persistent pour la période de retour 20 ans**

Nous avons donc étudié l'impact d'une réduction plus poussée des débits de fuite des ouvrages de rétention situés en amont (Frileuse et Grands Prés). Les graphiques proposés ci-dessous montre que **cette réduction ne se justifie pas** : la simulation d'une situation théorique où les débits de la Frileuse et des Grands Prés son nulles, montrent que leur impact est certain à la confluence du Vaularon et de l'Angoulême, mais **s'avère nul sur le comportement du Vaularon aval**. Comme nous pouvions le pressentir les zones urbanisées situées à l'aval du bassin versant génèrent des débits de pointe importants qui constituent l'essentiel de la pointe de crue du Vaularon à l'aval de la voie RATP.





Par conséquent, **nous n'envisagerons pas de réduire plus encore les débits de fuite des ouvrages projetés**, d'autant plus que, le choix de débits de fuite limité à 400 l/s à Frileuse et 700 l/s à Grands Prés, **permet d'assurer une protection supérieure à la période de retour 20 ans pour les points situés à l'aval immédiat des deux aménagements**, en conservant une part de la capacité des ouvrages non utilisée. Cette remarque est aussi valable pour les bassins de rétention de Chevy.

Ainsi, nous pouvons voir sur la carte n°27, que les débordements qui apparaissent pour la période de retour 50 ans restent localisés seulement à quelques points : la plupart des secteurs du ravin de la Frileuse et de Paris-Chevreuse sont encore protégés.

Nous rappellerons les mesures envisagées :

Type	Lieu	N°
OPTIMISATION DES OUVRAGES PROJETES		
Bassins de rétention projetés	Réduction du débit de fuite du bassin « Frileuse » à 400 l/s	[1]
	Réduction du débit de fuite du bassin « Grand Prés » à 700 l/s	[2]
Techniques alternatives assurant une restriction du débit rejeté	Avenue de la Hacquinière, quartier les Bigarreux et avenue de la Promenade	[3]
OPERATIONS AMONT		
Modifications d'ouvrage	Débit de fuite de la Mare du Village à Gometz-le-Châtel porté à 20 l/s	[4]
Zone de submersion	Amont chemin de St Jean de Beauregard, dotée d'un débit de fuite de 10 l/s	[5]
Fossé stockant	Le long de la rue de Grivery au lotissement St Clair, d'une capacité de 150 m ³ pour un débit de fuite de 70 l/s. Scénario maîtrise aval.	[6]
Techniques alternatives assurant une restriction du débit rejeté	Lotissement St Clair à Gometz-le-Châtel : 10 l/s/ha. Scénario maîtrise amont.	[7]
Remplacement de collecteurs	Rue St Nicolas amont : actuellement Ø 300 par Ø 500	[8]
	Rue St Nicolas aval : actuellement Ø 400 par Ø 600	[9]
Pose de collecteurs	Route Neuve amont : Ø 600	[10]
	Route Neuve aval : Ø 800	[11]
	Route Neuve : prolongement Ø 500 descendant de la rue de Gometz-Cottage	[12]

1.3.2. Recherche de solutions pour limiter les débordements à l'aval

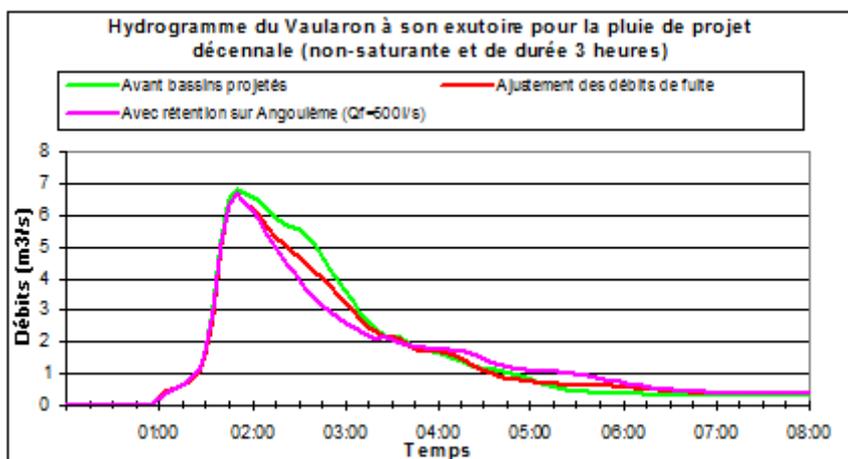
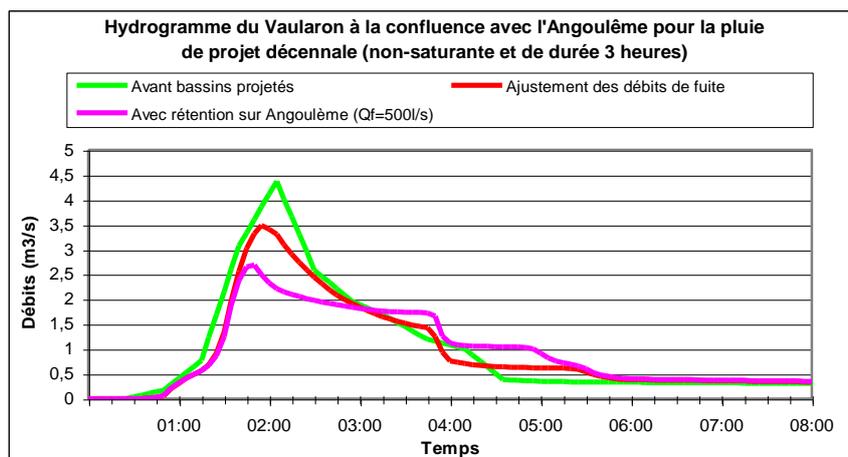
L'objectif de ce paragraphe est alors la recherche de solutions afin d'assurer la **suppression de tous les débordements** aux **jardins de Bures** et sur la **rue docteur Collé** (associé au quartier de la Prairie à Bures sur Yvette), **pour la pluie de projet de période de retour 20 ans**, conformément au schéma de protection simplifié.

Nous avons précédemment exclu une réduction plus poussée des débits de fuite des bassins de rétention de Frileuse et Grands Près, arguant que son impact serait négligeable sur les débits véhiculé à l'aval de la confluence Vaularon / Angoulême. Les graphiques proposés ci-dessous illustrent ces propos.

Afin d'orienter les propositions, nous avons testé l'impact de deux mesures :

- ✓ **L'influence d'un écrêtement des débits de l'Angoulême** (limité à 500 l/s pour un débit de 1.8 m³/s actuellement pour l'averse de période de retour 20 ans) ;
- ✓ **L'impact d'un aménagement de l'étang de la Vierge**, dans le respect du site existant.

Seule la combinaison de ces deux aménagements et sous réserve de leurs caractéristiques, permet d'effacer les débordements au droit des Jardins de Bures pour la période de retour de 20 ans. Mais l'écrêtement est encore insuffisant pour limiter les débordements rue du Docteur Collé. Les graphiques présentés ci-dessous illustrent leur impact.



Donc irrémédiablement, d'autres sites de rétention doivent être recherchés, notamment sur les antennes pluviales se rejetant dans le Vaularon, afin d'atteindre un écrêtement suffisant à l'aval de la voie RATP. En effet, **il est exclu d'augmenter les capacités d'évacuation du Vaularon, même à usage exceptionnel, sous peine de reporter ou d'aggraver les problèmes d'inondations sur l'Yvette.**

Par conséquent, l'écrêtement de l'hydrogramme de crue à l'aval devra répondre au seul objectif suivant : le débit de pointe généré par la pluie de projet de période de retour 20 ans devra être inférieur aux capacités d'évacuation.

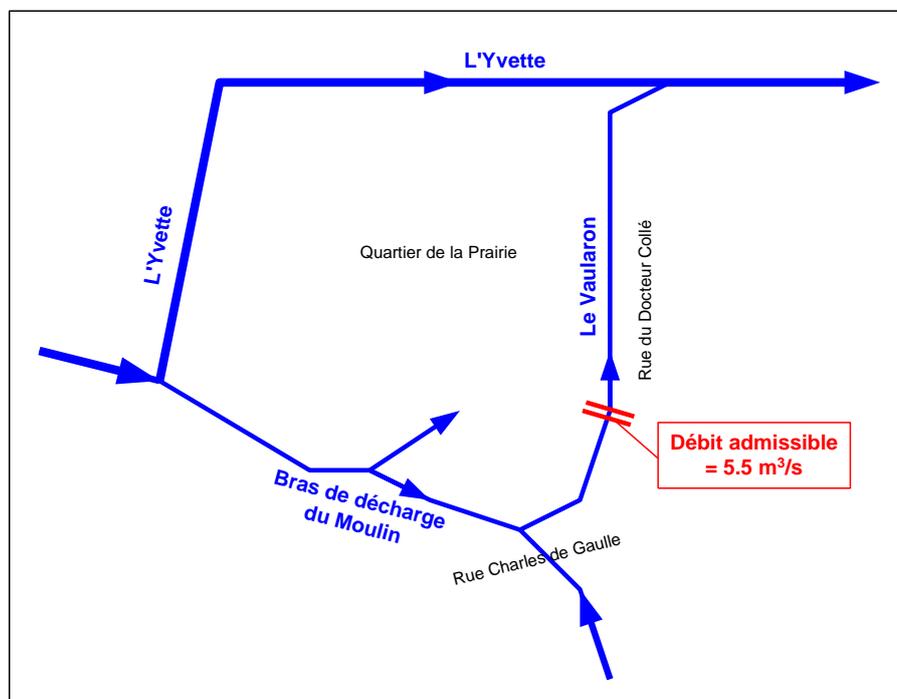
Or la condition la plus restrictive s'avère la capacité du Vaularon au droit de la rue du Docteur Collé : **le débit de pointe du cours d'eau doit être inférieur ou égal à 5.5 m³/s, pour qu'il n'y ait pas de débordements**, en présence ou non d'une contrainte aval exercée par l'Yvette.

On proposera alors **deux scénarios de travail**, concentrant des actions sur le bassin versant de l'Angoulême et du Vaularon aval, afin d'atteindre l'écrêtement requis :

1/ **maîtrise aval** : aménagement de bassins de rétention répartis sur les principaux apports ;

2/ **maîtrise amont** : techniques alternatives privilégiées tant en secteur urbain que rural.

Par ailleurs, nous distinguerons deux sous-scénarios de dimensionnement selon que le bras de décharge du Moulin est en fonctionnement ou pas. Dans le premier cas, le débit de pointe visé pour le Vaularon sera de 5.5 m³/s ; alors que dans l'hypothèse où le bras de décharge fonctionne, le débit de pointe devra être limité à 5.5 m³/s auquel est déduit le débit du bras de décharge.



1.3.3. Scénario « maîtrise aval »

Ce scénario privilégie la mise en place de bassins de stockage-restitution répartis à l'aval des différents apports. Nous proposons de retenir les sites d'implantation qui apparaissent les plus pertinents sur le plan hydraulique, et nous fournissons le dimensionnement des ouvrages pour les deux objectifs d'écrêtement.

Il s'avèrent que :

- ✓ la mise en place de bassins de rétention sur les antennes pluviales de Bures-Cottage et Bures-Montjay permettent une réduction conséquente du débit de pointe du Vaularon à l'aval de la Grande Maison (6.3 m³/s pour la période de retour 20 ans, contre 7.8 m³/s) ;
- ✓ l'écrêtement des débits de l'Angoulême, ensuite, est sans impact sur le débit de pointe du Vaularon à l'aval de la voie RATP ;
- ✓ l'aménagement de l'étang de la Vierge en bassin mixte permet d'atteindre l'objectif de 5.5 m³/s rue du Docteur Collé, mais nécessite tout de même un marnage assurant le stockage de 3 800 m³ au dessus du niveau d'eau permanent. Ce volume semble trop important à mettre en œuvre dans le respect du site, et un écrêtement de l'Angoulême n'influence pas ce volume.

Nous retiendrons tout de même les propositions suivantes :

SCENARIO : MAITRISE AVAL				
Type	Lieu	N°	Débit de fuite	Capacité
Bassin de stockage restitution enterré	Carrefour des Fauvettes (RD988)	[18]	100 l/s	1 700 m ³
	Avenue Edouard Herriot	[19]	100 l/s	1 800 m ³
Bassin de rétention	Étang de la Vierge	[20]	2 900 l/s	3 800 m ³

Dans le cas où le bras de décharge du Moulin contribue au débit du Vaularon, le débit de pointe maximal admissible par le cours d'eau est dépassé. Mais étant donné que les sites clés de rétention sont déjà utilisés au maximum de leur capacité, ou que la réduction plus poussée des débits de fuite a peu d'impact à l'aval, il n'est pas possible d'envisager d'autres moyens d'écrêtement par le biais de structure « concentrée » de rétention.

Dans ce cas, il doit être impératif d'étudier dans quelle mesure le fonctionnement du bras de décharge devrait être asservi au débit du Vaularon. On peut imaginer un système assurant une régulation du bras de décharge lorsque le Vaularon est en crue.

1.3.4. Scénario « maîtrise amont »

Dans ce scénario, la mise en œuvre de techniques alternatives et diffuses est privilégiée. Il s'agit de favoriser progressivement, dans le bâti existant, **la rétention à la source, par déconnexion des toitures et des voiries du réseau pluvial, le stockage à la parcelle, les microstructures de rétention collectives, afin de limiter la production de débit pour la période de retour 20 ans.** Ces actions portent sur les parcelles privées comme dans le domaine public (cf. paragraphe 0.5.).

Ces mesures seront appliquées par ordre de priorité :

- ✓ aux secteurs pour lesquels, des bassins de rétention ont été proposés dans le scénario précédents ; le débit rejeté par unité de surface sera déterminé afin que le débit sortant soit équivalent au débit de fuite du bassin de stockage-restitution.
- ✓ ensuite, nous privilégierons les secteurs pour lesquels des désordres sont observées sur les antennes pluviales, tels que celle de l'avenue Voltaire ; le débit rejeté par unité de surface sera donc déterminé par la capacité du collecteur.

Il s'avère qu'en **intervenant sur les surfaces raccordées aux trois antennes pluviales principales**, Bures-Montjay, Bures-Cottage et avenue Voltaire, **l'objectif de débit du Vaularon (réduction à 5.5 m³/s) est atteint.**

Mais dans le cas d'une contribution du bras de décharge du Moulin, au débit du Vaularon, les préconisations de techniques alternatives dans les zones urbaines existantes doivent être étendue à d'autres secteurs. A titre d'exemple, pour un débit de **1 m³/s** du bras de décharge, il est nécessaire d'étendre les techniques alternatives aux quartiers de la Roseraie et Bures-Royaume.

SCENARIO : MAITRISE AMONT				
Type	Lieu	N°	Objectif de débit à l'aval	
			5.5 m ³ /s	4.5 m ³ /s
Techniques alternatives assurant une restriction du débit rejeté	Zone pavillonnaire du Bois de la Hacquinière et de l'avenue Voltaire	[21]	5.0 l/s/ha	5.0 l/s/ha
	Secteurs de Montjay et Bures-Montjay	[22]	3.5 l/s/ha	3.5 l/s/ha
	Secteurs les Hautes Plaines et Bures-Cottage	[23]	4.5 l/s/ha	4.5 l/s/ha
	La Roseraie, Bures-Royaume	[24]	-	5.0 l/s/ha

1.3.5. Scénario mixte

Compte tenu des difficultés que peut présenter l'aménagement de l'étang de la Vierge dans le cadre du scénario « maîtrise aval », tant sur le plan technique ou foncier, nous proposons ici à titre d'exemple, un scénario mixte, faisant intervenir des propositions des deux scénarios précédents.

La faible efficacité d'autres sites de rétention pouvant se substituer à l'étang de la Vierge (cf. paragraphes précédents), implique qu'il est indispensable d'envisager alors des mesures de rétention à la source ou diffuses.

SCENARIO MIXTE						
Type	Lieu	N°	Objectif de débit à l'aval			
			5.5 m ³ /s		4.5 m ³ /s	
Bassin de stockage restitution enterré	Carrefour des Fauvettes (RD988)	[18]	100 l/s	1 700 m ³	100 l/s	1 700 m ³
	Avenue Edouard Herriot	[19]	100 l/s	1 800 m ³	100 l/s	1 800 m ³
Techniques alternatives assurant une restriction du débit rejeté	Zone pavillonnaire du Bois de la Hacquinière et de l'avenue Voltaire	[21]	5.0 l/s/ha	-	5.0 l/s/ha	-
	La Roseraie, Bures-Royaume	[24]	-	-	5.0 l/s/ha	-

1.3.6. Mesures conservatoires

Des actions sur les secteurs ruraux tels que le bassin versant du Ravin ne se justifient pas en terme strictement hydraulique, pour les objectifs initiaux. Par contre, il reste impératif de **mettre en œuvre des mesures dites de préservation**, assurant la pérennité de facteurs limitant le ruissellement actuellement. Il s'agit par exemple du maintien de parcelles en jachères ou en prairie sur les versants les plus pentus, ou la conservation de remblais de chemin communaux ou d'exploitation, favorisant les rétentions à la parcelle.

Ces mesures à ajouter visent les secteurs suivants :

MESURES CONSERVATOIRES		
Type	Lieu	N°
Maintien des parcelles en jachères ou prairies	Secteurs les Rochers à Gometz-le-Châtel	[28]
	Secteurs les Gravier / les Bigarreux	[29]
Conservation des remblais de chemins communaux ou d'exploitation	Les Hameaux du Lavoir	[30]

1.3.7. Débordements des réseaux d'eaux usées

Les débordements des réseaux d'eaux usées observés principalement dans le quartier de Paris-Chevreuse et de la Prairie à Bures-sur-Yvette, sur le collecteur intercommunal, peuvent trouver plusieurs explications :

- ✓ la présence de mauvais branchements particuliers sur le bassin de collecte : des gouttières sont raccordées au réseau EU ;
- ✓ des intrusions au niveau des canalisations ou des regards sur le collecteur intercommunal lorsque celui-ci suit voire traverse le Vaularon.

Nous recommandons pour limiter ce phénomène plusieurs opérations, à mener de front ou successivement.

✓ 1^{ère} thématique : les branchements particuliers

Il s'agit au préalable de réaliser **un bilan des contrôles de branchements particuliers** réalisés ses dernières années par les communes et d'estimer les mises en conformité réellement menées. En l'absence d'un taux de mises en conformité suffisant, **les démarches devront être reprises**, alors que **les contrôles pourront être étendues** aux secteurs appartenant au bassin de collecte mais n'ayant pas fait l'objet d'une telle opération récemment.

A cet effet, nous proposons une cartographie (carte n°31) du bassin de collecte visé. Ces opérations sont à rapprocher des mesures visant la réduction des rejets d'eaux usées directement vers le milieu naturel, mais aussi le stockage-restitution et/ou l'infiltration à la parcelle.

✓ 2^{ème} thématique : le collecteur intercommunal

Un contrôle d'état des collecteurs intercommunaux, notamment à la traversée des cours d'eau devra être mené. Celui-ci peut consister en des visites nocturnes de temps sec et éventuellement une inspection caméra.

Soulignons que s'il n'existe pas d'intrusions de temps secs sur le collecteur, alors il est peu probable que l'on en observe par temps de pluie, et seul alors **un contrôle d'étanchéité des regards** situés sur les berges est nécessaire (si ce n'est pas déjà fait) afin de compléter le diagnostic.

✓ 3^{ème} thématique : le contrôle d'efficacité

Cette opération, constituée d'**une campagne de mesures sur les réseaux d'eaux usées**, peut être menée à plusieurs stades :

- dès à présent, afin d'estimer la surface active raccordée au réseau d'eaux usées et de la confronter à l'étendue des branchements particuliers non-conformes ;
- après la mise en conformité d'un nombre certains de branchements particuliers, afin d'évaluer la réduction de surface active ;
- après la réhabilitation éventuelle du collecteur intercommunal et de ses regards.

Ces mesures constitue un outils d'investigation pertinent, mais aussi permet d'asseoir une communication sur des bases solides : exploitées, elles quantifient les progrès en matière de réduction de débordements des réseaux d'eaux usées.

1.4. COMPORTEMENT DU BASSIN VERSANT AMENAGE POUR DES EVENEMENTS EXCEPTIONNELS

1.4.1. Simulations des situations aménagées

Nous analyserons dans un premier temps l'efficacité de **l'ensemble des propositions conduisant à un débit de pointe du Vaularon limité à 5.5 m³/s à son exutoire**, pour la pluie de projet de période de retour 20 ans.

Ces scénarios présentent la même efficacité hydraulique. Il assurent **la suppression de tous les débordements dommageables observés pour la pluie de projet de période de retour 20 ans.**

La carte n°28 propose les points de débordements qui persistent malgré les interventions préconisées : elle fait apparaître les points des débordements qui ont été jugés comme non dommageables, ceux qui n'ont pas été observés in-situ, ou les points connaissant un débordement pour une pluie de projet de période de retour 50 ans.

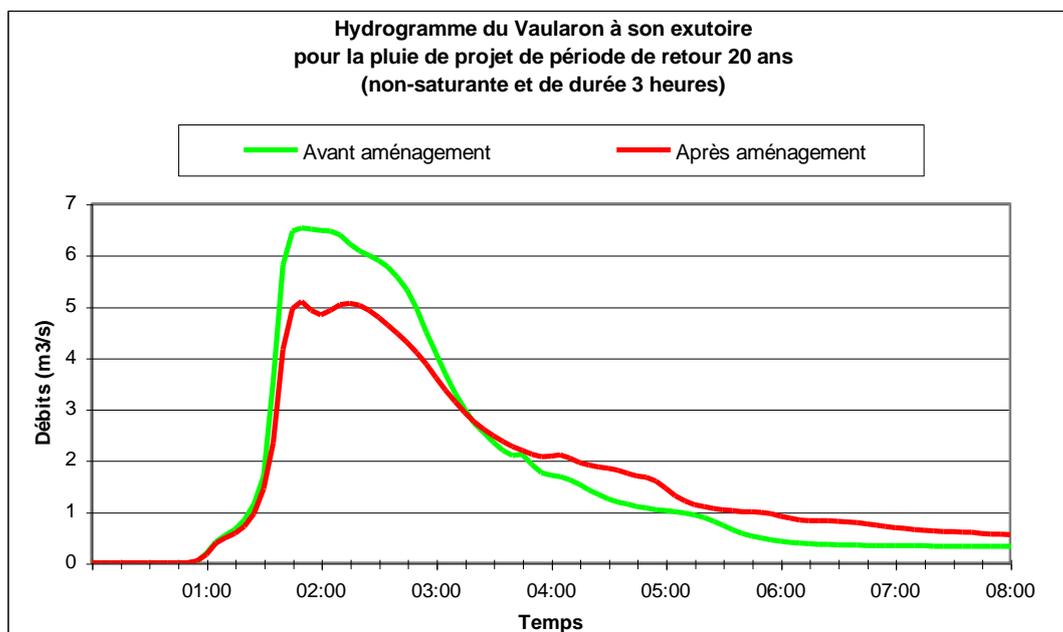
Ainsi, nous pouvons souligner que **la pluie de projet de période de retour 50 ans génère ponctuellement des débordements dans les secteurs sensibles.** C'est le cas :

- ✓ en amont du Triangle et avenue de la Promenade pour la Frileuse ;
- ✓ à l'aval de l'avenue du Centre et bd. des Oiseaux / rue du Soleil Levant pour le Vaularon ;
- ✓ et rue du Docteur Collé à Bures-sur-Yvette.

Les autres points de débordements qui apparaissent sur la carte sont pour la plupart, **les débordements considérés comme non-dommageables** et pour lesquels aucune propositions d'interventions n'a été faite. Il s'agit des débordements :

- ✓ du réseau pluvial de Chevry pour la période de retour 20 ans ;
- ✓ du collecteur Ø 300 placé dans le ravin du Petit Palaiseau ;
- ✓ du Vaularon au droit du lotissement de l'Aulnaie, dès la fréquence décennale ;
- ✓ du Vaularon en amont du Bd. E.Herriot et de la rue du Royaume à Bures-sur-Yvette.

Par ailleurs, nous proposons ci-dessous l'**hydrogramme de crue du Vaularon à son exutoire** après mises en œuvre des aménagements de lutte contre les inondations, pour la période de retour de **20 ans**. L'hydrogramme avant aménagement n'atteint pas 8.1 m³/s au maximum, comme indiqué lors du diagnostic hydraulique, car celui-ci tient compte de l'écrêtement induit par les débordements, alors que l'hydrogramme après aménagement reflète un écrêtement produit par les rétentions préconisées.



Nous avons noté au paragraphe précédent que des actions sur le secteur rural (hors actions conservatrices) ne se justifiaient pas en termes hydrauliques, pour les objectifs initiaux. Par contre, il s'agit maintenant **d'analyser le besoin d'interventions éventuelles sur les terres arables, en présence de sols agricoles saturés.**

Contrairement au diagnostic hydraulique, où l'impact des sols agricoles saturés a été analysé par la simulation d'une pluie saturante (12 heures et 50 mm, T=10 ans) suivie **d'un orage décennal** (30 minutes), soit **un évènement de période de retour supérieure à 50 ans pris en totalité, l'efficacité des interventions préconisées** sera étudiée par la simulation d'une pluie de projet constituée d'une pluie saturante (12 heures et 50 mm) et **d'un orage estival de période de retour 1 an** (30 minutes et 10 mm), **équivalente à un épisode pluvieux de période de retour 20 ans.**

Les phénomènes pluvieux hivernaux sont rarement générateurs de désordres sur le bassin versant du Vaularon. De plus, l'utilisation de simulations faisant intervenir des **orages estivaux sur sols saturés**, fournit un dimensionnement des ouvrages plus pénalisant que les simulations d'averses hivernales intervenant sur sols saturés. En effet, à fréquence et durée d'averse égale, les intensités de pluie sont plus pénalisantes pour un orage estival que pour une averse de type cyclonique ; or les intensités conditionnent les débits de pointes qui constituent le facteur déterminant dans l'apparition des désordres sur le bassin versant du Vaularon.

La simulation d'une averse saturante de période de retour 20 ans, montre que les interventions proposées assurent l'absence de débordements pour tout le bassin versant, excepté pour les réseaux d'eaux pluviales de Chevry.

De plus, comme nous l'avons souligné au moment du diagnostic, le bassin de stockage de l'Aqualand est plus sollicité, tout comme le bassin de rétention de Frileuse. Ceci justifie une nouvelle fois, que **l'on ne cherchera pas à réduire plus le débit de fuite de ces deux rétentions** (130 l/s pour l'Aqualand et 400 l/s pour Frileuse) : une telle opération conduirait à rendre ces bassins sous-dimensionnés en termes de capacité. Pour l'averse saturante de période de retour 20 ans, la totalité des 5 000 m³ du bassin Frileuse est sollicitée, par exemple.

Par conséquent, **l'optimisation des capacités de ces deux bassins**, permet une réduction permanente du débit de fuite du bassin de rétention Frileuse. **Sa mise en œuvre s'avère alors simplifiée.**

1.4.2. Propositions optionnelles

Compte tenu **des débordements non-dommageables résiduels**, précisés par les simulations de pluie de projet de période de retour 20 ans saturante ou non, et de leurs enjeux, nous proposons ici **des interventions dites optionnelles**. Celles-ci privilégient les mesures alternatives sur les surfaces agricoles comme urbaine.

Par exemple :

- ✓ la limitation des débordements des réseaux pluviaux de Chevry passera par la mise en place d'une noue de rétention derrière la station BP et par des actions à la parcelle en domaine urbain ;
- ✓ la réduction des désordres observés sur le collecteur Ø 300 du ravin du Petit Palaiseau sera effective par la mise en œuvre de techniques alternatives à l'amont de ce secteur.
- ✓ Les débordements non dommageables du Vaularon qui persistent au niveau du boulevard des Oiseaux et au droit de la résidence de l'Aulnaie (cf. carte n°28), seront limités par la mise en œuvre d'une zone de rétention sur le ruisseau de l'Angoulême (400 l/s et 3600 m³), qui doit s'accompagner de déconnexions à la parcelle sur Paris-Chevreuse (5 l/s/ha).

Ces propositions optionnelles présenteront alors les caractéristiques suivantes :

PROPOSITIONS OPTIONNELLES				
Type	Lieu	N°	Caractéristiques	
Techniques alternatives assurant une restriction du débit rejeté	Chevry	[57]	5 l/s/ha	-
	Petit Palaiseau	[58]	5 l/s/ha	-
	Paris-Chevreuse	[59]	5 l/s/ha	-
Noue de rétention	Route de Chevry (derrière la station BP)	[31]	150 l/s	600 m ³
Bassin de rétention	Le Barattage	[15]	400 l/s	3 600 m ³

Par ailleurs, on notera que **s'il est souhaité d'augmenter le niveau de protection** (par exemple, pour la fréquence cinquantennale), **le SIAHVY et les communes devront alors envisager prioritairement la mise en œuvre de techniques dites alternatives dans les zones urbaines existantes**. En effet, l'étude des solutions à mettre en œuvre pour atteindre un débit de pointe du Vaularon limité à 4.5 et non 5.5 m³/s avait montré que seul les techniques dites alternatives appliquées aux zones urbaines aval permettaient d'atteindre cet objectif, sans modifier les conditions d'écoulement.

2. ETUDE DE SOLUTIONS VISANT LA REDUCTION DES FLUX POLLUANTS

2.1. LA POLLUTION DE TEMPS SEC

Le déclassement de la qualité du Vaularon s'établit sur le paramètre bactériologique. **La diminution des rejets d'eaux usées directement vers le milieu naturel doit constituer la priorité des actions** visant l'amélioration de la qualité du milieu naturel.

Cette amélioration ne peut s'exercer que par le raccordement de toutes les habitations à un site de traitement, c'est à dire :

- ✓ par la mise en conformité des mauvais branchements particuliers ;
- ✓ mais aussi par le prolongement d'antennes de collecte d'eaux usées non raccordées au réseau structurant, telles que chemin de la Butte Espagnole, route Neuve, chemin rural du Vieux Chemin à Gometz-le-Château, ...ou la mise en œuvre de solutions d'assainissement individuel des eaux usées (selon conclusions du Schéma Directeur et Zonage EU).

Soulignons que contrairement à la mise en œuvre de techniques alternatives pour des constructions privées existantes, le raccordement aux réseaux d'assainissement en bonnes et dues formes, est obligatoire.

Afin d'aider les collectivités dans la recherche de mauvais branchements, nous avons cartographié (carte n°14 - qualité des milieux) les secteurs sur lesquels nous soupçonnons la présence de ceux-ci. **Ce recensement n'est pas exhaustif**, les investigations devront aller sans doute au-delà de ces secteurs, afin d'espérer des résultats probants.

Secteurs soupçonnés de contenir des mauvais branchements d'eaux usées

Les Hauts de Bures
Amont mare du Village à Gometz-le-Château
Route de Chartres à Gometz-le-Château
Chemin de la Butte Espagnole / Route Neuve
Rive de l'Angoulême à l'aval de la route de Chartres
La Hacquièrre

2.2. LA REDUCTION DES FLUX POLLUANTS DE TEMPS DE PLUIE, D'ORIGINE URBAINE

Les solutions techniques pour réduire les apports polluants directs sont, à la base, assez nombreuses :

- ⇒ **prétraitement au fil de l'eau** dans des ouvrages plus ou moins sophistiqués (débourbeur-déshuileur préfabriqué, décanteur lamellaire, décanteur lamellaire précédés d'un étage de précipitation/floculation) ;
- ⇒ **prétraitement en sortie de bassin de stockage-restitution** par le même type de dispositifs que ci-dessus, mais de dimensions moins imposantes ;
- ⇒ **prétraitement dans les bassins de stockage-restitution**, par décantation simple, les bassins étant alors (théoriquement) dimensionnés et dessinés pour remplir correctement ce rôle ;
- ⇒ **traitement biologique extensif** dans des bassins à plusieurs compartiments et faisant intervenir plusieurs étages de la flore (« lagunages » rencontrés notamment aux exutoires des plateformes autoroutières les plus récentes et les plus sensibles).

Dans la pratique les différentes contraintes topographiques, hydrauliques, foncières... et des objectifs d'abattement plus ou moins poussés, réduisent cet éventail à 2 solutions pour le cas étudié ici :

- ✓ **le prétraitement en sortie de bassin de stockage-restitution** : dans ce cas, le débit incident est le débit de fuite de bassin de rétention ; nous pouvons considérer alors que la dépollution est assurée jusqu'à la fréquence vicennale.
- ✓ **Le prétraitement au fil de l'eau** : on peut estimer que pour un débit nominal basé sur le débit de pointe d'un événement mensuel, environ **85 % des volumes et des flux polluants de temps de pluie produits annuellement sont interceptés et traités** (85 à 90 % , valeur issue de simulations annuelles dans des cas similaires), auxquels s'appliquera un abattement de 70 % à 80 %, selon les choix effectués.

Un décanteur lamellaire est un ouvrage de génie civil permettant l'abattement des MES dans un volume beaucoup plus compact, à efficacité équivalente, qu'un bassin de décantation simple. Le décanteur lamellaire joue également le rôle de séparateur des hydrocarbures libres, par agglomération sur les faces antérieures des lamelles : il suffit qu'il soit équipé d'un dispositif obturateur en sortie pour protéger contre les pollutions accidentelles.

Afin d'obtenir une réduction des flux polluants pertinente à l'échelle du bassin versant, ces ouvrages doivent être **positionnés sur les principaux apports**.

La réalisation d'ouvrages de traitement s'effectuera de préférence sur des apports régulés, assurant à la fois une meilleure efficacité (la régulation assure l'interception du flot de pollution pour un panel de pluies plus large qu'en l'absence de rétention) et une réduction des dimensions de l'ouvrage (et donc de son coût).

Les ouvrages sont dimensionnés ici, afin d'atteindre **un abattement de 80 % sur les MES** pour ces débits de référence, ce qui implique une vitesse de sédimentation environ égale à 1 m/h (cf. Guide Technique de l'Assainissement – Satin Marc, Selmi Béchir – 1995).

L'abattement des flux de Matières En Suspension assure les réductions suivantes pour les autres paramètres (DCO, DBO5, hydrocarbures) :

- ✓ DCO : 70 % ;
- ✓ DBO5 : 50 % ;
- ✓ Hydrocarbures : 80 %.

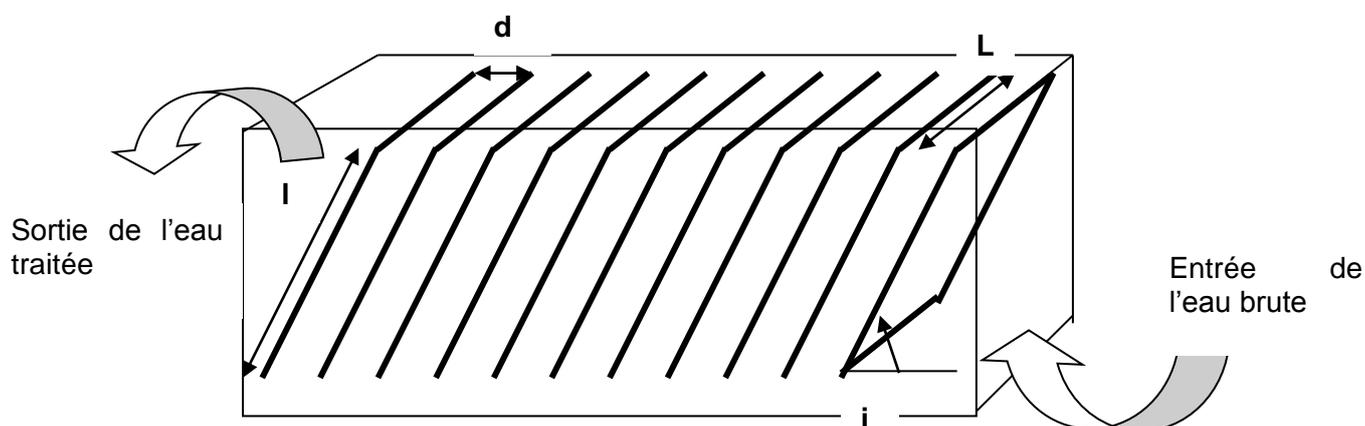


Schéma de principe d'un décanteur lamellaire

Dans un premier temps, nous dimensionnerons **les ouvrages de traitement situés à l'aval d'apports régulés**, pour lesquels les objectifs d'abattement ne se posent pas en terme d'événements pluvieux retenus (régulation réalisée par bassin de stockage-restitution ou par stockage à la parcelle).

REDUIRE LES FLUX POLLUANTS D'ORIGINE URBAINE : APPORTS REGULES					
Type	Lieu	N°	Surface interceptée	Débit incident	Surface projetée*
Débourbeur / déshuileur ou décanteur lamellaire	Chevy	[43]	131 ha	130	560 m ²
	Rue de Grivery	[46]	7 ha	70	300 m ²
	Les Hauts de Bures	[48]	8 ha	100	430 m ²
	Carrefour des Fauvettes (RD988)	[52]	27 ha	100	430 m ²
	Avenue Edouard Herriot	[53]	23 ha	100	430 m ²

* surface projetée du décanteur, donnée pour un abattement de 80 %. A titre indicatif, le dimensionnement nécessaire pour un abattement de 70 % réduit approximativement la surface projetée de moitié.

Ces propositions permettent d'intercepter 55 % des surfaces imperméabilisées du bassin versant du Vaularon, sachant que les ouvrages de traitement situés à l'aval de Chevy, au carrefour des Fauvettes et avenue Edouard Herriot assurent une interception de 50 % de la surface totale imperméabilisée.

La deuxième moitié de surfaces imperméabilisées est collectée par de courtes antennes d'eaux pluviales, ou se rejettent directement dans les cours d'eau. Pour ce qui aient des surfaces collectées, aucune antenne ne représente plus de 5 % de la surface imperméabilisée du bassin versant, et nous en avons recensé une dizaine (exclusivement les principales).

Par conséquent, nous estimons que **le traitement de ces apports devient coûteux compte tenu de leur caractère diffus et du résultat escompté**. Toutefois, nous fournissons les caractéristiques nécessaires aux dimensionnements d'ouvrage de traitement au fil de l'eau.

La base du dimensionnement repose sur les caractéristiques de la surface projetée de l'ouvrage, dépendante directement du débit incident (tableau présenté ci-dessous). Pour un abattement de 70 % de la pollution sur l'événement retenu, la surface projetée doit être de 2.18 m² par unité de débit incident (exprimé en l/s) et de 4.37 m² pour un abattement de 80 %.

REDUIRE LES FLUX POLLUANTS D'ORIGINE URBAINE : COMPLEMENTS						
Type	Lieu	N°	Débit incident (l/s) selon la période de retour retenue :			Débit incident si techniques alternatives*
			1 mois	6 mois	1 an	
Débourbeur / déshuileur ou décanteur lamellaire	Avenue Jean Jaurès	[60]	-	-	-	6 l/s
	Route Neuve	[44]	180	450	600	20 l/s
	Les Rochers	[47]	20	60	75	5 l/s
	Le Petit Palaiseau	[61]	30	70	90	15 l/s
	Boulevard des Oiseaux / rue du Soleil Levant	[49]	70	180	250	10 l/s
	Avenue de la Vierge	[54]	80	200	270	7 l/s
	Avenue Voltaire	[55]	-	-	-	40 l/s
	Bures-Royaume	[62]	50	140	180	10 l/s
	Rue Charles de Gaulle	[56]	7	20	25	2 l/s

* la mise en œuvre de techniques alternatives à l'amont assure un abattement de la pollution constant et bien au-delà des pluies retenues pour un traitement au fil de l'eau sans structure de rétention placée à l'amont.

Globalement les taux de dépollution seraient donc les suivants :

- ✓ pour les ouvrages au fil de l'eau, de débit nominal basé sur T=1 mois, les taux d'interception annuels sont de 85 % des flux, auxquels on appliquerait une décantation à 80 %, soit au final :
 - 76 % de dépollution sur les flux annuels de MES ;
 - 60 % de dépollution sur les flux annuels de DCO ;
 - 76 % de dépollution sur les flux annuels d'hydrocarbures.
- ✓ pour les ouvrages en sortie de bassin de stockage-restitution ou de zones dotées de techniques alternatives, pratiquement (en année normale) 100 % des flux sont interceptés, soit au final pour une décantation de 80 % :
 - 80 % de dépollution sur les flux annuels de MES ;
 - 70 % de dépollution sur les flux annuels de DCO ;
 - 80 % de dépollution sur les flux annuels d'hydrocarbures.

Alors, si **l'ensemble des mesures préconisées ici sont mises en œuvre**, nous pouvons escompter **une réduction des flux annuels de pollution d'origine urbaine**, rejeté au Vaularon de :

- ✓ **75 % sur les MES ;**
- ✓ **65 % sur la DCO ;**
- ✓ **75 % sur les hydrocarbures.**

2.3. REDUCTION DES FLUX POLLUANTS D'ORIGINE AGRICOLE

La réduction des flux de MES d'origine rurale va s'opérer par deux types d'interventions. En effet, nous préconisons :

- ✓ d'une part, des mesures visant la **diminution du ruissellement** en favorisant autant que possible la rétention ou l'infiltration ;
- ✓ d'autres part, des actions de **maîtrise des écoulements** assurant une diminution de leur pouvoir érosif ; celles-ci viseront principalement les surfaces agricoles les plus pentues.

Ces mesures contribuent aussi à **augmenter la protection hydraulique**, assurée par ailleurs. Elles s'avèrent indispensable pour permettre **une limitation de l'envasement** des ouvrages situés à l'aval, et donc pour **diminuer le recours fréquent à des interventions de curage**. Ce sont des actions indissociables de la mise en place de bassins de rétention situés à l'aval de secteurs ruraux.

Le tableau suivant précise les mesures préconisées afin de réduire les flux de Matières En Suspension, d'origine agricole.

REDUIRE LE FLUX DE M.E.S. ISSUES DES SOLS AGRICOLES		
Type	Lieu	N°
Maintenance des parcelles en jachères ou prairies	Secteurs les Rochers à Gometz-le-Châtel	[28]
	Secteurs les Gravier / les Bigarreux	[29]
Conservation des remblais de chemins communaux ou d'exploitation	Les Hameaux du Lavoir	[30]
Zone de submersion	Amont chemin de St Jean de Beauregard	[5]
Fossé stockant	Le long de la rue de Grivery au lotissement St Clair (scénario maîtrise aval)	[6]
Zone de submersion ou noue de rétention	Route de Chevy (derrière la station BP)	[31]
	Route de Chevy	[32]
	Route de Chevy	[33]
	Chemin du Nouveaux Cimetière à Gometz-le-Châtel	[34]
	Carrefour de St Clair, en amont de la RD35	[25]
	En amont de la piste cyclable de St Clair aux Hauts de Bures	[26] [27]
Rehausse de chemin rural	Les Hauts de Bures	[35]
Bande enherbée ou tassée	Les Fonds	[36]
	Les Fonds	[37]
Noue d'écoulement	Les Fonds	[38]
Analyse des pratiques culturales	Les Fonds	[39]
Haie	Rue St Jean de Beauregard	[40]

3. SYNTHÈSE DES PROPOSITIONS

Il s'agit dans ce paragraphe d'élaborer un **programme d'actions hiérarchisé**, cohérent de l'amont vers l'aval, à partir des réflexions menées tant sur le plan hydraulique que qualitatif. Certaines mesures proposées aux paragraphes précédents ne sont pas reprises ici, dans le but d'obtenir un programme synthétique et lisible, laissant un libre choix aux collectivités entre des actions à teneur réaliste et pragmatique, dont l'efficacité s'avère certaine.

Ces propositions assurent :

- ✓ d'une part, **la disparition de tout les débordements pour la période de retour 20 ans en situation de sols saturés ou non**, en tenant compte du fonctionnement du bras de décharge du Moulin (objectif de débit du Vaularon fixé à 4.5 m³/s) ;
- ✓ et d'autre part, **une réduction de 45 % des flux polluants d'origine urbaine rejetés au milieu naturel** (réduction du flux annuel de 50 % des MES, de 45 % de la DCO et de 50 % des hydrocarbures), en assurant le traitement des apports pluviaux régulés.

Soulignons que l'efficacité totale de ces mesures dépend de la mise en œuvre des propositions de plus long terme, quel que soit le scénario retenu, et notamment de l'incitation aux techniques alternatives dans les zones urbaines existantes.

3.1. LES ACTIONS PRIORITAIRES

Les mesures proposées ici sont celles qui s'avèrent les plus simples à mettre en œuvre et dont l'efficacité en terme hydraulique est immédiate et conséquente.

Type	Lieu	Sc.	N°	Caractéristiques	
Bassins de rétention projetés	Réduction du débit de fuite du bassin « Frileuse » à 400 l/s	-	[1]	-	
	Réduction du débit de fuite du bassin « Grand Près » à 700 l/s	-	[2]	-	
Modifications d'ouvrage	Débit de fuite de la Mare du Village à Gometz-le-Châtel porté à 20 l/s	-	[4]	-	
				Débit de fuite	Capacité
Zone de submersion	Amont chemin de St Jean de Beaugard	-	[5]	10 l/s	1 000 m ³
Fossé stockant	Rue de Grivery au lotissement St Clair	AVAL	[6]	70 l/s	150 m ³
Bassin de stockage restitution	Carrefour des Fauvettes (RD988)		[18]	100 l/s	1 700 m ³
	Avenue Edouard Herriot		[19]	100 l/s	1 800 m ³
				Débit incident	Surface projetée*
Déboureur / déshuileur ou décanteur lamellaire	Carrefour des Fauvettes (RD988)	-	[52]	100	430 m ²
	Avenue Edouard Herriot	-	[53]	100	430 m ²

Les actions "prioritaires" et "à moyen terme" (paragraphe suivant) font l'objet d'une cartographie, présentée dans l'atlas joint (carte n°29).

3.2. LES OUVRAGES A CREER A MOYEN TERME

Ces propositions sont à mettre en œuvre dans un second temps.

Type	Lieu	Sc.	N°	Caractéristiques	
Remplacement de collecteurs	Rue St Nicolas amont : actuellement Ø 300 par Ø 500	-	[8]	55 ml	
	Rue St Nicolas aval : actuellement Ø 400 par Ø 600	-	[9]	62 ml	
Pose de collecteurs	Route Neuve amont : Ø 600	-	[10]	100 ml	
	Route Neuve aval : Ø 800	-	[11]	170 ml	
	Route Neuve : prolongement Ø 500 descendant de la rue de Gometz-Cottage	-	[12]	20 ml	
				Débit de fuite	Capacité
Bassin de rétention	Le Barattage	-	[15]	400 l/s	3 600 m ³
	Etang de la Vierge	AVAL	[20]	2 900 l/s	3 800 m ³
				Débit incident	Surface projetée*
Débourbeur / déshuileur ou décanteur lamellaire	Mise en conformité de l'ouvrage de traitement à l'aval de Chevry	-	[43]	130 l/s	560 m ²
	Rue de Grivery	-	[46]	70 l/s	300 m ²
	Les Hauts de Bures	-	[48]	100 l/s	430 m ²
	Avenue Jean Jaurès	-	[60]	6 l/s	25 m ²
	Avenue Voltaire	-	[55]	40 l/s	175 m ²

3.3. UNE GESTION DE L'ESPACE A PLUS LONG TERME

Ce paragraphe a pour objet la présentation de mesures dont la mise en œuvre :

- ne peut être que progressive ;
- fait appel à des efforts de concertation ;
- nécessite des mesures incitatives ;
- est le résultat d'obligations réglementaires ;
- ou, dépend des opportunités d'interventions.

Il s'agit à la fois d'atteindre les objectifs de protection hydraulique, comme de réduction des flux polluants, de manière progressive, et d'assurer un aménagement du territoire compatible à l'acceptabilité du milieu récepteur, que constituent le Vaularon et ses affluents, ainsi que l'Yvette. Ces mesures privilégient le recours aux techniques alternatives, diffuses ou à la parcelle.

3.3.1. En secteur rural

Sur le bassin versant du Vaularon, la protection des points sensibles vis à vis du risque d'inondation, ne dépend pas d'interventions sur les surfaces agricoles, mis à part le cas du lotissement Saint Clair à Gometz-le-Châtel. Par contre, la réduction des flux polluants d'origine agricole (MES, matières azotées) nécessite la mise en œuvre d'actions à la parcelle, qui contribuent par ailleurs à la limitation du ruissellement.

En d'autres termes, si le schéma de protection hydraulique est assuré par ailleurs (rétentions à l'aval, actions en domaine urbain), **les mesures suivantes renforcent la limitation des désordres hydrauliques et contribuent à une amélioration qualitative du milieu récepteur** et notamment à la réduction de son envasement.

Type	Lieu	N°
Maintien des parcelles en jachères ou prairies	Secteurs les Rochers à Gometz-le-Châtel (9.3 ha)	[28]
	Secteurs les Gravier / les Bigarreux (17 ha)	[29]
Conservation des remblais de chemins communaux ou d'exploitation	Les Hameaux du Lavoir (450 ml)	[30]
Zone de submersion ou noue de rétention	Route de Chevry (derrière la station BP) (400 ml)	[31]
	Route de Chevry (415 ml)	[32]
	Route de Chevry	[33]
	Chemin du Nouveaux Cimetière à Gometz-le-Châtel (240 ml)	[34]
	Carrefour de St Clair, en amont de la RD35	[25]
	En amont de la piste cyclable de St Clair aux Hauts de Bures (210 ml)	[26]
		[27]
Rehausse de chemin rural	Les Hauts de Bures (225 ml)	[35]
Bande enherbée ou tassée	Les Fonds (280 ml)	[36]
	Les Fonds (180 ml)	[37]
Noue d'écoulement	Les Fonds (340 ml)	[38]
Analyse des pratiques culturales	Les Fonds (15 ha)	[39]
Haie	Rue St Jean de Beaugard (160 ml)	[40]

Ces propositions font l'objet d'une cartographie présentée dans l'atlas : carte n°30. Le principe de ces mesures est présenté au paragraphe 0.5.2.

Les modalités de mises en œuvre de telles mesures (techniques, foncières, réglementaires ou financières) sera abordée au stade de la définition des avants projets.

3.3.2. En zones urbaines existantes

L'analyse des solutions techniques pour la lutte contre les inondations a montré que **le recours aux techniques alternatives et/ou diffuses en zone déjà urbanisée** :

- ✓ **était envisageable** pour se substituer à des aménagements concentrés (bassin de stockage-restitution à l'aval) ;
- ✓ **mais aussi s'avérait incontournable sur certains secteurs** afin d'atteindre un écrêtement des débits de pointe suffisant.

Les techniques à disposition (cf. paragraphe 0.5.1.) peuvent être regroupées en deux entités :

- ✓ **la gestion totale à la source**, où les interventions s'effectuent exclusivement à la parcelle et sur la voirie ; il s'agit d'intervenir dans chaque propriétés d'une part afin de mettre en place une structure de rétention et d'infiltration dotée d'un trop plein dirigé vers le réseau EP, et d'autre part d'assurer le stockage-restitution des débits générés par les voiries et parkings ; les ouvrages sont dimensionnés sur la base d'une averse journalière de période de retour de 20 ans, interceptée en totalité.
- ✓ **la gestion diffuse**, où les objectifs de réduction de débits seront obtenus par la mise en place de micro structures de rétention (noues, dépressions, structures enterrées autoporteuses, de capacité inférieure à 1 000 m³) positionnées à l'échelle d'une rue, d'un pâté de maisons, et au gré des disponibilités d'espace ; ces ouvrages seront dimensionnés en fonction de l'objectif macroscopique de réduction des débits.

Nous distinguerons alors **deux scénarios**, « **gestion totale à la parcelle** » et « **gestion diffuse** » pour lesquels, les caractéristiques globales de dimensionnement sont précisés à ce stade de l'étude. La phase 4, réalisation des Avant-Projets Sommaires, précisera la faisabilité de telles mesures. **Le projet final sera constitué de mesures issues des deux scénarios** : les interventions diffuses seront privilégiées, mais dans le cas où celles-ci s'avéraient impossibles, nous aurons recours à des techniques à la parcelle.

La mise en œuvre de mesures à la parcelle ne peut être qu'incitative, en l'absence de procédure d'urbanisme (permis de construire,...).

Les restrictions de rejets calculées précédemment (débit limité par unité de surface) constituent des objectifs globaux à l'échelle de bassins élémentaires. Or il est certain que l'incitation à la déconnexion des eaux de toitures, et au stockage/utilisation à la parcelle, ne pourra atteindre ses objectifs qu'à long terme : le taux d'efficacité n'atteindra jamais 100 %.

Par conséquent, la règle portant sur **le débit rejeté dans les zones déjà urbanisées** et faisant **réellement l'objet d'aménagements à la parcelle, doit être plus restrictif** que l'objectif technique macroscopique d'environ 5 l/s/ha.

Par ailleurs, pour des questions de lisibilité pour les citoyens, nous recommandons d'inciter à une réduction du débit produit, identique à la règle en vigueur et applicable aux futures constructions, édictées à l'échelle du bassin versant de l'Yvette.

Enfin, pour l'incitation au stockage-restitution-infiltration à la parcelle, nous recommandons l'établissement d'une règle unique, soit 1.2 l/s/ha pour la période de retour de 20 ans, ce qui n'empêche pas de faire preuve de souplesse vis à vis des propriétaires volontaires dans une telle démarche. Les règles de rejets calculées précédemment pourraient servir alors de minimum requis (pour les constructions existantes exclusivement). Les installations inscrites dans le domaine public (équipements sportifs, scolaires, administratifs, ... voiries et parking) pourront faire l'objet des mêmes recommandations.

L'ébauche des scénarios hydrauliques et de réduction des flux polluants, ainsi que les règles de débits rejetés, permettent d'assurer une hiérarchisation des zones devant faire l'objet d'incitation à la mise en place de techniques alternatives. Les priorités sont fournies par le tableau suivant, ainsi que par la cartographie (carte n°30).

Secteurs faisant l'objet d'une incitation aux techniques alternatives

Lieu	Caractère	Scénario	N°	Capacité des ouvrages (m ³)	
				Gestion totale à la parcelle	Gestion diffuse
Avenue de la Hacquinière, quartier les Bigarreux et avenue de la Promenade	Prioritaire	-	[3]	5 300	2 600
Lotissement St Clair à Gometz-le-Châtel	Secondaire	AMONT	[7]	600	150
Zone pavillonnaire du Bois de la Hacquinière et de l'avenue Voltaire	Prioritaire	-	[21]	6 100	2 400
Secteurs de Montjay et Bures-Montjay	Prioritaire	AMONT	[22]	4 000	1 700
Secteurs les Hautes Plaines et Bures-Cottage	Prioritaire	AMONT	[23]	4 000	1 700
La Roseraie, Bures-Royaume	Secondaire	-	[24]	12 300	4 300
Chevry	Optionnel	-	[57]	3 600	1 300
Petit Palaiseau	Optionnel	-	[58]	1 800	700
Paris-Chevreuse	Optionnel	-	[59]	4 300	1 700

3.4. UNE GESTION DURABLE DE L'ESPACE

3.4.1. Pour les futures constructions

Pour certaines communes du secteur d'études, les possibilités d'urbanisation sont très limitées compte tenu de l'espace restant disponible.

Ainsi pour la commune de **Gif-sur-Yvette**, les seuls secteurs encore libres de toute urbanisation appartenant au bassin versant du Vaularon, sont **les Bois de la Hacquinière**. Or ceux-ci sont protégés et ne devront donc **pas faire l'objet d'urbanisation**.

Le plan d'occupation des sols de la ville de **Bures-sur-Yvette**, approuvé le 5 décembre 1988, modifié le 18 avril 1991, fait apparaître que les espaces non-urbanisés sur le bassin versant du Vaularon **sont les secteurs classés à protéger**, comme les bois du parc de Montjay, les bois et prairies associés à l'étang de la Vierge.

La dernière révision du Plan d'Occupation des Sols de Gometz-le-Châtel ayant été annulé par le tribunal administratif, le POS datant du début des années 80 est appliqué. Par conséquent, les perspectives formulées dans ce document ne sont plus pertinentes. Les seules informations qui ont pu nous être délivrées par la commune de **Gometz-le-Châtel** à propos des **perspectives d'urbanisation à court et moyen terme, concernent les secteurs des Grands Prés et la ZAC des Hauts de Vignes**.

A moins d'interdire toute nouvelle extension d'urbanisation sur le domaine agricole, ce qui nous apparaît peu probable, le bon sens permet d'affirmer que le développement à long terme de l'habitat ou des activités économiques conduira à **une urbanisation des secteurs amont, situés sur les communes de Gometz-le-Châtel et Gometz-la-Ville**.

Par conséquent, **le zonage d'assainissement pluvial** portera sur toutes les surfaces du bassin versant. Ce document d'urbanisme pourra servir de référence à l'établissement de **règles de rejet pluvial applicables à toutes demandes de permis de construire**, portant sur des projets situés en zones déjà urbanisées ou en secteur urbanisable.

Toute nouvelle construction, qu'elle soit située dans une zone déjà urbanisée ou non, **devra faire en sorte que son débit rejeté soit limité à 1.2 l/s/ha pour la période de retour de 20 ans**, règle établie à l'échelle du bassin versant de l'Yvette.

Le respect de cette contrainte implique alors un débit rejeté inférieur ou égal au débit produit actuellement.

3.5. ESTIMATIONS FINANCIERES DU PROGRAMME D'ACTION

3.5.1. Bilan du programme d'actions

Les objectifs finaux sont :

- ✓ **la suppression de tous les débordements dommageables pour la période de retour 20 ans ;**
- ✓ **la réduction des flux polluants rejetés au milieu naturel** , et notamment une baisse d'environ 50 % des flux annuels d'origine urbaine ;

Nous avons donc préconisé :

- ✓ **3 modifications d'ouvrages de rétention ;**
- ✓ **de doter le bassin versant d'au moins 15 000 m³ de capacités de rétention supplémentaires** par des BSR enterrés, des bassins de rétention sur les cours d'eau, des zones de submersion située sur les surfaces agricoles, ... ;
- ✓ **le remplacement ou la pose de collecteur d'eaux pluviales** pour un linéaire d'environ 400 ml, dont les diamètres sont compris entre Ø 500 et Ø 800 ;
- ✓ **l'incitation à la mise en œuvre de techniques alternatives en zone urbaine existante**, sur 4 secteurs prioritaires, 3 secondaires et 3 zones optionnelles, **totalisant une surface de 190 ha**, et incluant des actions du scénario « maîtrise amont » ;
- ✓ **un certain nombre d'actions à la parcelle agricole** : noue de rétention (5), bande enherbée (2), conservation de remblais de chemin ruraux (450 ml),..., et des recommandations quant aux pratiques agricoles sur une aire de 41 ha (maintien autant que possible de jachères et de prairie, sur les versants les plus pentus, ou sens de travail à examiner) ;
- ✓ **7 ouvrages de dépollution**, situé à l'aval d'apports urbains régulés.

De plus, des préconisations sont formulées en matière d'assainissement d'eaux usées dans le rapport, mais ne sont pas retenues dans le programme d'actions.

Au total, **le programme d'actions comporte 44 interventions**, dont 9 sont jugées prioritaires.

3.5.2. Bordereau des prix unitaires utilisés

Ce bordereau a été appliqué pour tous les calculs de coûts des interventions. Il a été établi sur la base de prix observés à proximité du secteur d'étude **hors acquisition foncière**. Il pourra être complété autant que nécessaire, lors de la réalisation des avant-projets sommaires.

Type d'aménagement		Coût HT
Talus de rétention		
	hauteur maximale Caractéristiques : ls=largeur au sommet; lb=largeur de la base; Ss=surface de la section; Sd=surface développée par mètre linéaire	
	hmax = 1 m ls=0,5m; lb=3m; Ss=1,75m ² ; Sd=3,5m ² /ml	55 euros/ml
	hmax = 1,50 m ls=1m; lb=5,5m; Ss=4,90m ² ; Sd=6,4m ² /ml	120 euros/ml
	hmax = 2 m ls=1,5m; lb=7,5m; Ss=9m ² ; Sd=27,7m ² /ml	335 euros/ml
	ancrage (facultatif)	10 euros/ml
Terrassement, mouvements de terre		
Déblai		4 euros/m ³
Remblai / déblai		12 euros/m ³
Terrassement		6 euros/m ²
Actions à la parcelle		
Talus agricole		18 euros/ml
Fossé d'écoulement, d'interception		15 euros/ml
Fossé stockant selon section de 10 à 45 euros/ml, généralement :		15 euros/ml
Bande enherbée en protection anti-érosion, bande d'au minimum 20 mètres de large		3 euros/m ²
Engazonnement		2,5 euros/m ²
Haies linéaires de haies		3 euros/ml
Ouvrages d'écoulement		
Ouvrage de fuite / surverse		1 500 à 5 000 euros
Pose d'un collecteur pluvial	circulaire 300 mm	225 euros/ml
	circulaire 400 mm	260 euros/ml
	circulaire 500 mm	300 euros/ml
	circulaire 600 mm	340 euros/ml
	circulaire 800 mm	450 euros/ml
Caniveau		45 euros/ml
Réfection de chaussée		15 - 30 euros/m ²
Ouvrage de rétention		
Bassin de stockage restitution enherbé		30 euros/m ³
Bassin de stockage restitution ouvert, étanche		60 euros/m ³
Bassin de stockage restitution enterré (de 200 à 400 euros/m³)		300 euros/m ³
Stockage infiltration de surface (noues / dépressions, de 60 à 150 euros/m³)		100 euros/m ³
Parking stockant		200 euros/m ³
Chaussée stockante		300 euros/m ³
Stockage restitution, infiltration à la parcelle (induit déconnexions et collecteurs, de 300 à 500 euros/m³)		400 euros/m ³
Ouvrage de traitement		
Débourbeur / déshuileur préfabriqués	Débit incident : 6 l/s	10 000 euros
	Débit incident : 40 l/s	20 000 euros
	Débit incident : 70 l/s	40 000 euros
	Débit incident : 100 l/s	50 000 euros
	Débit incident : 130 l/s	65 000 euros
Etudes préalables		
Etude géotechnique par site		1 500 à 5 000 euros
Etude topographique selon étendue		500 à 4 000 euros
Installation chantier		1500 euros

3.5.3. Estimation financière

Les coûts sont estimés **hors acquisition foncière éventuelle, sujétions spéciales et imprévus.**

Il s'agit **d'estimations grossières** qui seront affinées d'une part dans la 4^{ème} partie de cette étude (réalisation d'Avant-Projets Sommaires) et lors des investigations préalables (topographie, géotechnique, pédologie, hydrogéologie). Par exemple pour les zones de submersion, l'estimation se base sur des caractéristiques techniques établies de visu, alors que des investigations topographiques seront nécessaires pour établir leurs caractéristiques exactes conditionnant leur coût de réalisation.

D'autres part nous fournissons ces estimations sans distinguer à qui revient la charge financière de tels aménagements, et hors prise en compte de subventions au stade de cette étude.

Il ressort alors le bilan financier suivant (les coûts sont exprimés en euros H.T.) :

	SCENARIOS			
	Maîtrise amont et gestion totale à la parcelle	Maîtrise amont et gestion diffuse	Maîtrise aval et gestion totale à la parcelle	Maîtrise aval et gestion diffuse
Actions prioritaires	129 750		1 186 700	
Ouvrages à moyen terme	477 830		645 455	
Techniques alternatives sur les surfaces agricoles	218 575			
Techniques alternatives en domaine urbain	12 572 280	-	9 996 210	-
Bassins de stockage diffus	-	4 137 500	-	3 250 000
TOTAUX	13 400 000	4 950 000	12 050 000	5 300 000

La liste des aménagements, accompagnés de leur caractéristiques (techniques, coûts, phase, scénario) est présenté dans l'atlas cartographique.

Le Comité de Pilotage se prononcera sur le scénario retenu, pour lequel nous réaliserons les Avants-Projets-Sommaires.