

VILLE DE CUSY (74)

ACCOMPAGNEMENT ET EXPERTISE POUR LA
GESTION DES EAUX PLUVIALES ET DU RISQUE
INONDATION SUR LE PROJET DE QUARTIER
"LES BRUCHETS"

VERSION B DU 04 DECEMBRE 2018



TABLE DES MATIERES

1.	MOTIVATIONS DE LA PRESENTE NOTE	3
2.	DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DU SITE	4
2.1.	FONCTIONNEMENT NATUREL DU VALLON	4
2.1.1.	<i>Contexte topographique et géologique</i>	<i>4</i>
2.1.2.	<i>Quantification des ruissellements susceptibles de rejoindre le vallon</i>	<i>4</i>
2.2.	AMENAGEMENTS HISTORIQUES DU VALLON	5
2.3.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ACTUEL DU VALLON	9
2.4.	LA ZONE HUMIDE.....	12
3.	PROPOSITION D'ORIENTATIONS GENERALES SUR LE PROJET	13
3.1.	RAPPEL DES PROPOSITIONS EVOQUEES DANS LES EXPERTISES PRECEDENTES	13
3.1.1.	<i>Expertise hydraulique et hydrologique</i>	<i>13</i>
3.1.2.	<i>Expertise de la zone humide.....</i>	<i>13</i>
3.1.3.	<i>Reconnaissances géotechniques.....</i>	<i>14</i>
3.2.	PROPOSITION DES PRINCIPES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES ET DES RUISSELLEMENTS ISSUS DE L'AMONT	14
3.2.1.	<i>1^{er} principe : non aggravation du risque inondation</i>	<i>14</i>
3.2.2.	<i>2^{ème} principe : respect des principes d'une gestion intégrée des eaux pluviales et de ruissellement sur le projet</i>	<i>14</i>
3.3.	PROPOSITION D'ORIENTATIONS CONCRETES SUR LE PROJET	15
3.3.1.	<i>Non aggravation des ruissellements à l'aval du projet.....</i>	<i>15</i>
3.3.2.	<i>Réduction des remblais en zone inondable.....</i>	<i>16</i>
3.3.3.	<i>Restauration d'une zone humide cohérente avec la topographie reconstituée.....</i>	<i>17</i>
3.3.4.	<i>Transparence hydraulique des infra et superstructures du projet</i>	<i>17</i>
3.3.5.	<i>Adaptation du bâti au risque d'inondation.....</i>	<i>19</i>

1. Motivations de la présente note

La ville de CUSY (74) souhaite aménager le site dit des « Bruchets », afin de constituer un cœur de village équilibré avec son organisation actuelle.

Ce projet prévoit la construction de 80 à 90 logements dans le vallon du Marais de la Pallud qui longe la RD 911 (route d'Aix-les-Bains aux Bauges), à proximité du centre bourg et de la place de la Pallud. Il s'organisera autour de l'axe du vallon qui sépare le léger relief occupé par le chef-lieu (« sur le Fay ») et les contreforts occidentaux de la Montagne de Bange, sur les lieudits « les Marais de la Pallud » et « le Grand Champ ».

L'objectif de la présente est de présenter le contexte hydrologique et le fonctionnement hydraulique de ce vallon, ainsi que les grands principes d'aménagement cohérents avec ce contexte en tenant compte en particulier :

- du risque inondation, caractérisé notamment par le PPRN mis à jour en 2014 et par la mission d'expertise réalisée sur le secteur par le bureau d'étude Hydrétudes en septembre 2017,
- de la présence d'une zone humide caractérisée par les expertises menées par TERE0, également en septembre 2017.

La confluence de deux cours d'eau (ruisseaux des Bogeys et des Massettes) issus des contreforts de la montagne de Bange dans ce secteur à très faible pente est en effet favorable à la stagnation et l'accumulation d'eau. Il convient donc d'être particulièrement attentif à ce contexte et d'organiser le projet en conséquence.

2. Description du fonctionnement hydrologique du site

2.1. Fonctionnement naturel du vallon

2.1.1. Contexte topographique et géologique

Le bassin versant topographique qui domine le vallon des Bruchets s'étend de la colline molassique du chef-lieu au nord jusqu'aux escarpements calcaires de la Montagne de Bange (massif des Bauges) qui culminent à la cote altimétrique 1 272 m (lieudit le Trouset).

Le bassin versant hydrographique est probablement plus limité, les formations calcaires sommitales (barres urgoniennes) qui chevauchent la molasse ayant *a priori* tendance à induire des écoulements karstiques potentiellement conséquents vers le centre du massif des Bauges.

Les dépôts morainiques qui tapissent le substratum molassique et les contreforts des Bauges sur la majeure partie du secteur sont en revanche favorables aux écoulements et à la résurgence des eaux issues des niveaux calcaires supérieurs et des éboulis qui s'étendent à leurs pieds. On notera à ce sujet les nombreuses sources, en partie captées, recensées aux environs de la cote altimétrique 650 m, aux lieudits les Bogey, les Chavonnes et la Tuilière.

On notera également la toponymie du vallon (la Pallud et les Marais de la Pallud), et son urbanisation très tardive qui laissent peu de doute sur la persistance historique de marais dans le secteur.

2.1.2. Quantification des ruissellements susceptibles de rejoindre le vallon

On peut estimer la superficie du bassin versant hydrologique à environ 3,32 km².

La partie de ce bassin versant susceptible d'apporter des ruissellements directs vers le vallon (hors apports via le ruisseau des Bogeys et la route des Bauges) présente une superficie de l'ordre de 0,75 km².

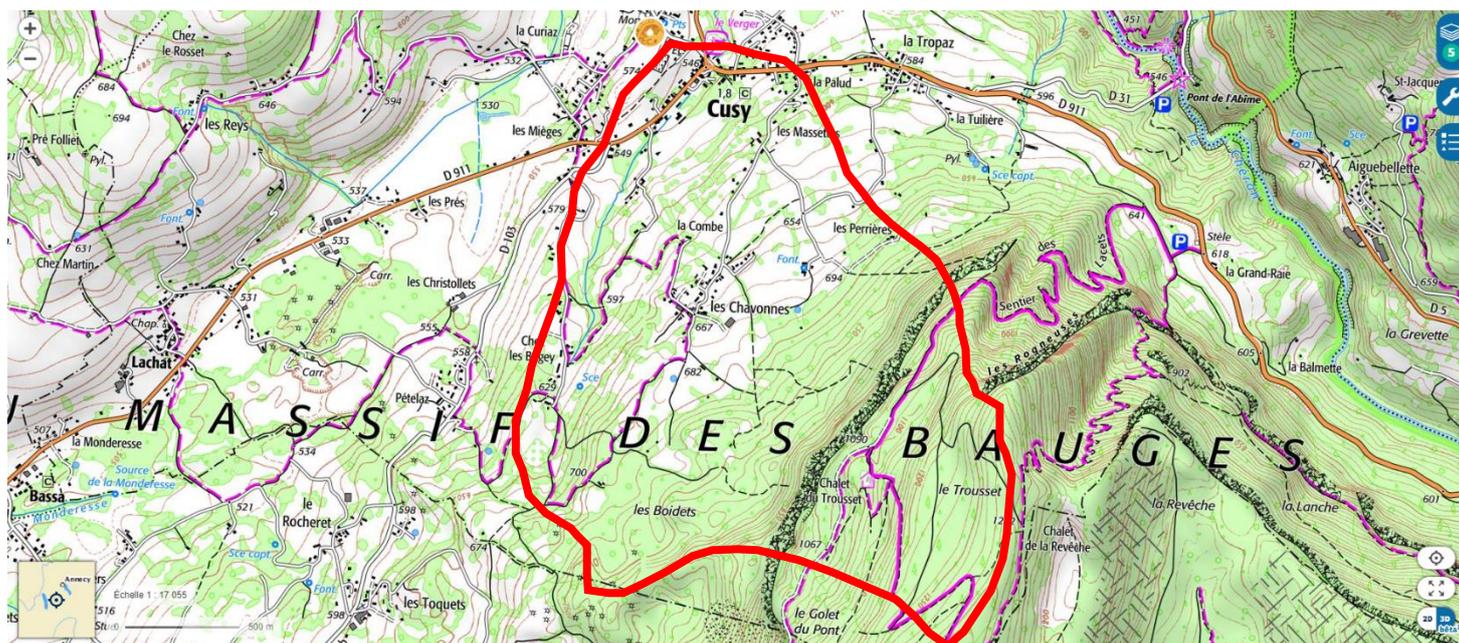


Figure 1 : Extension du bassin versant topographique à l'amont du vallon (fond IGN 1/25 000 – Géoportail)

Des calculs simplifiés permettent d'apprécier les ordres de grandeur des volumes d'eau susceptibles de transiter par le vallon à l'occasion d'épisodes pluvieux conséquents :

Période de retour de la pluie	Débit de pointe global m ³ /s	Volume global m ³
T 10 ans	2,3 [1,1 – 4,5]	8 500
T 20 ans	2,7 [1,3 – 5,4]	9 500
T 30 ans	4,7 [2,4 – 9,4]	17 000
T 50 ans	5,2 [2,6 – 10,4]	19 000
T 100 ans	6,0 [3 – 12]	22 000

Ces débits de pointe sont à comparer avec le débit de pointe que le collecteur enterré de diamètre 1000 mm peut potentiellement évacuer (de l'ordre de 2,5 à 3,5 m³/s en fonction de son entretien).

2.2. Aménagements historiques du vallon

Le site des Bruchets présente les indices d'au moins deux étapes d'aménagements ayant eu des incidences hydrologiques sensibles :

- ✓ d'une part, le détournement d'une partie des écoulements du ruisseau des Bogeys, qui devait anciennement divaguer au niveau de l'actuel carrefour des RD 911 et RD 103 puis rejoindre le marais des Mièges, vers le secteur de la Palud ; il est possible

que ce détournement ait été motivé par l'alimentation d'un moulin au secteur de la Palud ;

La datation de ce détournement peut être approchée à partir des documents cartographiques historiques et des anciennes photographies aériennes ; il est figuré sur la carte d'état-major (env 1865) et visible sur la photographie de 1950 ; curieusement, il n'est pas figuré sur la carte topographique de la même époque ; on peut supposer qu'il date du milieu du XIX^{ème} siècle ;

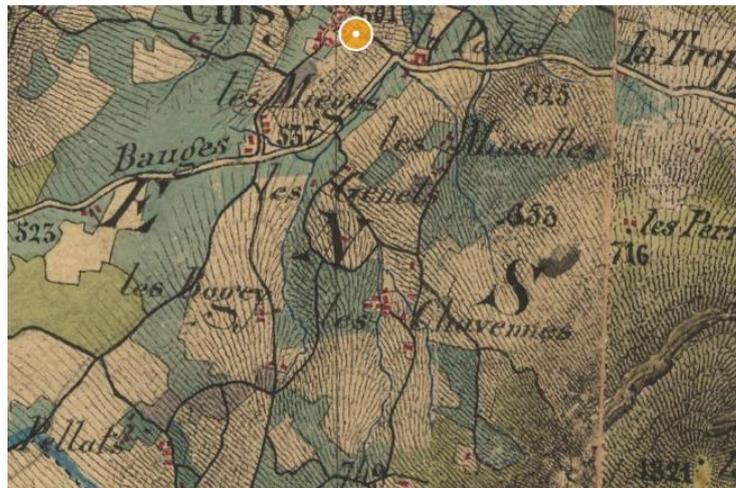


Figure 2 : Le détournement du ruisseau des Bogeys est figuré sur la carte d'état-major (env. 1865)

- ✓ d'autre part, le remblaiement assez large du vallon lui-même, dans un premier temps lors de l'aménagement de la route allant d'Aix-les-Bains aux Bauges, puis étendu lors de l'urbanisation tardive de la rive amont de la RD 911 après 1950 ;

Au vu des côtes du fil d'eau de la canalisation posée à cet endroit, il est possible que ce remblai atteigne une épaisseur proche de 2,5 mètres dans l'axe initial du vallon (entre les cotes 247 et 249,5), et de 50 cm sur sa plus grande surface ;

Ce remblaiement a eu plusieurs conséquences :

- ✓ le busage du ruisseau des Mièges sur 240 ml en diamètre 1 000 mm, qui accélère probablement les écoulements et qui empêche tout échange du cours d'eau (alimentation ou drainage) avec le sol et le sous-sol ;

- ✓ le déport de l'axe topographique du vallon jusqu'à 70 mètres vers sa rive droite et la réduction notable du volume libre situé sous la cote de la route départementale ;

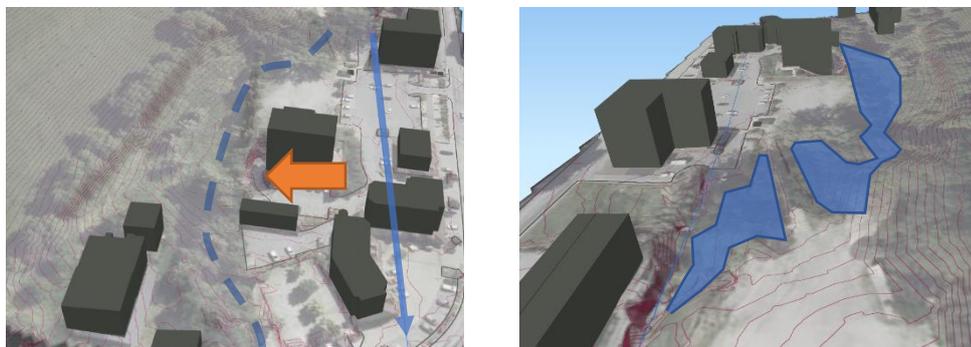


Figure 3 : Déport de l'axe du vallon vers le pied de la montagne de Bange et réduction notable du volume à quelques dépressions déconnectées, sans exutoire superficiel (fond Géoportail - levés topographiques terrestres TT GE)

- ✓ la réduction de l'infiltration des eaux pluviales qui tombent directement sur le site,
- ✓ le drainage probable des sols sous les remblais et à proximité immédiate, via les lits de pose des collecteurs enterrés et leurs éventuels défauts d'étanchéité.

On notera que l'urbanisation du vallon est relativement tardive, seuls quelques bâtiments étant représentés sur la carte d'état-major à son extrémité aval le long de la route des Bauges, au lieudit la Palud. La photographie aérienne de 1950 montre que des habitations ont été construites le long de la route, côté ouest, ainsi qu'un bâtiment du côté du marais et quelques constructions au lieudit la Palud. Il semble que les terrains du vallon soient alors des pâturages. Il est possible qu'ils soient drainés par un système de drainage traditionnel (appareillage de pierres plates) qui pourrait encore subsister par endroits.

A ce sujet, monsieur René André, agriculteur, nous a transmis un plan de localisation d'un drain agricole qui a été posé dans les années 1970. Ce drain unique traverse les prés en suivant la ligne de plus grande pente, à environ 40 m à l'ouest du ruisseau des Massettes. Il aboutit à une canalisation enterrée à l'arrière des logements sociaux.

Des cartes postales du village de Cusy, datées de 1956, 1964, 1985, 1986 et 1988, montrent l'état du vallon et son urbanisation progressive. On note en particulier l'étendue de la zone humide jusqu'en 1985.

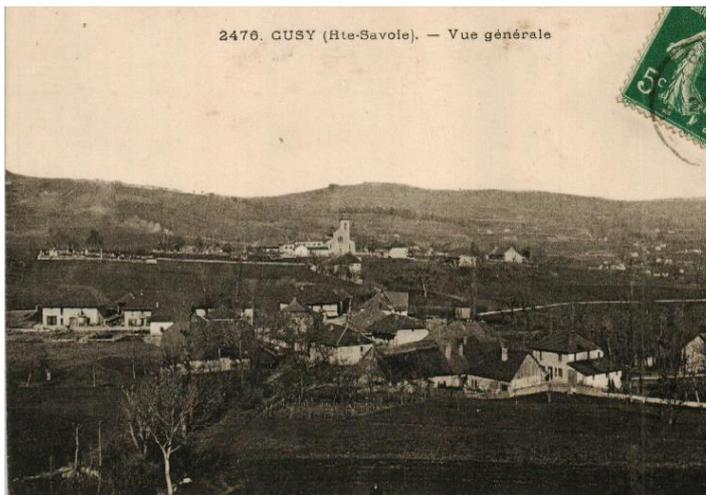


Figure 4 : Vue de la Pallud en 1956



Figure 5 : Vue générale du vallon et du hameau des Mièges en 1956



Figure 6 : Vue du hameau des Mièges en 1964



Figure 7 : Vue générale du vallon et du hameau des Mièges en 1964

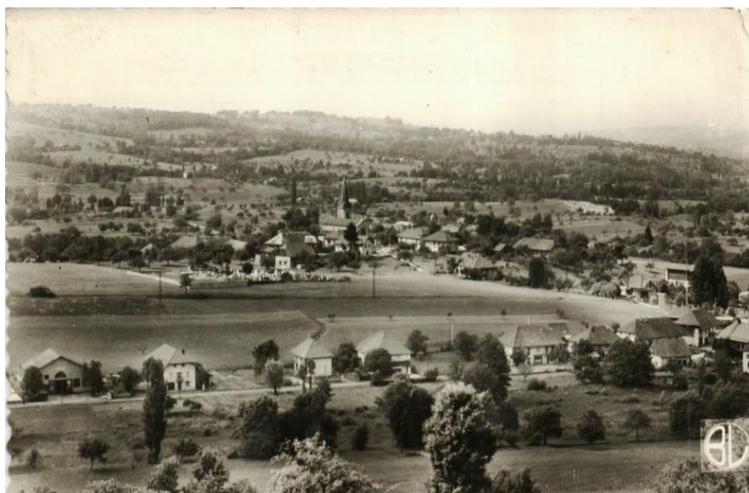




Figure 8 : Vue du vallon et du marais de la Pallud en 1986

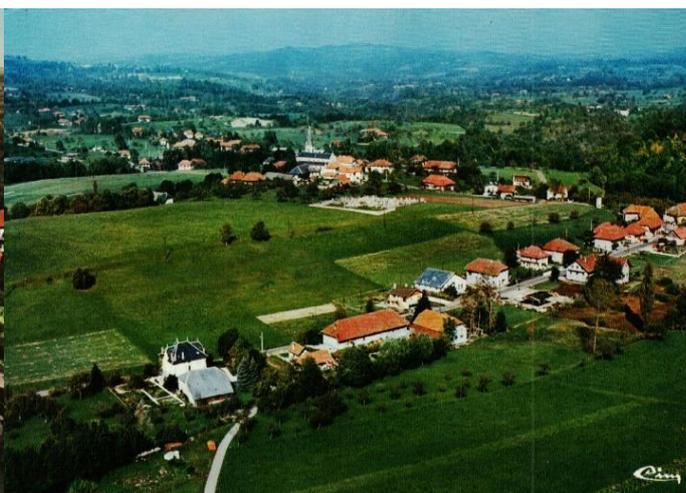


Figure 9 : Vue du vallon et du marais de la Pallud en 1988 – premiers remblaiements au niveau de l'actuelle salle des fêtes

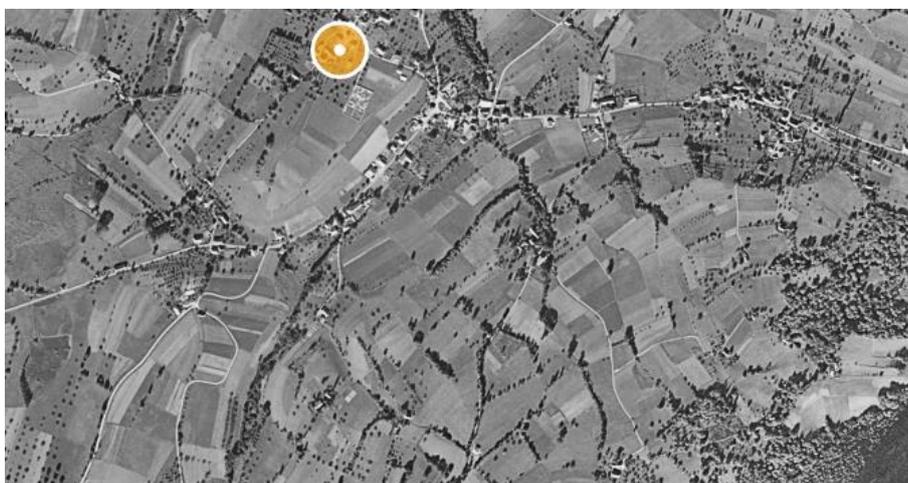


Figure 10 : Photographie aérienne du site – un vallon encore peu urbanisé (env 1950)
source Géoportail

2.3. Fonctionnement hydraulique actuel du vallon

Aujourd'hui, le site se présente comme un plateau urbanisé bordé sur sa frange sud-est par une dépression contrariée par des remblais divers et notamment par le recouvrement d'une canalisation utilisée pour le chauffage urbain. Les levés topographiques terrestres détaillés menés par le cabinet TT GE en septembre 2017 permettent de positionner précisément cette dépression et de constater son morcellement et la constitution de cuvettes dépourvues d'exutoire superficiel.

Des inondations prolongées de ces cuvettes sont souvent constatées. Elles n'induisent pas de dégât ni de gêne particulière. En revanche, certains épisodes pluvieux marqués peuvent induire une inondation plus conséquente qui recouvre les parkings et aires stabilisées aménagées autour des bâtiments.

Une aggravation de l'inondation des bâtiments et de la départementale aurait été constatée par les riverains à la suite des différentes étapes de remblaiement du vallon, notamment en 1993.



*Figure 11 : Inondation du secteur de la Pallud et de la zone humide avant le remblaiement de 1983
La trace visible sur le mur permet d'évaluer une hauteur d'eau de 70 cm environ.*



Figure 12 : Mise en place du remblai à l'endroit de l'actuelle pharmacie en 1983



Figure 13 : Vue de la Pallud suite à l'inondation de la route départementale et des bâtiments riverains par les fortes pluies de juillet 1993
Un riverain a alors noté une hauteur d'eau proche de 10 cm sur la route.
On constate que la terrain de sport est également remblayé.

Le sous-sol du bâtiment des logements sociaux, situé dans l'axe relictuel du vallon, peut également être inondé comme ce fut le cas en 2007 et 2018.

On note qu'en 2007, la réactivation d'une résurgence au niveau des Chavonnes a induit des ruissellements importants dans le vallon faiblement marqué visible sous le hameau des Combes.

En 2017, le débordement du ruisseau des Massettes a inondé la route départementale et encombré le lit aval du ruisseau de débris végétaux et d'une quantité appréciable de galets et de grave. Il semble que les débordements aient alors été induit par ces embâcles mais pas par une saturation hydraulique du tronçon busé qui traverse la départementale.

Ce fonctionnement hydrologique a été étudié en détail dans le cadre de l'opération d'aménagement (Mission d'expertise hydrologique et hydraulique sur les ruisseaux des Mièges, des Bogets, des Massettes et du Golet dans la traversée du village - HYDRETTUES - 11/04/17).

L'étude a permis de préciser le risque de débordement et d'inondation du centre bourg à l'occasion d'une pluie décennale.

Sur la partie centrale, les résultats de la modélisation montrent que :

- ✓ le marais est inondé par le ruisseau des Massettes et des Bogeyes simultanément avec des hauteurs d'eau parfois supérieures à 1 mètre (points bas),
- ✓ la canalisation principale sous le centre (diam 1000 mm) est saturée,
- ✓ le carrefour principal est inondé,
- ✓ le collecteur sous la route des Bauges (diam 300 à 400 mm) est saturé.

En conclusion, les aménagements successifs du vallon occupé aujourd'hui par le centre bourg ont notablement contrarié le fonctionnement hydraulique naturel du site d'une part, par son imperméabilisation et d'autre part, par la modification de sa topographie.

En conséquence, les écoulements se retrouvent soit concentrés sur les abords des remblais, soit évacués par un réseau enterré. La fonction d'infiltration (*a priori* naturellement limitée en profondeur) et d'écoulements hypodermiques s'en trouve notablement amoindrie.

Il convient toutefois de noter que l'inondation régulière de ce secteur n'est pas due aux seuls aménagements eux-mêmes mais également au fonctionnement naturel du site. En revanche, ces aménagements ont induit un risque d'inondation par augmentation de la vulnérabilité, notamment par des équipements particulièrement exposés tels que des souterrains non protégés des ruissellements (sous-sols des logements sociaux par exemple).

2.4. La zone humide

La zone humide actuelle est le reliquat d'un marais qui devait initialement occuper largement le vallon (même contexte que les Mièges). Elle est le résultat d'un nouvel équilibre hydrologique et comme le suggère le rapport de TEREQ, son extension initiale se prolongeait sous les remblais. On peut apprécier cette extension sur les cartes postales du bourg en 1986 et 1988.

Les reconnaissances géotechniques menées par 2SG début 2018 ont montré que des écoulements hypodermiques rejoignent le vallon et que les sols sont saturés dès une profondeur de l'ordre de 50 cm en hiver. Monsieur René André, agriculteur, a signalé la présence d'une source aujourd'hui disparue à l'amont immédiat des logements sociaux, ainsi que des écoulements notables en plusieurs points sous la ligne de noyers.

Les pieds de pente sont donc le lieu de circulations potentiellement conséquentes à faible profondeur, en partie drainées par le réseau de drainage posé dans les années 1970, et évacué par le réseau de collecte enterré (y compris *via* les lits de pose).

3. Proposition d'orientations générales sur le projet

3.1. Rappel des propositions évoquées dans les expertises précédentes

3.1.1. Expertise hydraulique et hydrologique

Les travaux proposés dans l'expertise menée par Hydrétudes pour améliorer la situation hydraulique dans le centre bourg sont les suivants :

- ✓ terrassement du marais à une cote de 546,75 m NGF, soit un déblai d'une hauteur de l'ordre de 0,25 m ;
- ✓ pose d'une nouvelle canalisation afin d'évacuer les eaux du marais et de court-circuiter la canalisation qui passe sous le carrefour et qui restera en surverse de secours ;
- ✓ élargissement du profil en travers du ruisseau des Massettes avec constitution d'une risberme et d'une digue pour empêcher les débordements.

Une solution alternative proposée par Hydrétudes sur le ruisseau des Massettes est également de détourner son lit aval en direction de la zone humide, afin d'une part d'alimenter cette zone humide et d'autre part, de réduire le risque d'inondation au carrefour de la Palud.

3.1.2. Expertise de la zone humide

Concernant la zone humide, TERE0 conclut son expertise de la manière suivante :

Le secteur étudié peut être globalement jugé en mauvais état de conservation.

De manière générale, les sols sont fortement remaniés, ce qui se traduit par une végétation peu typique en surface. Quelques habitats présentent un certain enjeu de conservation mais l'influence anthropique du secteur menace leur présence sur le long terme.

Les zones humides pourraient être beaucoup plus étendues qu'en l'état mais c'est également l'impact des activités humaines qui affecte leur fonctionnalité.

Toutefois, les zones humides semblent présenter un certain potentiel de restauration et de valorisation pédagogique. Or, ces sujets s'inscrivent parfaitement dans la problématique du projet de concilier aménagement du territoire et prise en compte des milieux naturels.

Enfin, soulignons que quelques secteurs pourraient potentiellement accueillir diverses espèces de chiroptères et d'oiseaux remarquables.

3.1.3. Reconnaissances géotechniques

La Ville de Cusy a diligenté une mission de reconnaissance géotechnique (mission G1 PGC) sur le site courant de l'hiver 2018. Les reconnaissances ont consisté en la réalisation de 9 sondages à la pelle mécanique et de 15 essais au pénétromètre dynamique.

Ces essais ont permis d'identifier les différentes formations qui occupent le vallon et de noter les contraintes géotechniques suivantes :

- Partie amont du tènement :
 - o circulations de versant par chenaux préférentiels notamment côté Nord,
 - o colluvions de pente de compacité modeste variables en épaisseur,
 - o aléas torrentiels en liaison avec le torrent des Massettes.
- Partie aval du tènement :
 - o remblais en épaisseur variable,
 - o 3 m de terrains compressibles saturés en eau.

3.2. Proposition des principes de gestion des eaux pluviales et des ruissellements issus de l'amont

3.2.1. 1^{er} principe : non aggravation du risque inondation

Le projet des Bruchets s'inscrit comme une étape dans une évolution progressive de l'urbanisation du centre de Cusy. Son contexte hydrologique sensible doit inciter à la plus grande prudence au regard des dysfonctionnements déjà constatés à ce jour, considérant que le projet :

- d'une part, ne doit pas induire de risque supplémentaire, autant dans son périmètre qu'à son aval hydraulique,
- d'autre part, ne doit pas induire un blocage des évolutions ultérieures du territoire, en particulier si une urbanisation était envisagée à son amont.

Il convient donc de prendre toutes les dispositions pour qu'aucun nouvel aménagement vulnérable ne soit exposé à l'inondation au sein du projet, et pour qu'aucune aggravation des ruissellements ne soit induite par le projet à sa périphérie.

3.2.2. 2^{ème} principe : respect des principes d'une gestion intégrée des eaux pluviales et de ruissellement sur le projet

La protection du projet et de son aval hydraulique contre le risque inondation peut théoriquement être assurée par des infrastructures conçues et dimensionnées pour stocker et

restituer à débit maîtrisé les eaux pluviales tombées sur le projet lui-même et les eaux de ruissellement issues de l'amont.

La réflexion menée actuellement par le SILA et le Grand Annecy sur le sujet (établissement du schéma général d'assainissement sur le territoire assainissement du SILA - en cours) montre toutefois que les difficultés rencontrées par les collectivités pour financer la réalisation puis l'entretien/maintenance/renouvellement de ces infrastructures, ainsi que les incertitudes liées à leur conception, doivent inciter à privilégier d'autres solutions permettant de s'en affranchir.

D'une manière générale, les collectivités s'engagent ainsi résolument dans une gestion intégrée des eaux pluviales sur leurs territoires, et dans une meilleure prise en compte du risque inondation et de la protection des milieux naturels, en adaptant le principe proposé par l'Agence de l'Eau pour la protection des milieux aquatiques : 1) Eviter, 2) Réduire, 3) Compenser.

Les orientations de la gestion intégrée des eaux pluviales peuvent être résumées comme suit :

- 1) limiter autant que possible les infrastructures dédiées à la seule gestion des eaux pluviales (éviter tout équipement tel que collecteur enterré, canal, bassin enterré ou à ciel ouvert),
- 2) favoriser autant que possible l'infiltration des eaux pluviales vers le sol pour respecter le fonctionnement hydrologique à l'occasion des pluies courantes, et notamment pour maintenir une alimentation hydrique de la zone humide aussi naturelle que possible,
- 3) adapter le projet de quartier des Bruchets au risque inondation en considérant toutes ses échelles : organisation du plan masse, organisation et constitution des espaces publics, implantation et architecture des bâtiments.

3.3. Proposition d'orientations concrètes sur le projet

3.3.1. Non aggravation des ruissellements à l'aval du projet

L'application de l'article L 640 du Code civil doit orienter toutes les étapes de conception du projet. En effet, même si l'exutoire final des écoulements du vallon est un cours d'eau fortement encaissé présentant *a priori* une capacité hydraulique élevée, sa stabilité peut être mise en défaut par une augmentation de la fréquence de ses crues morphogènes dès l'aval du village.

Il convient donc de conserver la capacité d'évacuation actuelle des écoulements sans l'augmenter et de résoudre les dysfonctionnements hydrauliques constatés par des aménagements au droit de l'opération elle-même. Les principes de ces aménagements sont proposés ci-dessous.

3.3.2. Réduction des remblais en zone inondable

La présente proposition reprend la suggestion de terrassement du marais de l'expertise réalisée en septembre 2017 par Hydrétudes, en allant toutefois au-delà d'un simple ajustement topographique (déblai sur une épaisseur de 0,25 m estimé à 1 700 m³ par Hydrétudes).

Les volumes d'eau susceptibles de transiter par le vallon à l'occasion d'épisodes pluvieux conséquents ont été évalués plus haut. Ils sont de l'ordre de 10 000 à 20 000 m³ pour les pluies cinquantennales à centennales. Ils donnent un premier aperçu de l'ordre de grandeur idéal du volume à restituer au vallon sous la cote altimétrique 540 m NGF pour éviter tout débordement vers les habitations actuelles et la route départementale, quel que soit l'événement pluvieux.

Il convient de noter que cette évaluation des volumes de ruissellement est un exercice particulièrement périlleux qui souffre de très larges incertitudes. En conséquence, il convient d'aborder la réflexion en cherchant à éviter l'exposition des biens, plutôt qu'en cherchant à maîtriser des écoulements difficiles à quantifier avec précision.

A cette fin, les possibilités de supprimer autant que possible les remblais qui occupent actuellement le vallon sont à examiner, au regard de l'usage des espaces aménagés sur ces remblais et des options possibles pour réorganiser le site dans son ensemble.

On notera à ce sujet que des aires de stationnement peuvent être aménagées à un niveau réputé inondable si l'inondation est peu fréquente et si la hauteur d'eau est inférieure à 200 mm. Autrement dit, les espaces qui seront décaissés pourront participer au stationnement de véhicules ou à l'agrément paysager de l'opération.



Figure 14 : Espaces accessibles temporairement inondables dans le quartier de Pré Nouvel à Seyssins (38)

3.3.3. Restauration d'une zone humide cohérente avec la topographie reconstituée

L'expertise de TERE0 conclut à l'existence d'une zone humide et l'intérêt de l'étendre, ce qui justifie son intégration dans le projet, tout en soulignant son mauvais état du fait des aménagements détaillés plus haut.

La clarification de la topographie (suppression partielle des remblais, pour des motivations d'abord hydrauliques, est une occasion d'envisager une revalorisation d'ampleur de cette zone sans qu'il soit *a priori* nécessaire d'engager des interventions coûteuses. Il semble notamment que la restitution d'une hydrologie plus proche du fonctionnement initial du site, avec des apports d'eaux météoriques plus conséquents et la reconstitution d'un sol décomprimé, sera favorable à une colonisation spontanée des espèces souhaitées. Des interventions sur les lits de pose des collecteurs et sur tout type d'ouvrage susceptible de participer au drainage des sols (drainage agricole traditionnel ?) peuvent également être utiles.



Figure 15 : Etapes de reconstitution d'une zone humide à Seyssins – Pré Nouvel (38) – 2013 et 2014

Ce point est toutefois à confirmer par un expert écologue.

Dans tous les cas, un travail de détail sur le nivellement et sur la nature du terrain reconstitué peut faciliter la reprise d'un fonctionnement hydrique compatible avec le développement d'une zone humide.

3.3.4. Transparence hydraulique des infra et superstructures du projet

Le projet des Bruchets implique la construction d'un nombre notable d'immeubles et d'équipements qui sont susceptibles de constituer autant d'obstacles à l'écoulement des eaux de ruissellement et le cas échéant, des eaux de nappe.

Il conviendra donc de veiller à appliquer systématiquement le principe de transparence hydraulique des infra et superstructures du projet :

- en orientant convenablement le plus grand axe des immeuble, c'est-à-dire *a priori* dans le sens de la plus grande pente,
- à défaut, en assurant une transparence hydraulique des niveaux enterrés par les dispositifs de drainage adéquats,
- en évitant autant que possible la construction de sous-sols (cf conclusions de l'expertise géotechnique de mars 2018).

La constitution des espaces au sol doit également faire l'objet d'une réflexion particulière :

- d'une part, pour éviter d'aggraver les ruissellements vers les secteurs aval,
- d'autre part, pour favoriser une infiltration des eaux pluviales conforme avec la proximité de la zone humide.

A cette fin, on limitera autant que possible les revêtements imperméables, on limitera les aires nécessairement imperméables au strict nécessaire et on évitera tout recours à des installations enterrées de collecte et de transport des eaux pluviales. Une réflexion sur la constitution et le revêtement des chaussées sera très utile à cette occasion. Les espaces verts seront systématiquement conçus pour recevoir les eaux de ruissellement des aires imperméables voisines.



Figure 16 : Exemples de réduction de l'imperméabilisation des voiries : accotements perméables ; revêtement perméable

Enfin, les aires nécessairement imperméables (espaces sur dalle, toitures) seront conçues de manière à constituer le moins de ruissellement possible, notamment à l'occasion des pluies courantes. Les principes suivants seront utilement examinés :

- végétalisation des espaces sur dalle,

- récupération et utilisation des eaux de toiture,
- répartition diffuse des eaux vers les espaces de pleine terre, en limitant autant que possible les installations de collecte enterrées.

3.3.5. Adaptation du bâti au risque d'inondation

Un risque d'inondation restera possible sur l'opération même si l'ensemble des principes précédents est appliqué. En effet, des pluies exceptionnelles restent susceptibles d'induire des ruissellements conséquents en provenance des pentes situées à l'amont immédiat de l'opération, et de faire déborder les différents cours d'eau. De même, une aggravation des écoulements hypodermiques dans les éboulis et colluvions en pied de pente est susceptible d'induire des résurgences notables que le réseau de drainage agricole ne peut pas évacuer en intégralité.

Enfin, des phénomènes de transport solide sont également susceptibles de contrarier localement les écoulements et de les diriger vers les bâtiments.

Il convient donc d'appliquer des principes de précautions sur l'ensemble des bâtiments tels que :

- le calage des niveaux vulnérables aux inondations au-dessus des cotes du terrain reconstitué aux alentours du bâtiment,
- le calage des ouvertures côté amont à au moins 50 cm au-dessus du terrain naturel.