



Le Gobé, l'Ouye et le Nant

**Etude des zones
inondables actuelles et
projetées**

Rapport d'étude

9 janvier 2024

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION – CONTEXTE - MANDAT	1
2.	DONNÉES UTILISÉES.....	2
3.	DIAGNOSTIC DU SITE	3
3.1	LE SITE ET SON HISTOIRE	3
3.2	PHOTOS AÉRIENNES HISTORIQUES	4
3.3	CRUES HISTORIQUES.....	6
4.	HYDROLOGIE	7
4.1	DÉBITS DE POINTE.....	7
4.1.1	<i>Situation actuelle</i>	7
4.2	HYDROGRAMMES UTILISÉS	8
5.	MODÉLISATIONS	9
5.1	TYPE DE MODÉLISATION	9
5.2	GÉOMÉTRIES.....	9
5.2.1	<i>Etat actuel</i>	9
5.2.2	<i>Etat projet</i>	10
5.3	RUGOSITÉS.....	11
5.4	CONDITIONS AUX LIMITES	11
5.5	TYPES DE SIMULATIONS RÉALISÉES	11
5.5.1	<i>Simulation de la crue biennale</i>	11
5.5.2	<i>Simulations des crues décennales, trentennales et centennales</i>	11
5.6	CARACTÉRISATION DES ZONES INONDABLES ET DES CHAMPS DE VITESSE	12
5.6.1	<i>Pour la situation actuelle</i>	12
5.6.2	<i>Pour la situation projetée</i>	12
5.7	CARACTÉRISATION DE L'ALÉA INONDATION	12
5.8	TEMPS DE SUBMERSION.....	13
6.	DESCRIPTION DE LA SITUATION ACTUELLE	13
6.1	SECTEUR TRÈS-LA-GRANGE ET PAIMBOEUF.....	13
6.2	SECTEUR PLACE DU JURA.....	16
6.3	SECTEUR POTERIE	16
6.4	SECTEUR OUYE	18
6.5	SECTEUR GOBÉ	19
6.6	ESTIMATION DU LAMINAGE DES CRUES OPÉRÉ PAR L'ÉTAT ACTUEL.....	20
7.	DESCRIPTION DE LA SITUATION PROJETÉE.....	21
7.1	SECTEUR TRÈS-LA-GRANGE ET PAIMBOEUF.....	21
7.2	SECTEUR PLACE DU JURA.....	22
7.3	SECTEUR POTERIE	22
7.4	SECTEUR OUYE	23
7.5	SECTEUR GOBÉ	24
7.6	ESTIMATION DU LAMINAGE DES CRUES OPÉRÉ PAR L'ÉTAT ACTUEL.....	24

ANNEXES

- Carte des zones inondables Q2 à Q100 pour l'état actuel et l'état futur estimé
- Carte des hauteurs d'eau Q2, Q10, Q30 et Q100, pour l'état actuel
- Carte des hauteurs d'eau Q100 pour l'état futur estimé
- Carte des vitesses maximales Q100 pour l'état actuel et l'état futur estimé
- Carte des temps de submersion Q100 pour l'état actuel et l'état futur estimé
- Carte des aléas d'inondation Q100 pour l'état actuel et l'état futur estimé
- Carte des profils en travers pour l'état actuel et l'état futur estimé
- Tableau des résultats de modélisation (Q10, Q30 et Q100)

1. INTRODUCTION – CONTEXTE - MANDAT

RC Ingénierie SA (ci-après RCI) a été mandatée par le bureau CERA en date du 06.06.2023 pour préciser les crues sur le ruisseau du Nant, de l'Ouye et du Gobé au sein du périmètre de la ZAC Ferney – Genève Innovation. L'étude s'inscrit dans l'accord cadre n°B-64/2022 liant un groupement de bureau d'ingénieurs et d'architectes dont CERA fait partie, et pour lequel le travail de mise à jour des zones inondables actuelles et projetés est sous-traité à RCI.

Les études ici menées visent à

- Mettre à jour la modélisation hydraulique des cours d'eau de la ZAC au regard des dernières évolutions du projet et des études hydrologiques
- Caractériser l'aléa inondation actuel et projeté au sein de la ZAC
- Accompagner le groupement d'étude pour l'élaboration du porté à connaissance et dans les discussions liées au PPRi

Ce travail fait suite aux précédentes études menées par le bureau CERA S.A. en 2022 (reprise de la modélisation des cours d'eau), puis aux travaux du bureau INGEROP (étude hydrologique fine des bassins versants de la zone). Ces prérequis permettent ici de finaliser l'étude des comportements en crue des différents cours d'eau, tant actuels que projetés, dans une zone où les enjeux sont nombreux.

Dans le détail, la mission consistait à :

- Réaliser un modèle hydraulique de l'état actuel (avant travaux 2022 sur Paimboeuf) et de l'état projeté (selon état des études en juillet 2023)
- Effectuer des simulations de crues pour les temps de retour 2, 10, 30 et 100 ans
- Cartographier les hauteurs d'eau pour les crues 2, 10 et 30 ans
- Cartographier les hauteurs d'eau, vitesses, aléas et temps de submersion pour la crue centennale
- Rédiger un rapport synthétisant les données et hypothèses prises ainsi qu'une interprétation des résultats obtenus

Le travail ici mené reprend en partie des éléments de la note de présentation réalisée par CERA en avril 2022, dans le but d'offrir une synthèse complète sur les cours d'eau étudiés.

2. DONNÉES UTILISÉES

Les données utilisées sont listées ci-dessous :

- Hydrologie :
 - Etude hydraulique sur les restaurations des ruisseaux Nant, Ouye et Gobé, CERA, avril 2022
 - Etude hydrologique de la ZAC Ferney-Genève-Innovation, rapport v3, INGEROP, février 2023
- Géométrie :
 - Etat actuel
 - Le modèle HEC-RAS initialement développé par ISL, puis modifié par CERA pour l'étude d'avril 2022
 - Le levé de terrain effectué par Laurent DETRAZ Géomètre Expert (24.01.2022) et transformé en MNT par AltoSTEP
 - Le LIDar 2019 disponible sur www.sitg.ch
 - Levés de profils en travers et des ouvrages sur le Nant et l'Ouye par GEOSAT pour Pays de Gex agglomération, établis le 30/01/2023 (ces levés incluent donc les travaux réalisés à Paimboeuf sud – ce secteur n'est pris en compte que pour l'état projet)
 - Etat projet
 - LIDar 2019 disponible sur www.sitg.ch – pour compléter le MNT à disposition sur quelques zones de débordement, comme en amont de la RD1005.
 - Avant-projet de mars 2023 sur le Nant, l'Ouye pour les secteurs Poterie, Place du Jura et prairie d'Ausset (OBRAS, ESTRAN Production, HORIZON Paysages, ALTOSTEP, AVIS VERT, CERA – Mars 2023)
 - Plan de récolement – Levé topographique de l'ouvrage, entreprise Bianco (2018) – nouveau pont sur le Nant à Paimboeuf sud
 - Avant-projet de la renaturation du secteur Très-la-Grange (OBRAS, ESTRAN Production, HORIZONS Paysages, ALTOSTEP, ICON – Décembre 2020)

3. DIAGNOSTIC DU SITE

3.1 Le site et son histoire

La carte de Cassini (XVIII^e siècle), donne un aperçu du site originel des cours d'eau étudiés : le Ruisseau du Nant et l'Ouye étaient de petits cours d'eau peu méandriformes, alimentés par des marais situés au pied de dépressions collinaire, respectivement au pied de Prévessin et d'Ornex.

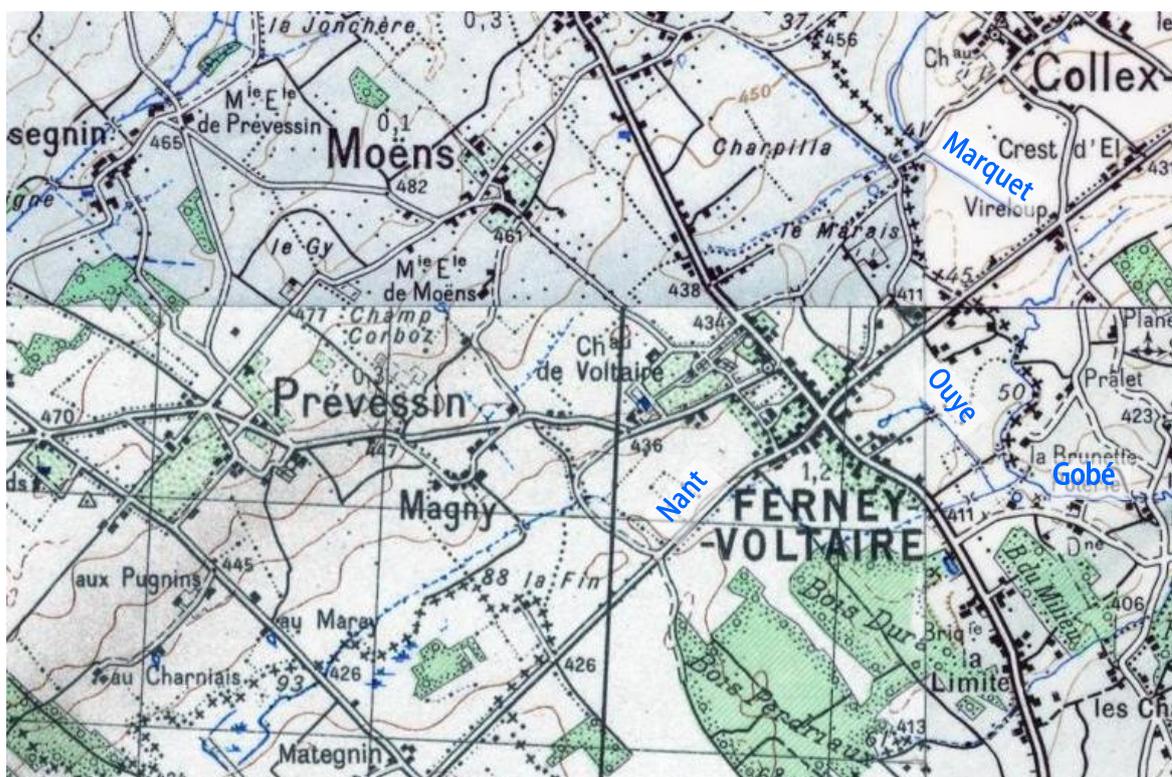


La précision de la carte de l'état-major (1820-1866) confirme le réseau hydrique tout en montrant déjà de nombreuses modifications des cours d'eau, en particulier sur le Nant, corrigé pour permettre la création de routes et chemins rectilignes. Le Nant et l'Ouye sont bordés de prés.



Le scan50 de l'IGN de 1950 montre un réseau hydrographique proche de la situation actuelle, avec l'Ouye canalisée et sa partie amont déviée vers le Marquet. S'en suivra l'urbanisation massive qui a conduit à la

situation actuelle, avec quelques infrastructures d'importance qui ont remodelé le paysage régional comme l'autoroute suisse, l'aéroport de Genève ou le LHC, mais également et plus localement la RD35, la douane, la ZA de la Poterie.



3.2 Photos aériennes historiques

Quelques photos aériennes du site sont présentées ci-dessous. Elles permettent d'avoir une idée sur la typologie du cours d'eau, ses évolutions et renseignent sur l'urbanisation et les mouvements de terres à ses abords. D'autres photographies sont disponibles via le site www.sitg.ch.



Photo aérienne de 1932



Photo aérienne de 1963



Photo aérienne de 1972



Photo aérienne de 1996



Photo aérienne de 2012

L'analyse de ces photographies montrent que le tracé des cours d'eau étudiés a peu évolué ces 90 dernières années. Seules les routes RD35 et RD1005 ont fait déplacer le Nant. Leur bassin versant a toutefois été largement grignoté par l'urbanisation, réduisant parfois leurs abords à une ripisylve fort modeste et générant des apports d'eau pluviale extrêmement conséquents par rapport à leur situation initiale. Des zones de remblais proche des berges sont également suspectés, vers la future zone de la place du Jura, mais également en rive gauche sur le Nant, en aval de la RD1005 et de part et d'autre de l'Ouye. La présence de ces remblais indique d'une part un probable remaniement du gabarit du lit par rapport à la situation initiale et une qualité de berge souvent moindre. Cela renforce enfin la possibilité, en cas de terrassement dans ces zones, de trouver des matériaux pollués.

3.3 Crues historiques

Aucune donnée de crues historiques n'a pu être collectée pour la zone étudiée. En particulier, l'étude de modélisation sur les cours d'eau gessiens (ISL, 09.03.2020) présente des inondations sur des secteurs amont mais pas sur le secteur étudié.

Pour mémoire, 3 arrêtés de catastrophe naturelle ont concerné la commune de Ferney-Voltaire, pour des épisodes étant survenus en février 1990, en décembre 1991 et en octobre 1993.

4. HYDROLOGIE

En préambule, rappelons à toute fin utile :

- qu'une crue de période de retour 100 ans a 1 chance sur 100 de se produire dans l'année
- qu'il n'existe pas de relation simple et directe entre des fréquences statistiques de pluies et de débits. En exemple on rappellera qu'une pluie de période de retour 10 ans sur un bassin versant n'engendre pas nécessairement une crue de période de retour 10 ans dans le cours d'eau drainant ce bassin versant.

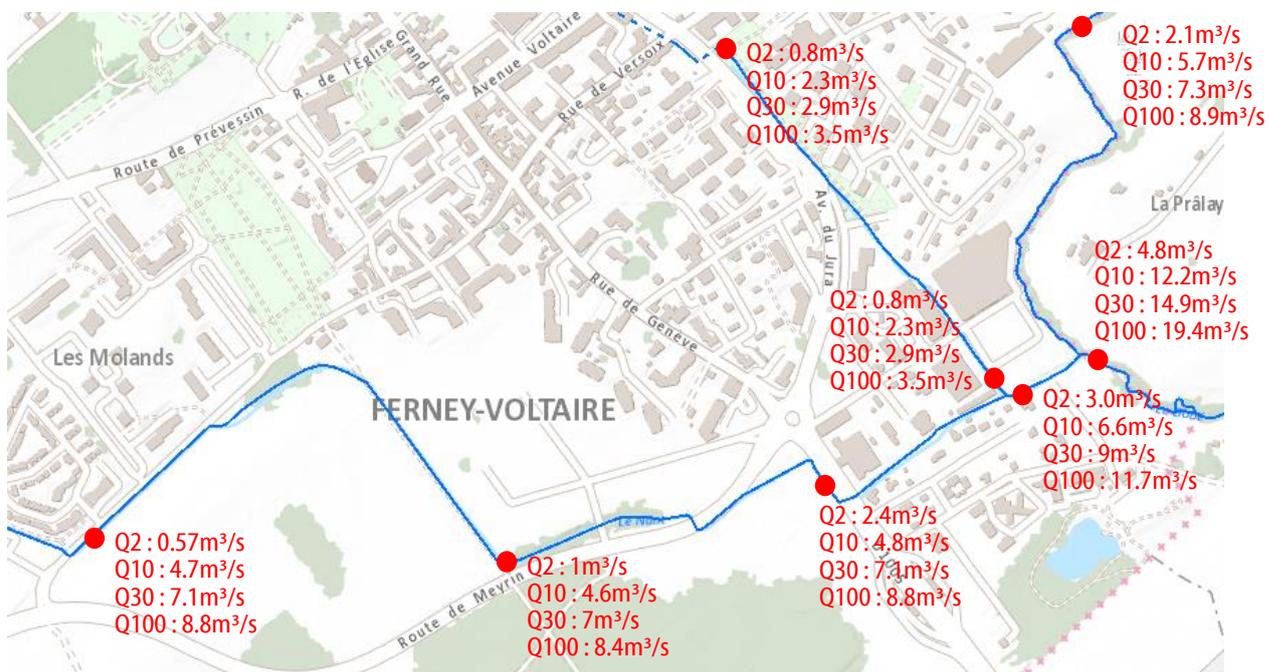
La transformation d'un épisode pluvieux exceptionnel en crue rare suit en effet un mécanisme complexe constitué de nombreux paramètres déterminants, notamment : les capacités de stockage naturels/anthropiques et leur état, la présence de neige au sol, l'état d'humidité des sols, la météo des jours précédant l'évènement pluvial exceptionnel, ...

Ainsi, les données hydrologiques utilisées dans cette étude proviennent toutes de l'étude d'INGEROP de 2022 qui a fait le point sur l'hydrologie du secteur au travers d'une modélisation sous HEC-HMS, en tenant compte de la zone urbaine.

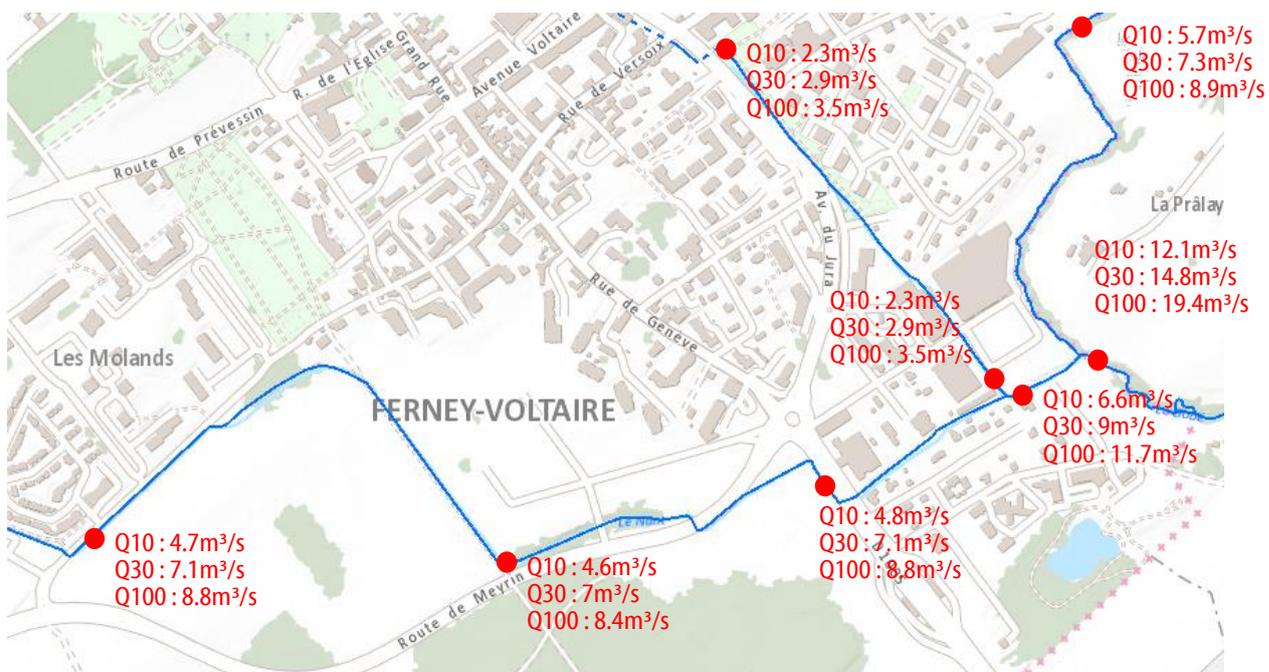
4.1 Débits de pointe

4.1.1 Situation actuelle

Les débits de pointe considérés pour les simulations des crues de période de retour 2, 10, 30 et 100 ans sont détaillés graphiquement ci-dessous. Ils sont issus pour Q2 de l'étude réalisée par le bureau CERA en 2022 (synthésisant d'autres études), et pour les autres crues d'une étude dédiée réalisée par le bureau INGEROP en 2023.



Débits de pointe pour la situation actuelle



Débits de pointe pour la situation projetée

Les conclusions de l'étude d'INGEROP indiquent que la situation future sera globalement inchangée pour les crues majeures, malgré l'urbanisation, mais grâce aux mesures de contrôle de débit. Attention toutefois, ces études préconisent de tenir compte d'une marge de 10 à 20% pour tenir compte du changement climatique. Ainsi, dans les modélisations ici réalisées, il sera toujours recherché les situations hydrologiques pessimistes allant dans ce sens.

A noter enfin que ces débits de pointe sont des valeurs cibles qu'il convient d'utiliser avec précaution. En effet, ces débits sont obtenus via des simulations hydrologiques de transformation de pluie en débit. Ainsi, le mécanisme de transfert (i.e. l'écoulement en crue) est ici largement simplifié et ne tient pas compte d'éventuels champs d'expansions de crues, d'effets de laminage ni de pertes. La gestion de la topographie est ici extrêmement restreinte.

Il sera donc judicieux de préférer les résultats obtenus à l'issue des différentes simulations, dont les résultats sont présentés ci-après.

4.2 Hydrogrammes utilisés

Pour permettre les simulations des crues Q10 à Q100, des hydrogrammes de crue ont été utilisés pour permettre des simulations en régime transitoire (dépendant du temps), dans le but de pouvoir apprécier le fonctionnement des cours d'eau et les laminages qui peuvent d'opérer du fait de débordements et/ou des zones d'expansion contrôlée des crues. Les hydrogrammes ont tous été fournis par l'étude réalisée par INGEROP de 2023.

Les hydrogrammes de crue sont injectés selon trois méthodes :

- Tête de réseau : tout en amont des cours d'eau, hydrogramme injecté traduit l'évolution du débit dans le cours d'eau
- Injection latérale ponctuelle (par ex. exutoire de collecteur primaire EP) : les principaux rejets pluviaux sont insérés ponctuellement dans le modèle. Ils s'ajoutent au débit d'eau déjà présent dans le cours d'eau, tel que simulés et avec la précision du logiciel hydraulique.
- Injection latérale diffuse (par exemple apports d'un bassin versant latéral naturel et/ou avec de multiples petits points de rejets EP) : Pour les bassins versants sans collecte des eaux pluviales bien structurées, il est préféré une injection diffuse et progressive le long du tronçon de cours d'eau concerné plutôt qu'une injection ponctuelle au début ou à la fin du tronçon.

Compte tenu de la présence de champs d'expansions et d'un probable effet de laminage, il n'a jamais été choisi de respecter des hydrogrammes de débit directement des cours d'eau élaborés via HEC-HMS, pour les raisons évoquées au paragraphe précédent.

5. MODÉLISATIONS

5.1 Type de modélisation

La modélisation hydraulique 1D/2D sous HEC-RAS 6.4.1 repose sur la résolution des équations de Barré – Saint-Venant. La modélisation 1D est fondée sur une série d'hypothèses dont les principales sont :

- L'écoulement est unidimensionnel perpendiculaire aux sections transversales constituant le modèle ;
- La répartition des vitesses est uniforme dans une section transversale donnée ;
- La répartition des pressions sur une verticale est hydrostatique.

Le modèle 1D a plus de difficultés à représenter les écoulements dans des zones de confluence, les zones inondables très planes, les débordements par-dessus des digues et à proximité de certains points singuliers.

Sur le bassin versant du Gobé et de ses affluents, Le modèle 1D reste très satisfaisant. Pour les quelques zones de débordement vers des surfaces planes (Très-la-Grange, en amont de la RD1005, en rive droite du secteur Poterie), des zones 2D ont été ajoutées pour mieux cerner les directions de circulation des écoulements débordants. Dans le secteur de Très-la-Grange, le passage piéton sous la RD35 a été modélisé. Les écoulements en aval, dans les Bois Durant et Perdriaux, n'ont toutefois pas été étudiés plus avant. On pourra simplement noter que ces bois sont sans enjeux, relativement planes (pente générale de 2‰), avec dans la partie basse, proche frontière, une zone de fossés drainant les bois, puis à la frontière le remblai que constitue les pistes de l'aéroport. Les eaux sont évacuées de ce point bas via un collecteur DN800 passant sous les pistes, disposant d'une capacité inférieure à 850L/s.

5.2 Géométries

5.2.1 Etat actuel

La construction du modèle du ruisseau du Nant, de l'Ouye et du Gobé reprend celui élaboré par CERA en 2022 pour l'étude des trois cours d'eau. Le modèle a été édité sous HEC-RAS 6.4.1 et modifié comme suit :

- Combinaison du MNT d'AltoSTEP avec celui issu du LiDar de l'agglomération genevoise de 2019 (pour compléter certaines zones de débordement insuffisamment décrites avec le MNT d'AltoSTEP).
- Ajout de zones d'expansions de crues : Ajout des zones 2D pour cerner les directions d'écoulements et débits / volumes laminés liés à d'éventuels débordements à Très-la-Grange (y c. le fossé le long de la RD et la buse DN700, y c. le passage piéton sous RD), en amont de la RD1005 et en rive droite de Poterie.
- Vérification et ajustement des ouvrages avec les levés selon le levé réalisé en 2023 par GEOSAT pour PGA.
- Ajustement de la position du collecteur primaire EU traversant le Nant avant la confluence avec le Gobé, y c. création d'un profil en travers fictif nécessaire pour permettre les calculs HEC (en amont d'une confluence, il faut à minima 2 profils en travers avant le premier ouvrage).

Pour mémoire, l'état actuel se base sur l'état du ruisseau du Nant AVANT la renaturation de Paimboeuf sud.



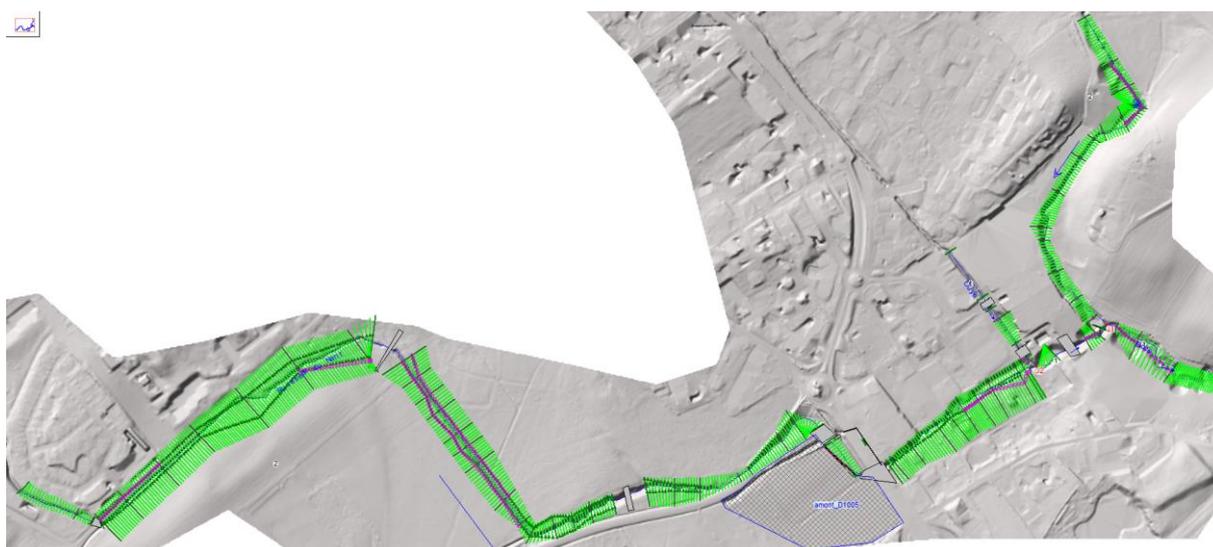
Aperçu du modèle géométrique de l'état actuel, avec en fond de plan le relief du terrain

5.2.2 Etat projet

L'état projet intègre :

- L'avant-projet de mars 2023 sur le Nant, l'Ouye pour les secteurs Poterie, Place du Jura et prairie d'Ausset
- La renaturation de Paimboeuf sud (à partir des profils en travers de GEOSAT de janvier 2023 et du plan de récolement du pont fait par Bianco)
- Le projet de renaturation de Paimboeuf-Allée de la Tire (étudié jusqu'au stade DCE)
- L'avant-projet de la renaturation du secteur Très-la-Grange

Le modèle n'intègre ici qu'une seule zone 2D, celle située en amont de la RD1005. En effet, les projets Paimboeuf et Très-la-Grange, tant de renaturation que de création de quartiers auront pour effet de réduire les débordements du lit mineur.



Aperçu du modèle géométrique de l'état projet, avec en fond de plan le relief du terrain

5.3 Rugosités

La rugosité retenue est identique à celle utilisée par ISL dans le modèle du Nant réutilisé pour la présente étude, à savoir un coefficient de Manning de 0.06, cette valeur est à notre sens dans la fourchette haute des valeurs traditionnellement utilisées pour cette typologie de cours d'eau (entre 0.045 et 0.065).

S'agissant de zones agricoles et de gazon bordant des maisons individuelles (secteur Poterie), la rugosité retenue pour les zones 2D (zones de débordement) est choisie à 0.04 (coefficient de Manning).

5.4 Conditions aux limites

La condition limite choisie en aval du modèle, sur le Gobé, est la hauteur normale pour un écoulement avec 0.8% de pente.

La condition limite choisie en aval de la zone 2D de Très-la-Grange, pour les écoulements débordants évacués vers les bois Durant et Perdriaux, est la hauteur normale pour un écoulement avec 1% de pente.

5.5 Types de simulations réalisées

5.5.1 Simulation de la crue biennale

Les simulations utilisées pour caractériser l'écoulement d'une crue biennale du Nant, du Gobé et de l'Ouye, en situation actuelle ou projetée, sont de type stationnaire.

Pour mémoire, la simulation en régime stationnaire, où le temps n'est pas une variable de calcul, permet de déterminer très rapidement l'emprise maximum de la crue pour une géométrie et un débit donné. Ainsi, cela implique une lecture des résultats en tenant compte des informations suivantes :

- Les emprises correspondent à l'état où le débit de pointe a été suffisamment long pour que les zones tampons (zones d'expansion de crues, long linéaire sans apports, ...) soient pleines. L'effet d'amortissement des débits de pointe dans les zones d'expansion ne peut être étudié.
- Si un ouvrage limitant est présent sur le cours d'eau, les résultats de la simulation présenteront un état "d'équilibre", où la différence entre niveau d'eau amont et aval est suffisante pour permettre un débit à travers l'ouvrage égal au débit de pointe (en tenant compte d'un éventuel débit de surverse, calculé comme pour un seuil, selon ce qui est spécifié dans le modèle).

Cette méthode est tout à fait appropriée aux simulations des crues biennales du fait de la faiblesse des débits et l'absence de débordement hors du lit mineur. Pour ce type de modélisation, il est supposé la concomitance des pics de crues (hypothèse réaliste).

5.5.2 Simulations des crues décennales, trentennales et centennales

Les simulations utilisées pour caractériser les écoulements des crues potentiellement débordantes (Q10, Q30, Q100) du Nant, du Gobé et de l'Ouye sont de type transitoire (non stationnaire).

Un écoulement transitoire est un écoulement dont les paramètres (débit, profondeur, vitesse, etc.) varient au cours du temps. C'est le cas des écoulements en crue, qui sont généralement caractérisés par une variation rapide de la profondeur et de la vitesse de l'eau.

Pour les simulations d'écoulement en crue, le régime transitoire se caractérise par l'existence d'ondes de crue, qui sont des perturbations de l'écoulement se propageant à la surface de l'eau. Ces ondes peuvent être causées par une variation soudaine du débit entrant dans un cours d'eau, par exemple lors d'un orage ou d'une fonte des neiges. Elles sont caractérisées au travers des hydrogrammes de crues insérés dans le modèle.

Les ondes de crue peuvent avoir un impact important sur les ouvrages hydrauliques et les infrastructures situées le long des cours d'eau. Elles peuvent conduire aux débordements, et le régime transitoire permet

de caractériser les débits et volumes à chaque instant, ce qui permet d'estimer le laminage des pics de crues.

Dans le cas présent, les équations des eaux peu profondes (équations de Barré de Saint-Venant) des simulations 1D sont résolues via la méthode des volumes finis (matrice Skyline/Gaussian), et celles des zones 2D via la méthode Euler-Lagrange (SWE-ELM method).

5.6 Caractérisation des zones inondables et des champs de vitesse

La caractérisation des zones inondables et des champs des vitesses se fait via RAS Mapper. Dans le détail, le logiciel permet de cartographier :

- Les résultats des modèles 1D (cours d'eau) en extrapolant les surfaces inondées entre chaque profil en travers entré dans le modèle, puis en croisant ces résultats avec le terrain correspondant (MNT actuel et projet)
- Les résultats des modèles 2D (expansions de crue) en croisant directement les résultats des différences cellules de calcul avec le terrain correspondant (MNT actuel et projet).

Si le croisement se fait de manière automatique, il est nécessaire pour l'ingénieur de le corriger manuellement, en fonction de la réalité des sites, de la qualité des données de base utilisés (MNT à disposition) et de l'interprétation qu'il fait des résultats des simulations.

5.6.1 Pour la situation actuelle

Les zones inondables sont caractérisées en fonction de la profondeur maximale atteinte par les écoulements en crue. Pour y parvenir, les résultats des simulations en crue sont croisés via le logiciel RAS Mapper avec le levé de terrain effectué par Laurent DETRAZ Géomètre Expert (24.01.2022) et transformé en MNT par AltoSTEP. Ce levé est plus récent et fournit des altitudes du fond du lit mineur plus fiable que le LIDar de 2019. Les mouvements de terre récents au niveau de la prairie d'Ausset sont levés.

En revanche, il n'est pas exempt d'artéfacts, dans et hors du lit mineur, qui sont impossibles à corriger dans le cadre de cette étude. Ces artéfacts topographiques créent automatiquement des artéfacts dans les rendus de hauteur d'eau ou de vitesse dont la correction est parfois difficile et fastidieuse.

Il reste néanmoins la meilleure information à disposition pour une cartographie précise des inondations. Pour les champs d'expansion et lorsque cela était nécessaire, des corrections basées sur l'analyse topographique du LIDar ont été réalisées.

5.6.2 Pour la situation projetée

De la même manière que pour l'état actuel, les zones inondables sont caractérisées en fonction de la profondeur maximale atteinte par les écoulements en crue. Pour y parvenir, les résultats des simulations en crue sont croisés via le logiciel RAS Mapper avec les MNT des projets de renaturation (cf. paragraphe 2). En revanche, l'absence de MNT projet pour les secteurs Très-la-Grange et Paimboeuf (secteur allée de la Tire), n'ont pas permis de déterminer les différentes hauteurs d'eau prévisibles. Ainsi, pour ces secteurs, seule une information qualitative (estimation de l'ingénieur) des surfaces inondables projetées a pu être dessinée.

Cela ne remet bien évidemment pas en cause la qualité de la modélisation projet, basée pour sa part sur les coupes et profils projetés, s'agissant d'un modèle 1D pour les cours d'eau. Les zones de débordements modélisées en 2D sont quant à elles limitées à des zones non impactées par le projet global (en amont de la RD35), aussi le MNT de l'état existant est utilisé pour les rendus graphiques sur ces zones.

5.7 Caractérisation de l'aléa inondation

L'aléa inondation se base sur les données obtenues via les simulations de crues centennales. S'agissant de cours d'eau urbains, leur dynamique est rapide (vitesse globalement supérieure à 50cm/s). Ainsi, l'aléa est caractérisé de la manière suivante :

Hauteur maximale pour la crue centennale	Aléa
Inférieure à 20cm	Modéré
Entre 20cm et 100cm	Fort
Supérieur à 100cm	Très fort

A noter que pour les raisons évoquées au paragraphe 5.6.2, l'aléa projeté des secteurs Très-la-Grange et Paimboeuf sont estimés de manière qualitative.

5.8 Temps de submersion

Le temps de submersion est déterminé directement via le logiciel HEC-RAS, à partir des simulations de crue centennale, puis classé selon les gammes habituelles de durées.

6. DESCRIPTION DE LA SITUATION ACTUELLE

La situation actuelle décrite ci-dessous correspond à l'état avant la renaturation réalisée tout récemment sur Paimboeuf sud. Les résultats obtenus se basent sur les levés de terrains de la situation actuelle, du LIDar 2019 sur la région ainsi que des hydrogrammes de crues créés à la suite de l'étude INGEROP de 2022.

6.1 Secteur Très-la-Grange et Paimboeuf

Obtenue avec le modèle remanié et les hydrogrammes récemment établis, la situation actuelle du Nant au secteur Très-la-Grange reste proche de la situation décrite par ISL. A partir de la crue décennale, le manque de capacité du franchissement sous l'allée de la Tire provoque des débordements en rive droite dans les actuels champs de Très-la-Grange. L'eau s'étend jusqu'à la RD1005 où elle se stocke contre le remblai, pour être partiellement renvoyée vers le Nant via un fossé existant. Une partie envahit toutefois le passage piéton sous la RD pour se disperser dans les bois Durand et Perdriaux. Cette dispersion n'a toutefois pas été modélisée.

En analysant les débits de pointe de la crue décennale, il est possible de synthétiser le fonctionnement comme suit :

- Avant le franchissement de l'allée de la Tire, le débit de pointe atteint $5.1\text{m}^3/\text{s}$ dans le Nant.
- Le manque de capacité de l'ouvrage de franchissement de l'allée de la Tire provoque un débordement atteignant un maximum de $1.7\text{m}^3/\text{s}$
- Le débordement dans les champs lamine le pic de crue : le retour au Nant se fait à un débit maximum de $0.76\text{m}^3/\text{s}$, et environ 200L/s empruntent le passage piéton sous la RD1005 pour se disperser dans Les Bois Perdriaux et Durand.

Bien entendu, ce fonctionnement est le même pour les crues trentennales et centennales. Pour ces dernières, sont également constatés :

- le franchissement de la rue de Meyrin devient insuffisant. Une visite sur site montre qualitativement qu'une partie de l'eau coulerait sur la chaussée jusqu'au droit du franchissement agricole (lorsque le Nant arrête de longer la rue). L'eau serait probablement captée progressivement par les avaloirs de chaussée, pour regagner le Nant, ce qui n'occasionnerait pas de laminage significatif.
- le franchissement agricole devient également insuffisant, aggravant les débits et volumes débordés dans le secteur Très-la-Grange.

A noter enfin que ce sont bien les ouvrages qui sont limitants : en simulant leur absence, aucun débordement n'est constaté. Cette limitation peut par ailleurs être plus importante : en effet, il a été constaté sur le terrain la présence d'embâcles lié aux crues courantes de ces dernières années. Or il est plausible qu'en cas de crue majeure, ces embâcles se reformeront voire s'aggraveront.



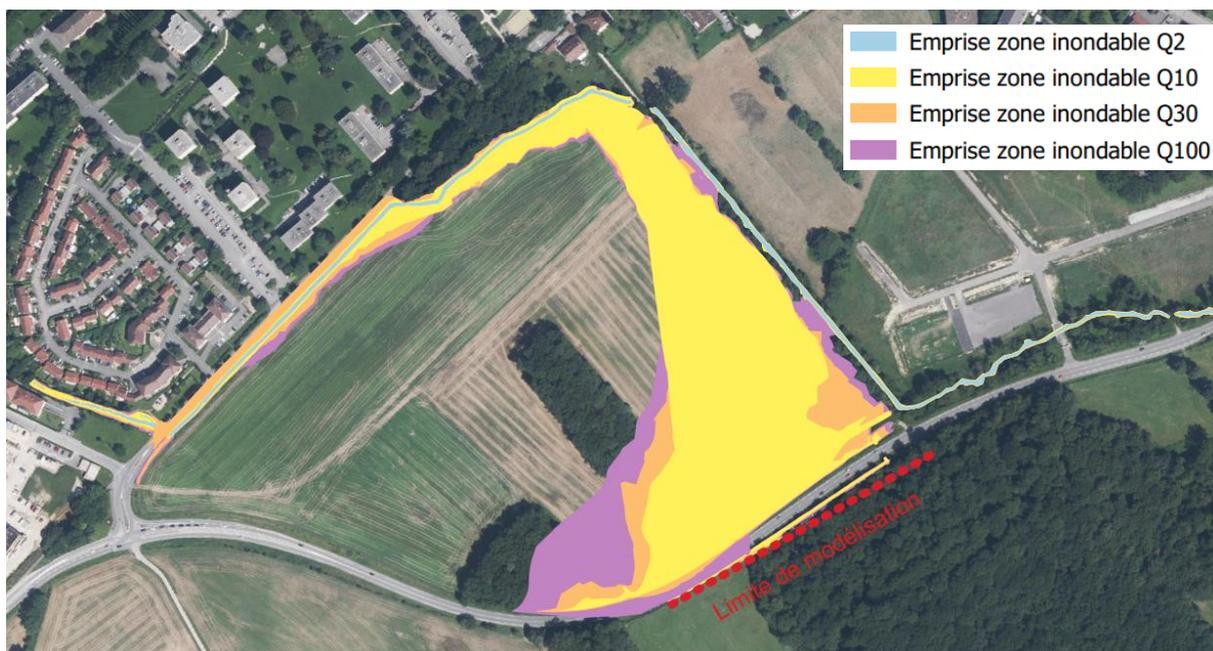
Le franchissement de la rue de Meyrin



Le passage agricole le long de la rue de Meyrin

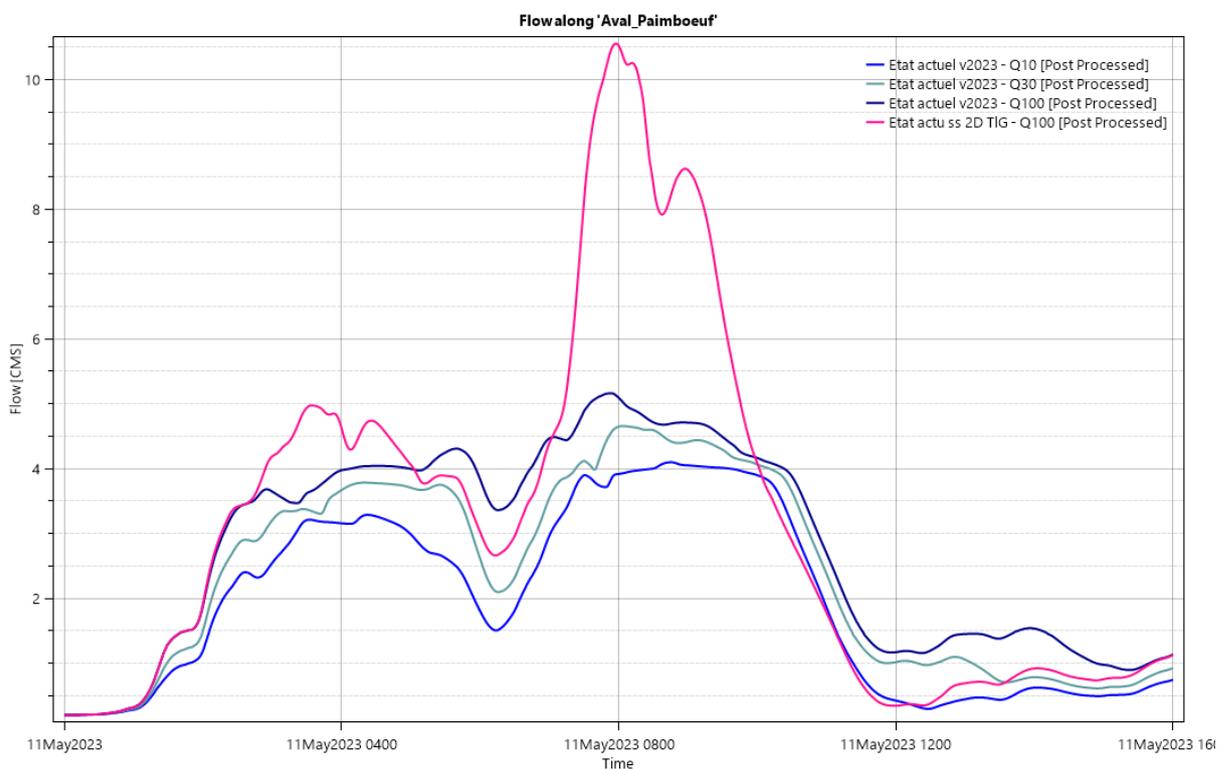


Le franchissement de l'allée de la Tire



Zones inondables Q2 à Q100 sur le secteur Trés-la-Grange et Paimboeuf

L'effet de laminage des débordements vers Trés-la-Grange est conséquent. En étudiant le scénario Q100 sans les ouvrages de franchissement, il est observé que le débit serait deux fois plus important en aval de Paimboeuf (cf. figure ci-après).



Hydrogrammes en aval de Trés-la-Grange pour Q10 à Q100, état actuel, y compris sans l'effet de laminage dû aux débordements

Ce laminage a une influence directe sur les zones inondables en aval car il réduit largement le débit, en particulier pour la crue centennale. L'effet est toutefois produit par deux ouvrages de faible importance : un ponceau et un franchissement piéton constitué d'un remblai terreux sur deux buses béton. En aucun cas leur réalisation ne visait d'effet de laminage ni de protection des biens ou des personnes en aval. Ils

ne sont pas référencés, surveillés ni entretenus comme des ouvrages de lutte contre les inondations en aval.

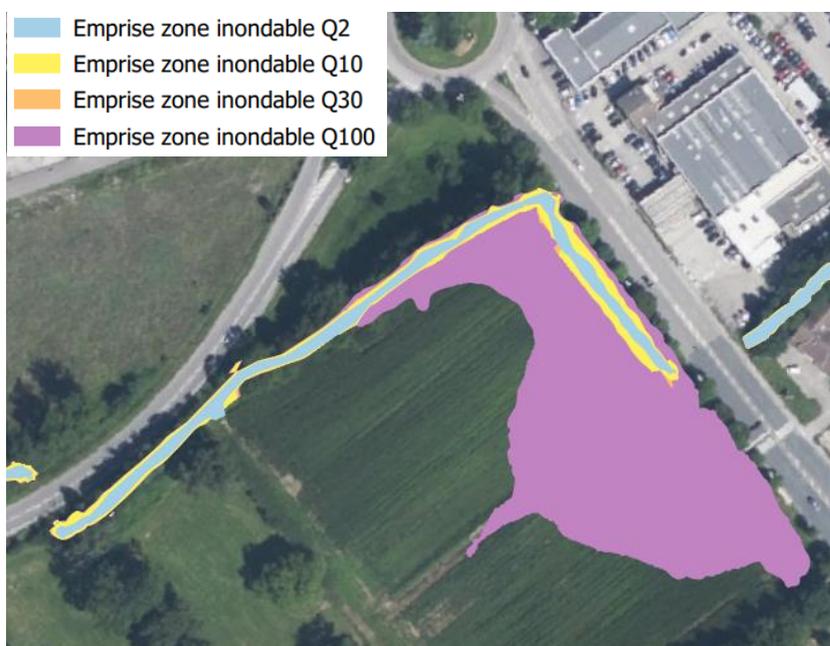
Ainsi, le principe de précaution a été retenu pour les secteurs plus en aval. Ils seront étudiés sans tenir compte de l'effet de laminage sur Très-la-Grange induit par les deux ouvrages de franchissement.

Pour finir, le temps de submersion des écoulements débordant est estimé à maximum 13h.

6.2 Secteur Place du Jura

Entre le franchissement de la RD35 et ceux de la RD1005, sur le tronçon de la future place du Jura, les inondations sont provoquées par le manque de capacité sous la départementale. L'interprétation des simulations montre clairement que la crue centennale provoque une inondation du champ situé en amont de la RD1005 jusqu'à la cote 410.15 mNGF. A titre de comparaison, le dessous de tablier du pont de la route départementale est à la cote 409.60mNGF.

Cette zone est toutefois sans enjeux et non constructible.



Zones inondables Q2 à Q100 sur le secteur Place du Jura

6.3 Secteur Poterie

La présente étude confirme la possibilité, en cas de crue centennale, d'inondation de la rive droite en amont de l'ouvrage de franchissement du réseau d'eaux usées. Pour mémoire, il s'agit d'un cadre béton de section l*h 2.21*0.68m soutenant un collecteur béton DN300. L'ensemble est très encombrant dans le lit mineur et largement sujet à embâcles.



Photo de la traversée du DN300 collectant les eaux usées du chemin du Nant. On note la faible profondeur du ruisseau du Nant à cet endroit ainsi que la présence d'embâcles constituée de branches, de feuilles et de débris à son amont.

L'étude n'identifie toutefois pas d'inondation généralisée en rive droite, en amont de cet ouvrage.



Zones inondables Q2 à Q100 sur le secteur Poterie

Aucun débordement n'est anticipé pour des crues décennales ou trentennales pour des conditions normales d'écoulement (hors problématique des embâcles).

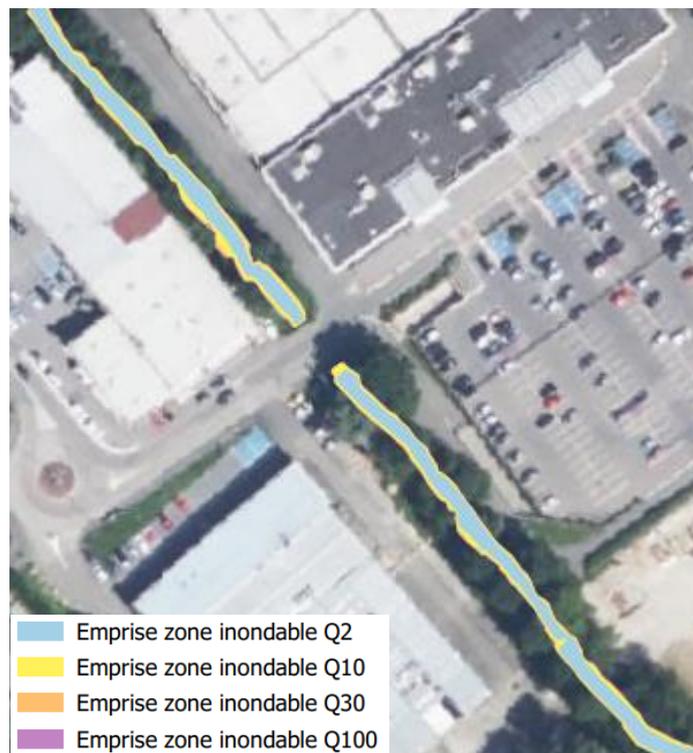
Plus en aval, après la confluence avec le ruisseau de l'Ouye, la section du Nant est encombrée d'un collecteur DN600 qui constitue le collecteur primaire d'eaux usées. Bien qu'imposant, celui-ci n'a qu'une influence moyenne sur la rehausse des lignes d'eau en amont. En effet, en considérant la concomitance des crues du Nant et du Gobé, dont la confluence se situe immédiatement en aval, l'influence sur les lignes d'eau est déjà importante du fait du Gobé. De plus, le Nant dispose d'une surlargeur importante au droit du collecteur DN600. Finalement, le remous créé par l'ouvrage est compris entre 20 et 40cm de hauteur (respectivement pour Q100 et Q10) et a une influence sur les lignes d'eau sur environ 90m en amont, soit un peu en aval de la confluence entre Nant et Ouye. Cette configuration ne provoque aucune inondation hors du lit mineur du Nant.



Photo de la traversée du DN600. Sous l'ouvrage, il n'y a que 65cm disponibles.

6.4 Secteur Ouye

Sur le tronçon modélisé (les 220m en amont de la confluence avec le Nant), les inondations de l'Ouye restent cantonnées à son lit mineur. Si le franchissement du chemin de la Poterie provoque un léger remous en amont, celui-ci ne provoque aucune inondation pour des conditions normales d'écoulement.



Zones inondables Q2 à Q100 sur le ruisseau de l'Ouye

6.5 Secteur Gobé

Le ruisseau du Gobé représente la frontière franco-suisse. Si le modèle et les simulations intègrent le cours d'eau dans son ensemble, il ne sera ici décrit que les phénomènes sur le territoire français.

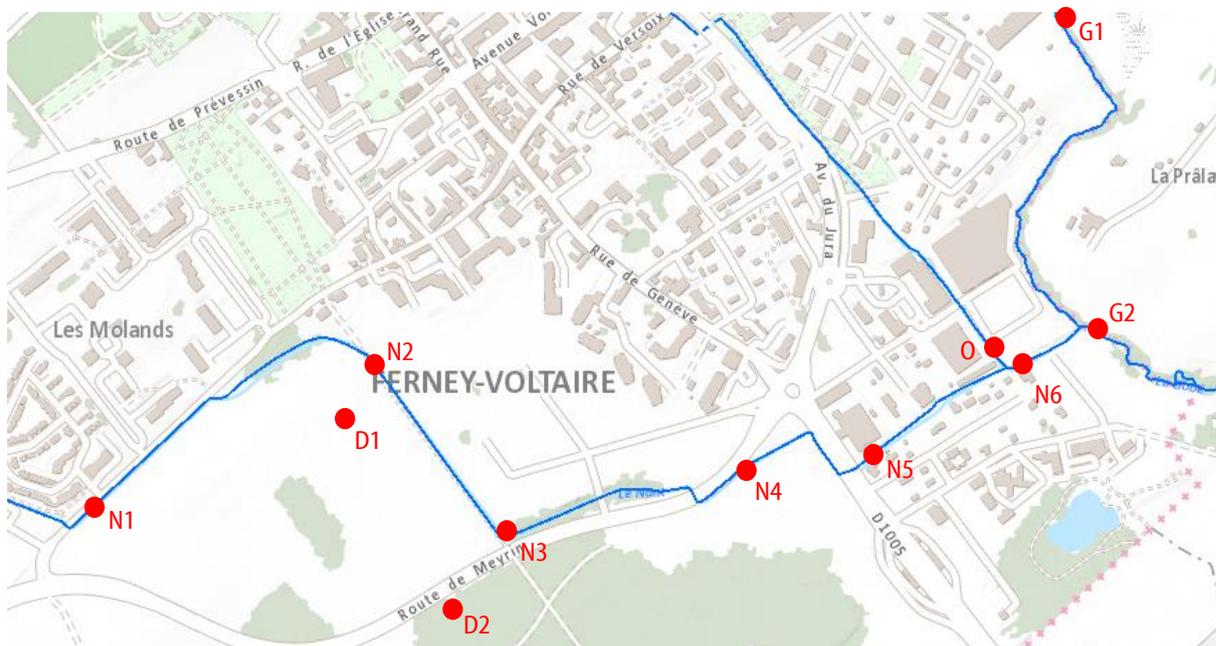
Ainsi, sur le territoire français, les seuls débordements constatés se situent au droit de la prairie d'Ausset, mais principalement sur le tronçon sud (et donc aval) de ce secteur. Plus bas, l'encaissement du Gobé empêche toute inondation. Le cours d'eau reste particulièrement dangereux compte tenu des vitesses (1-2m/s) et peut être sujet à embâcles. La rive gauche suisse étant toutefois plus basse, cela n'apporte aucun aléa ou risque supplémentaire.



Zones inondables Q2 à Q100 sur le ruisseau du Gobé

6.6 Estimation du laminage des crues opéré par l'état actuel

Le débordement à Très-la-Grange a pour conséquence un fort impact sur le déroulement des crues majeures. En effet, plus la crue est rare, plus l'effet de laminage est important. La synthèse suivante peut être établie :



Débits de pointe pour la situation actuelle

Point	Q10 (m ³ /s)	Q30 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Commentaires
N1	5.1	7.9	10.1	
N2	3.4 ¹	3.7 ¹	3.8	<i>Si les franchissements de Très-la-Grange n'étaient pas limitants, alors Q100=10.2m³/s</i>
D1	1.7	4.3	6.4	
N3	4.1 ¹	4.5 ¹	4.8	<i>Si les franchissements de Très-la-Grange n'étaient pas limitants, alors Q100=10.3m³/s</i>
D2	0.2	1.1	3.3	
N4	4.1 ¹	4.7 ¹	5.2	<i>Si les franchissements de Très-la-Grange n'étaient pas limitants, alors Q100=10.6m³/s</i>
N5	4.3 ¹	4.9 ¹	5.5	<i>Si les franchissements de Très-la-Grange n'étaient pas limitants, alors Q100=10.5m³/s</i>
O	2.3	3	3.5	
N6	6.5 ¹	7.9 ¹	9	<i>Si les franchissements de Très-la-Grange n'étaient pas limitants, alors Q100=13.9m³/s</i> <i>A titre de comparaison, les débits utilisés pour l'élaboration de la carte des dangers suisses sont respectivement 10.3, 12.3 et 15.8m³/s</i>
G1	5.8	7.4	8.9	<i>A titre de comparaison, les débits utilisés pour l'élaboration de la carte des dangers suisses sont respectivement 5.5, 6.5 et 8.7m³/s</i>
G2	12.2 ¹	15.2 ¹	17.7	<i>Si les franchissements de Très-la-Grange n'étaient pas limitants, alors Q100=22.8m³/s</i> <i>A titre de comparaison, les débits utilisés pour l'élaboration de la carte des dangers suisses sont respectivement 16.3, 19.5 et 25.5m³/s</i>

¹ Les débits de pointe de Q10 et Q30 seraient également supérieurs, mais la différence n'a pas été simulée dans cette étude dont le but était l'évaluation des risques d'inondation actuels et futurs.

De ces résultats, les conclusions peuvent être apportées :

- Liés à des ouvrages anthropiques mais involontaires, les débordements sur Très-la-Grange ont un effet important de laminage et apportent un niveau de protection aval important.
- L'effet de laminage du passage sous les routes départementales n'est pas significatif, quand bien même les débordements sur Très-la-Grange n'existaient pas.
- Le débordement vers les habitations du chemin du Nant ne provoque pas non plus de laminage significatif.

7. DESCRIPTION DE LA SITUATION PROJETÉE

La situation décrite ci-dessous correspond à l'état projeté, après renaturation des différents secteurs dans le périmètre global de l'opération. Les résultats obtenus se basent sur la topographie projet des cours d'eau (cf. paragraphe 2) celle-ci étant obtenue à partir des MNT projet à disposition qui corrigent le modèle topographique de la situation actuelle. Les hydrogrammes de crues projet, créés à la suite de l'étude INGEROP de 2022, sont également utilisés.

7.1 Secteur Très-la-Grange et Paimboeuf

Les projets sur le Nant dans les secteurs Très-la-Grange et Paimboeuf visent à laisser une zone cours d'eau et un gabarit plus large qu'actuellement. Certains franchissements sont revus, d'autres supprimés. D'un point de vue hydraulique, ces travaux permettent de garantir la suppression des débordements constatés pour la situation actuelle et d'adjoindre au cours d'eau des espaces humides connexes. Ces espaces n'ont toutefois pas d'effet notable sur le laminage des crues car leur volume est modeste par rapport au volume d'eau des crues. Ils restent cependant appréciables au regard de la thématique inondation et en particulier quant au risque de formation d'embâcle : l'espace alloué étant large, un embâcle peut plus facilement être contourné sans débordement du lit mineur.

A noter enfin que des franchissements sont également créés : deux routiers sur la rue de Meyrin, et quatre perpendiculairement à l'allée de la Tire, (2 routiers, un piéton, un TRAM). Le manque d'éléments les concernant n'a pas permis de les intégrer. Cela n'a pas de réelle incidence sur l'estimation du comportement des crues puisque par définition, ils seront conçus pour laisser passer la crue centennale.

L'effet de laminage de crue des projets est ici estimé comme étant négligeable.

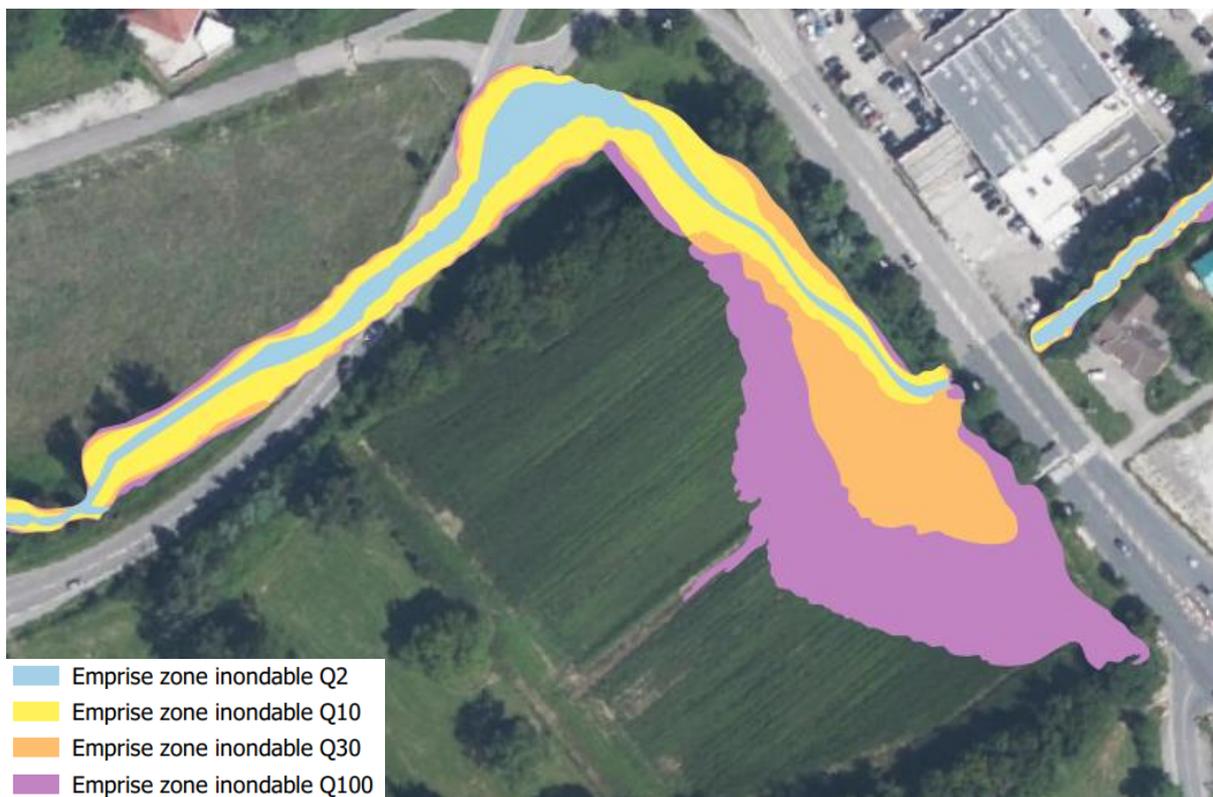


Zones inondables Q2 à Q100 sur le secteur Très-la-Grange et Paimboeuf (estimation selon état des projets en cours)

7.2 Secteur Place du Jura

Le nouvel aménagement de la place du Jura permet de dédier un espace cours d'eau large, avec des talus doux et un franchissement de la RD1005 généreux. Les crues seront donc cantonnées à cet espace. Il reste toutefois trop exigu pour avoir une incidence sur un éventuel laminage des crues. En amont de la RD35 en revanche, la zone agricole sera toujours inondée, pour une surface et un volume maximum très proche de ce qui a été évalué pour l'état actuel. La cote de crue centennale est maintenue à 410.12 mNGF (le dessous de tablier du pont de la route départementale est maintenu à la cote 409.60mNGF).

A l'avenir, cette zone reste sans enjeux et non constructible.



Zones inondables Q2 à Q100 sur le secteur place du Jura (estimation selon état des projets en cours)

7.3 Secteur Poterie

Le projet du secteur Poterie propose quelques zones de décloisonnement du lit mineur, mais également la création d'un chemin de crue ainsi que l'abaissement du collecteur d'eaux usées du chemin du Nant (dans la limite du possible, le réseau en aval ne permettant pas de passer sous le lit mineur actuel). L'objectif a été de réduire au mieux, selon un compromis technico-économique, le risque d'inondation en rive droite, tant au regard des débits attendus que du risque élevé d'embâcles.

L'étude hydraulique confirme que le projet tel que proposé permettra de sécuriser les biens et les personnes situés en rive droite, malgré l'augmentation des débits de pointe liés à la suppression des débordements sur Très-la-Grange. Aucun débordement intempestif n'est anticipé pour toutes les crues étudiées, dans des conditions normales d'écoulement.



Zones inondables Q2 à Q100 sur le secteur Poterie (estimation selon état des projets en cours)

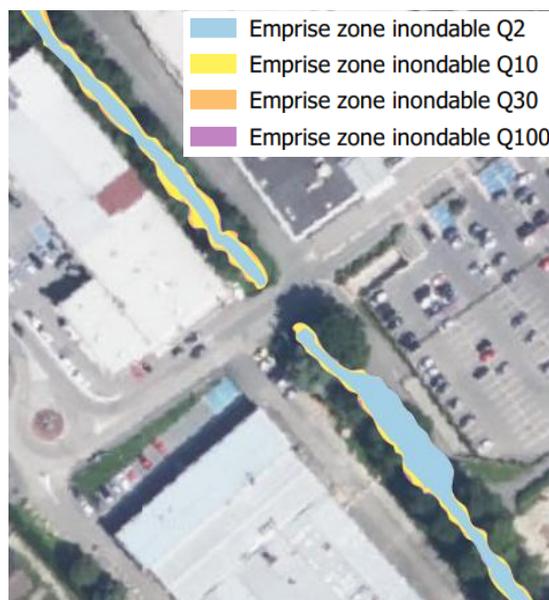
Plus en aval, le projet élargit considérablement le lit mineur, en aval direct de la confluence avec l'Ouye mais également à la confluence avec le Gobé. L'augmentation des débits du Nant provoque une rehausse des lignes d'eau modérée (+30cm maximum pour Q100). Cela s'explique par le fait que cette zone est déjà sous l'influence du niveau du Gobé et le maintien du collecteur primaire d'eaux usées en encoffrement. Aucun débordement n'est anticipé sur ce tronçon du fait de l'encaissement du cours d'eau par rapport aux rives.

Le nouveau pont est pour sa part largement au-dessus des cotes de crues estimées : son dessous de tablier est coté 408.49mNGF, pour une crue centennale à 406.9mNGF.

7.4 Secteur Ouye

Sur le tronçon projet (soit maximum 220ml en amont de la confluence avec le Nant), les inondations de l'Ouye restent, comme pour la situation actuelle, cantonnées à son lit mineur. L'élargissement ponctuel n'apporte pas d'intérêt particulier pour un effet de laminage des crues.

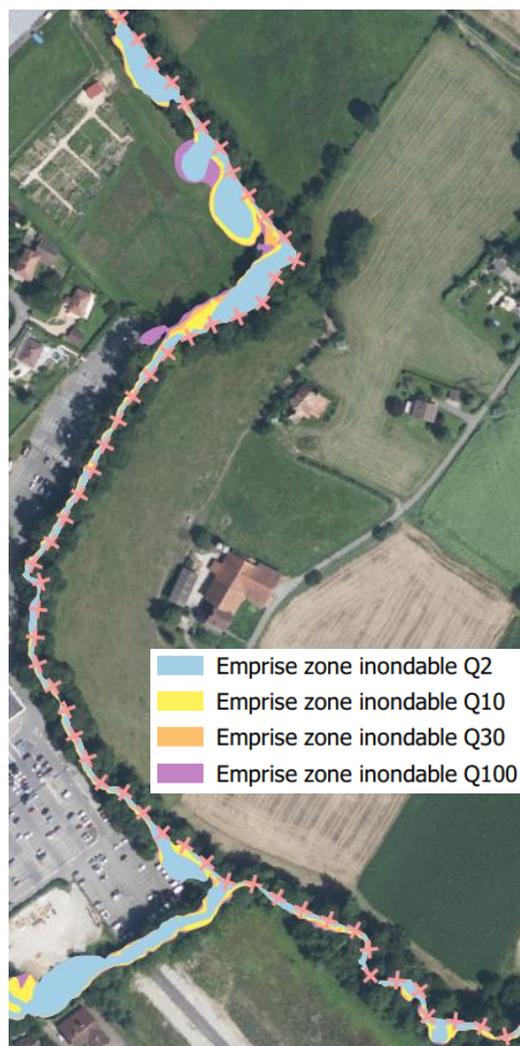
Le projet prévoit la création d'un nouveau pont, et en aval direct de l'ouvrage, un collecteur d'eaux usées passera sous le lit mineur, forçant l'altitude du fil d'eau à 406.35mNGF. Pour autant, les simulations tablent sur une altitude maximum de l'eau pour la crue centennale à 407.24mNGF, pour un dessous de tablier situé à 407.43mNGF selon les informations disponibles.



Zones inondables Q2 à Q100 sur le secteur Ouye (estimation selon état des projets en cours)

7.5 Secteur Gobé

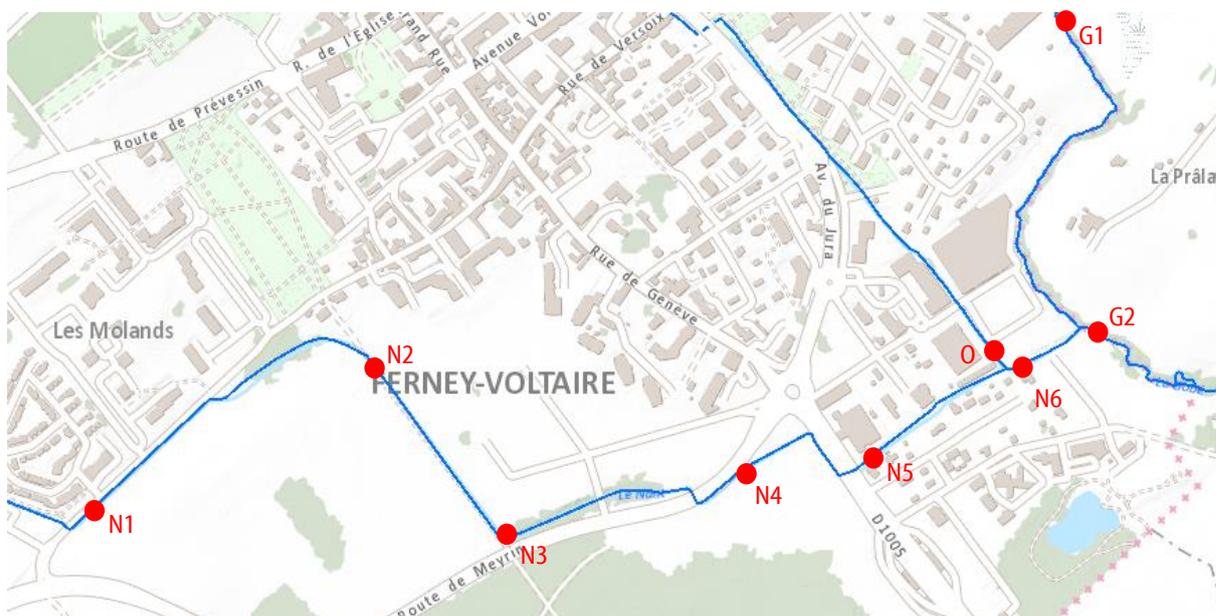
Sur le territoire français, les nouveaux aménagements situés au droit de la prairie d'Ausset, mais également le long du Gobé en aval de la confluence avec le Nant permettent l'expansion de toutes les crues. Les volumes en jeu restent toutefois faibles au regard des volumes des crues, ainsi ils ne contribuent que très peu au laminage des crues.



Zones inondables Q2 à Q100 sur le Gobé (estimation selon état des projets en cours)

7.6 Estimation du laminage des crues opéré par l'état actuel

Les projets de modifications des cours d'eau auront pour conséquence une modification substantielle des débits de pointe des crues étudiées. La synthèse suivante peut être établie :



Débits de pointe pour la situation projetée

Point	Q10 (m ³ /s)	Q30 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Commentaires
N1	5.1	7.9	10.1	
N2	5.1	8	10.2	
N3	5.1	8	10.3	
N4	5.1	8.1	10.5	
N5	5.2	8.1	10.4	
O	2.3	3	3.6	
N6	7.1	11	13.9	<i>A titre de comparaison, les débits utilisés pour l'élaboration de la carte des dangers suisses sont respectivement 10.3, 12.3 et 15.8m³/s</i>
G1	5.8	7.4	8.9	<i>A titre de comparaison, les débits utilisés pour l'élaboration de la carte des dangers suisses sont respectivement 5.5, 6.5 et 8.7m³/s</i>
G2	12.7	18.4	22.9	<i>A titre de comparaison, les débits utilisés pour l'élaboration de la carte des dangers suisses sont respectivement 16.3, 19.5 et 25.5m³/s</i>

De ces résultats, les conclusions peuvent être apportées :

- L'impact en termes de contribution des projets aux crues reste faible, ce qui s'explique par le fait que les eaux des nouvelles zones urbanisées sont laminées et restent, en débit et en volume, largement inférieurs aux eaux déjà collectées sur le bassin versant.
- Bien que fortuit, le laminage des crues les plus rares sur le secteur de Très-la-Grange disparaîtra avec la renaturation du ruisseau du Nant
- L'estimation des débits de pointe du Nant reste inférieure aux prédictions côté suisse faites en 2011 pour la carte des dangers du Gobé, respectivement de 31.1, 8.9 et 12%
- L'estimation des débits de pointe du Gobé en aval de la zone d'étude reste inférieure aux prédictions côté suisse faites en 2011 pour la carte des dangers du Gobé, respectivement de 22.1, 5.6 et 10.2%

RC Ingénierie SA
Renaud Buhl