



FRAMATOME

Projet d'extension de
Framatome à Saint-Marcel
(71)

Rapport hydraulique

55 152 | Août 2023 – v1 | LSD



setec
hydratec


	Le Corner 97/101 Boulevard Vivier Merle CS 53324 69329 – Lyon Cedex 03 Courriel : lyon@hydra.setec.fr T : 04 27 85 48 80				Directeur de Projet	QSG
					Responsable d'affaire	LSD
					N° Affaire	55 152
Fichier : 55152_RAP_EIH_FRAMATOME_ST-MARCEL_v1.docx						
V.	Date	Etabli par	Vérifié par	Nb. pages	Observations / Visa	
v1	Août 2023	LSD	DUC	22	Première émission	

TABLE DES MATIERES

1	CADRE DE LA MISSION	4
2	ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES	5
2.1	Présentation du secteur d'étude	5
2.2	Recueil et analyse de données	7
2.2.1	Données topographiques	7
2.2.2	Données hydrologiques.....	7
2.2.3	Connaissance du risque inondation	8
3	ETUDE HYDRAULIQUE	9
3.1	Fonctionnement hydraulique en situation actuelle.....	9
3.1.1	Modélisation hydraulique affinée	9
3.1.2	Calage du modèle hydraulique sur la crue de référence	12
3.1.3	Fonctionnement en crue.....	16
3.2	Situation projet	17
3.2.1	Intégration du projet au modèle hydraulique	17
3.2.2	Fonctionnement en crue.....	19
3.2.3	Caractérisation des impacts hydrauliques	19

1 CADRE DE LA MISSION

La société FRAMATOME située sur la commune de Saint-Marcel (71) souhaite réaliser un projet d'extension de ses bâtiments existant afin de permettre un développement de leur activité.

L'implantation actuelle de l'usine FRAMATOME se trouve en plaine inondable, en rive gauche de la Saône et le long de la Darse Nord.



Figure 1 : Localisation de la zone d'étude et vue de la zone industrielle depuis la rive est de la darse

Le présent rapport détaille les conditions d'écoulement en état actuel et projet, grâce à la réalisation d'un modèle hydraulique affiné sur la zone d'étude.

La dynamique des écoulements et les impacts hydrauliques du projet sont étudiés pour la crue de référence, à savoir la crue de 1840 en condition actuelle d'écoulement.

2 ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES

2.1 PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

Le site d'étude se situe au droit des communes de Chalon-sur-Saône et Saint-Marcel. La Saône conflue avec le Doubs environ 23 km en amont du site d'étude. En amont de la confluence du Doubs, la superficie du bassin versant de la Saône est d'environ 11 800 km².

Au droit de notre secteur d'étude, on repère plusieurs ouvrages de franchissement : routes départementales (D5a, D906, D673), communale et voies SNCF (pont des Dombes).

En rive droite de la Saône, en limite de commune de Saint-Rémy et Lux, la Roie de Droux conflue. Il s'agit de la rivière récupérant les eaux de la Thalie (axe d'écoulement nord-sud) et de la Corne (axe d'écoulement ouest-est).

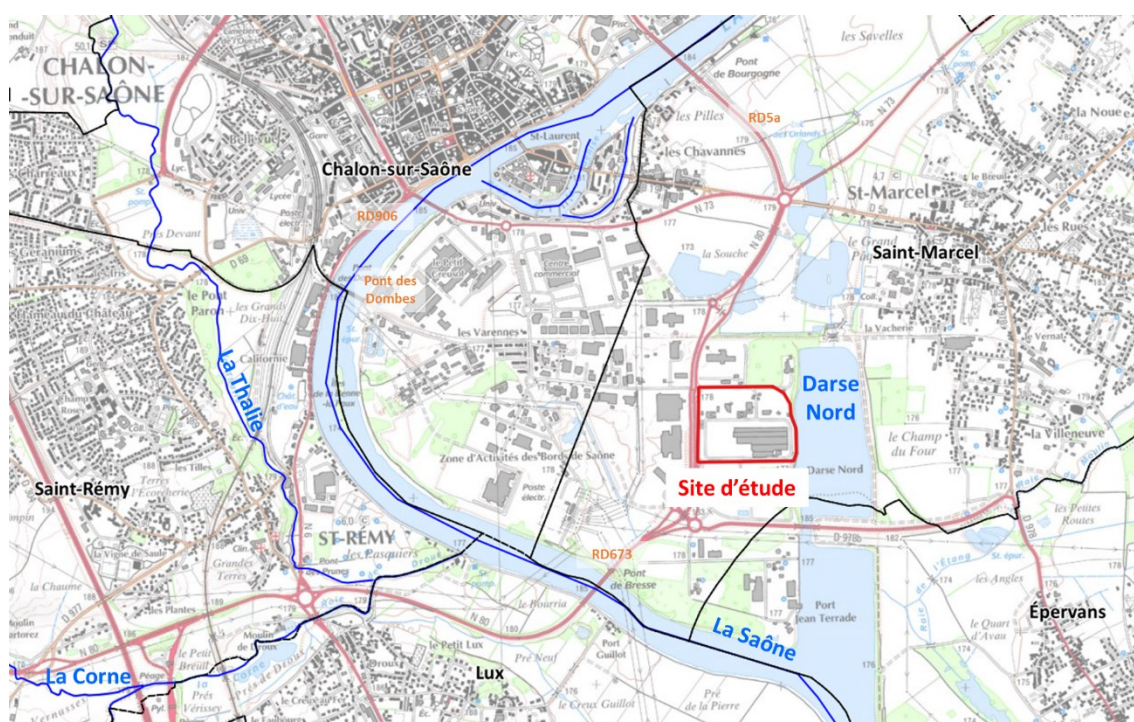


Figure 2 : Localisation du secteur d'étude

Le profil en long en page suivante représente la Saône depuis l'amont de la confluence avec le Doubs jusqu'en aval de la zone d'étude, au droit des communes d'Epervans et Saint-Loup-de-Varennes. Le profil est tracé à partir des données bathymétriques renseignées dans le modèle hydraulique ayant servi à l'élaboration du PPRI des communes de Chalon-sur-Saône et Saint-Marcel.

On peut repérer sur ce profil en long que la pente générale de la Saône est très faible, de l'ordre de 1.10^{-5} .

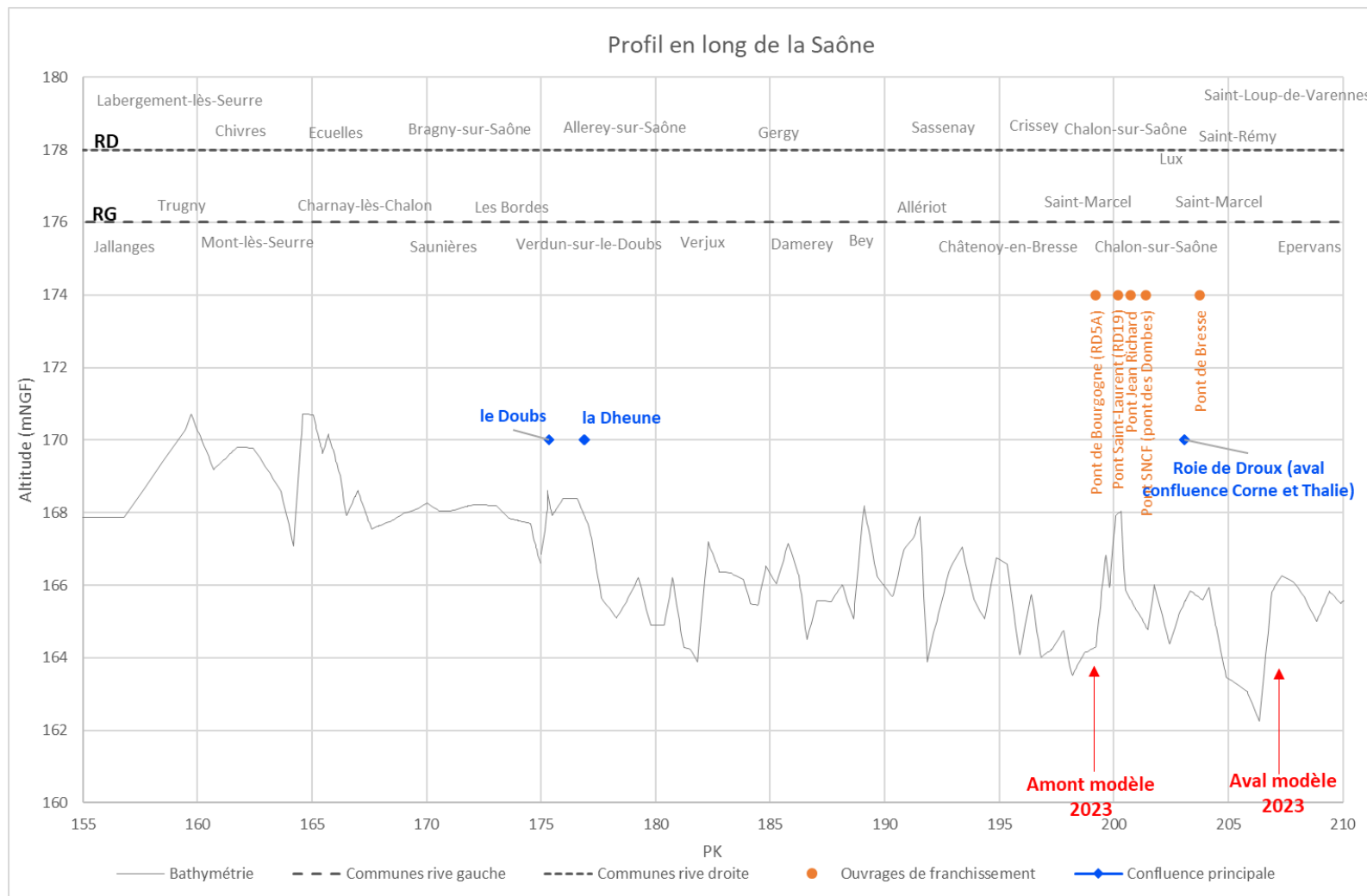


Figure 2-3 : Profil en long de la Saône de Jallanges à Epervans

2.2 RECUEIL ET ANALYSE DE DONNEES

2.2.1 Données topographiques

Les données topographiques utilisées dans le cadre de l'étude sont :

- MNT issu du RGE alti (précision 1 m au droit du secteur d'étude),
- Levés bathymétriques et terrestres de l'étude 2011 (setec hydratec, levés SINTEGRA, automne 2010)

Les levés bathymétriques sont levés environ tous les 400 m au droit du secteur d'étude sur la Saône.

Sur la Thalie et la Corne, des profils en travers ont été levés dans le cadre de plusieurs études hydrauliques antérieures, notamment pour des franchissements routiers (prolongement de la Rocade Urbaine). Il s'agit de levés réalisés par Capiaux en 2001 et par CMS en 2003. On retrouve environ 1 profil tous les 200 m sur ces affluents.

Cette répartition est en cohérence avec les pentes générales des cours d'eau.

2.2.2 Données hydrologiques

L'étude hydrologique et hydraulique menée en 2011 par setec hydratec a permis de définir la crue de référence comme étant celle de novembre 1840, en conditions actuelles d'écoulement et avec effacement des digues des casiers de Verjoux et Saint-Maurice-en-Rivière.

A Chalon-sur-Saône (et Saint-Marcel), la crue de référence de novembre 1840 a un débit estimé à 3 240 m³/s, soit identique à celui de la crue centennale, avec des niveaux de référence compris entre 177.93 mNGF en aval de la ville et 178.26 mNGF en amont. Ces niveaux sont supérieurs à ceux de la crue centennale, car l'influence des affluents a été plus importante pour la crue de référence, rehaussant les niveaux en amont.

L'hydrogramme reconstitué pour la crue de référence, c'est-à-dire prenant en compte les écoulements en lits mineur et majeur de la Saône, est présenté ci-dessous.

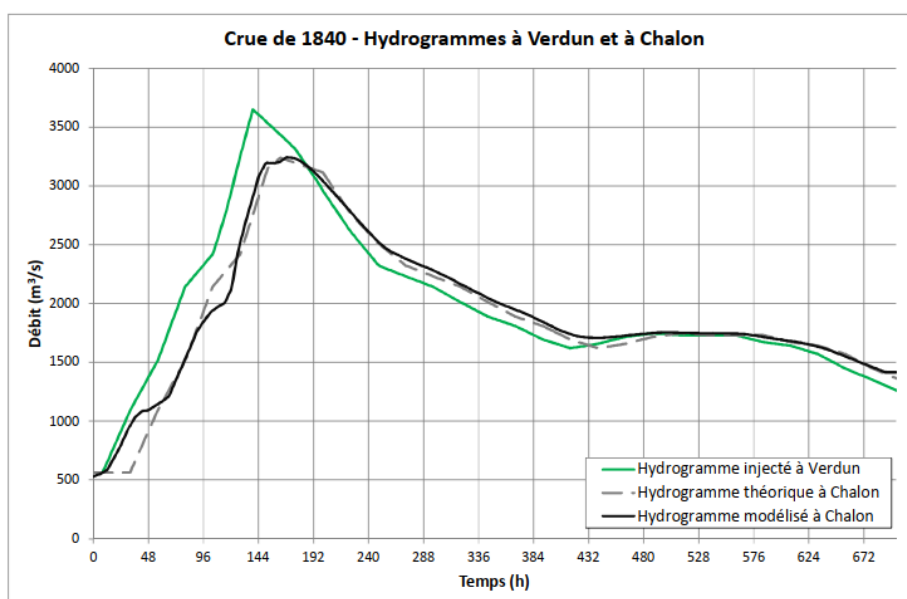


Figure 4 : hydrogramme de la Saône à Chalon-sur-Saône pour la crue de référence

2.2.3 Connaissance du risque inondation

Setec Hydratec a réalisé les études hydrauliques ayant servi à l'élaboration du PPRI Saône-Doubs, dont la commune de Saint-Marcel fait partie. Le PPRI a été approuvé le 18 février 2016 par arrêté préfectoral.

Le modèle hydraulique élaboré conjointement avec la DDT71 et l'EPTB Saône et Doubs sur la Saône et le Doubs à l'amont de Chalon-sur-Saône jusqu'aux limites du département de Saône-et-Loire, permet de simuler le comportement des deux rivières pour différents types de crues, notamment les crues centennales et la crue historique de 1840 recalculée aux conditions actuelles d'écoulement. Des simulations de ruptures d'ouvrages de protection sont intégrées.

Entre le PK156 de la Saône (Damerey) et Chalon-sur-Saône, **la crue de 1840** calculée dans les conditions actuelles d'écoulement (avec crue des affluents aval) **atteint des niveaux supérieurs à la crue centennale théorique**. C'est donc elle qui est prise en compte pour l'aléa réglementaire de référence, représenté ci-dessous :

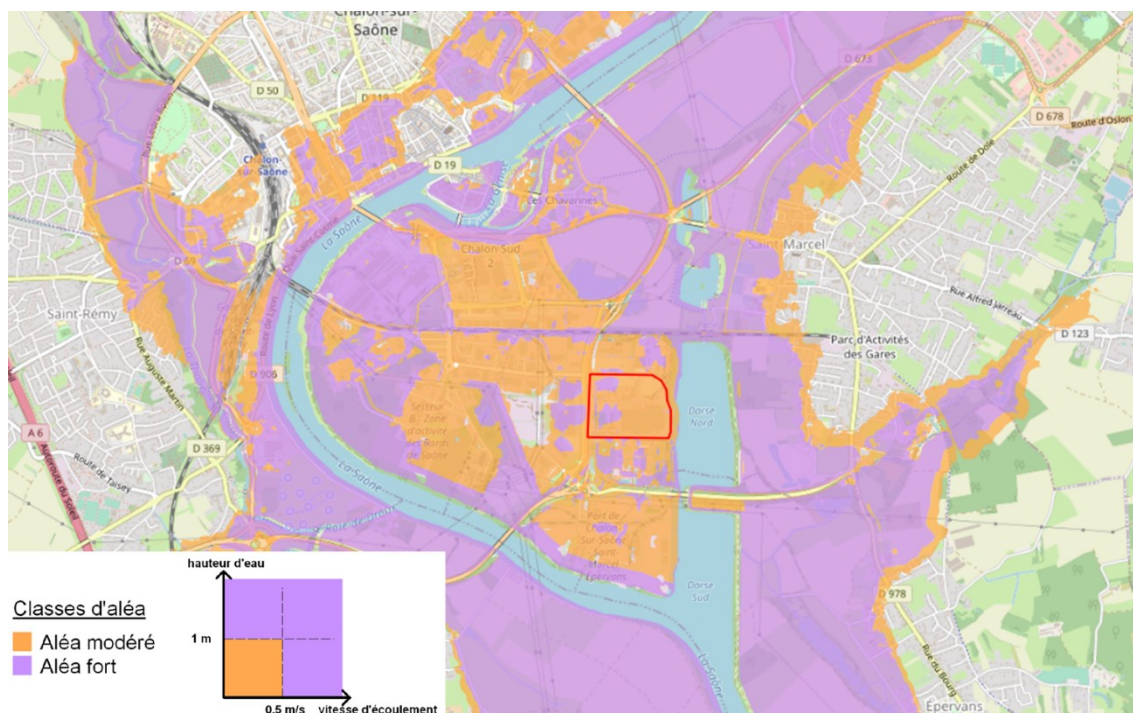


Figure 5 : extrait de la carte d'aléas de la commune de Saint-Martin-d'Ardèche

Le site de Framatome se trouve majoritairement en zone d'aléa modéré, avec 2 poches d'aléa fort sur la partie ouest du site.

Les cotes PPRI au droit du site d'étude de Framatome sont comprises entre 177.93 mNGF au sud-est et 177.97 au nord-ouest.

3 ETUDE HYDRAULIQUE

3.1 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE

3.1.1 Modélisation hydraulique affinée

a) Données topographiques

La construction du modèle hydraulique s'appuie sur les données topographiques d'entrée décrites au chapitre 2.2.1.

b) Logiciel utilisé

Le modèle numérique des écoulements a été construit avec le logiciel **Hydra** (www.hydra-software.net), développé par setec hydratec.

Le modèle résout les équations complètes de l'hydraulique (équations de Barré de Saint Venant). Il permet de modéliser simultanément trois types de domaines complémentaires, communiquant entre eux par des liaisons hydrauliques :

- Le **domaine filaire**, dissociant le lit mineur et le lit majeur, est structuré en biefs parcourus longitudinalement par des écoulements suivant une direction privilégiée,
- Le **domaine casiers**, retenu pour modéliser les champs d'expansion du lit majeur présentant de faibles vitesses d'écoulement ; il est constitué par des groupes de bassins naturels d'accumulation communiquant entre eux par des liaisons hydrauliques de diverses natures,
- Le **domaine bidimensionnel**, permet de décrire par un maillage fin les conditions d'écoulement en lit majeur ; il restitue des champs de vitesses et de hauteurs d'eau locales au droit de chaque maille.

c) Emprise et architecture du modèle hydraulique

Le modèle hydraulique couvre la Saône et sa zone inondable depuis l'aval du pont de Bourgogne (RD5a) jusqu'au lieu-dit les Pâquiers, sur un total d'environ 7.7 km.

La modélisation adoptée pour la représentation des écoulements de la Saône est une modélisation de type mixte filaire/2D. Le lit mineur de la Saône ainsi que celui de ses affluents est représenté par une modélisation filaire sur la base des levés bathymétriques.

Le lit majeur en plaine est modélisé par un maillage bidimensionnel dont les caractéristiques sont calculées à partir du MNT.

Les rues structurantes ou ayant un rôle connu lors des crues ont été représentées par un objet de type « street » dans le modèle, représentant un écoulement filaire privilégié en lit majeur.

Les mailles ont une largeur variant d'environ 15 m x 15 m au droit de la zone d'étude, 50 m x 50 m dans les secteurs à enjeux et 100 m x 100 m dans les zones agricoles. Elles s'appuient sur les lignes de contraintes identifiées lors de l'analyse du MNT comme :

- les berges ou crêtes de merlons du cours d'eau,
- les voiries et chemins en remblais,
- les lignes de fracture du terrain naturel.

De manière générale, les échanges entre le lit mineur/2D sont modélisés par des liaisons de type « overflow » qui calculent les différents régimes d'écoulement d'un déversoir latéral.

Les pertes de charge au droit des ouvrages de franchissement sont reprises du modèle hydraulique de 2011.

La géométrie du futur projet a d'ores et déjà été prise en compte à ce stade de l'étude.

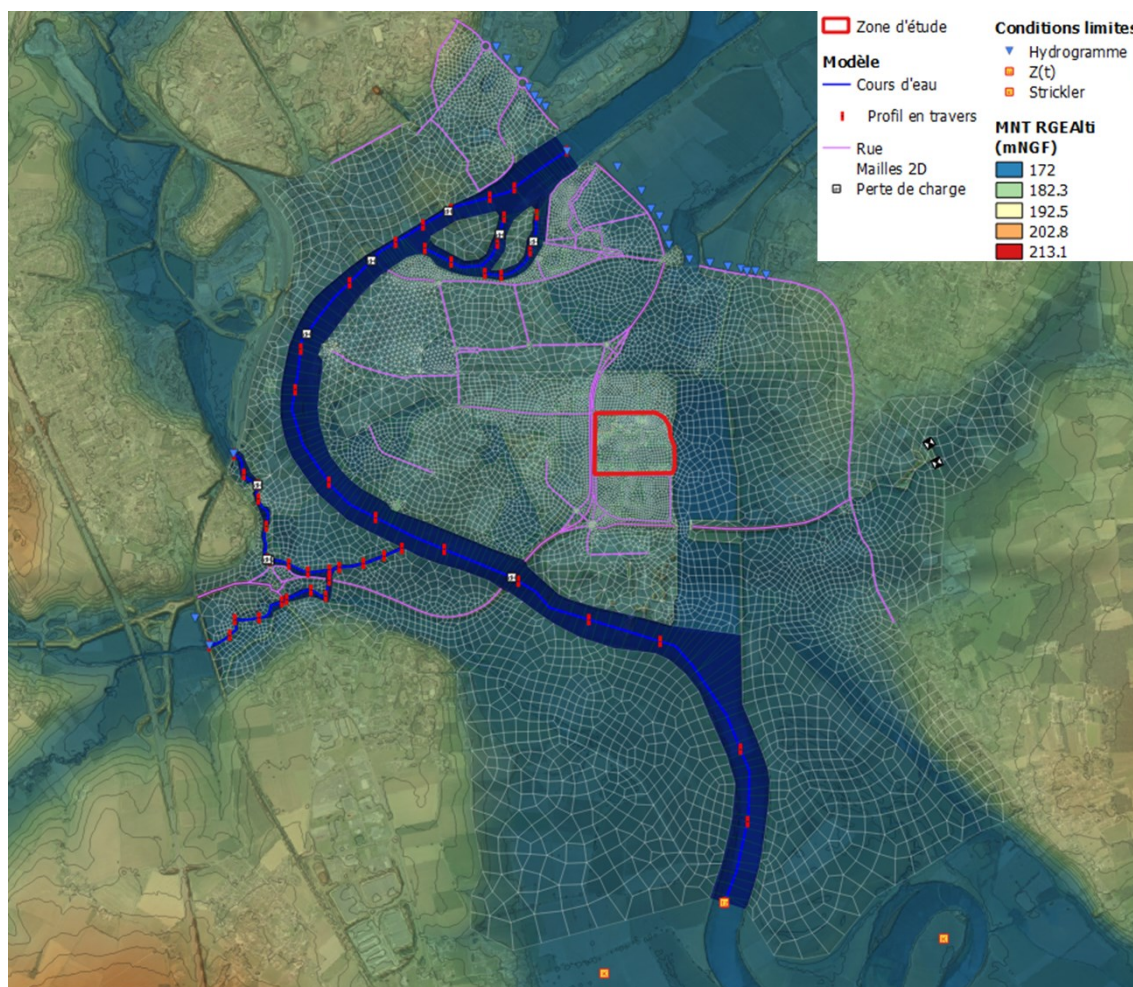


Figure 6 : Architecture du modèle HYDRA (2023)

d) Coefficient de Strickler

Des coefficients de Strickler spécifiques ont été attribués en lit majeur en fonction de l'occupation du sol visible à partir de la photo aérienne. Les valeurs suivantes ont été appliquées :

- 10 : zone boisée
- 15 : zone pavillonnaire, parc
- 20 : cultures
- 30 : zone urbanisée de type zone industrielle/artisanales
- 40 : parking, rue, enrochements liaisonnés
- 40 : lit mineur de la Saône, des affluents et de la Darse Nord

Les bâtiments n'ont pas été pris en compte spécifiquement, leur implantation est intégrée au coefficient de Strickler appliqué. La représentation des rues principales permet d'isoler distinctement des groupements de bâtiments.

Seuls les bâtiments au droit du site de Framatome sont pris en compte en états actuel et projet. Les portes de hangar principales sont également intégrées au projet.

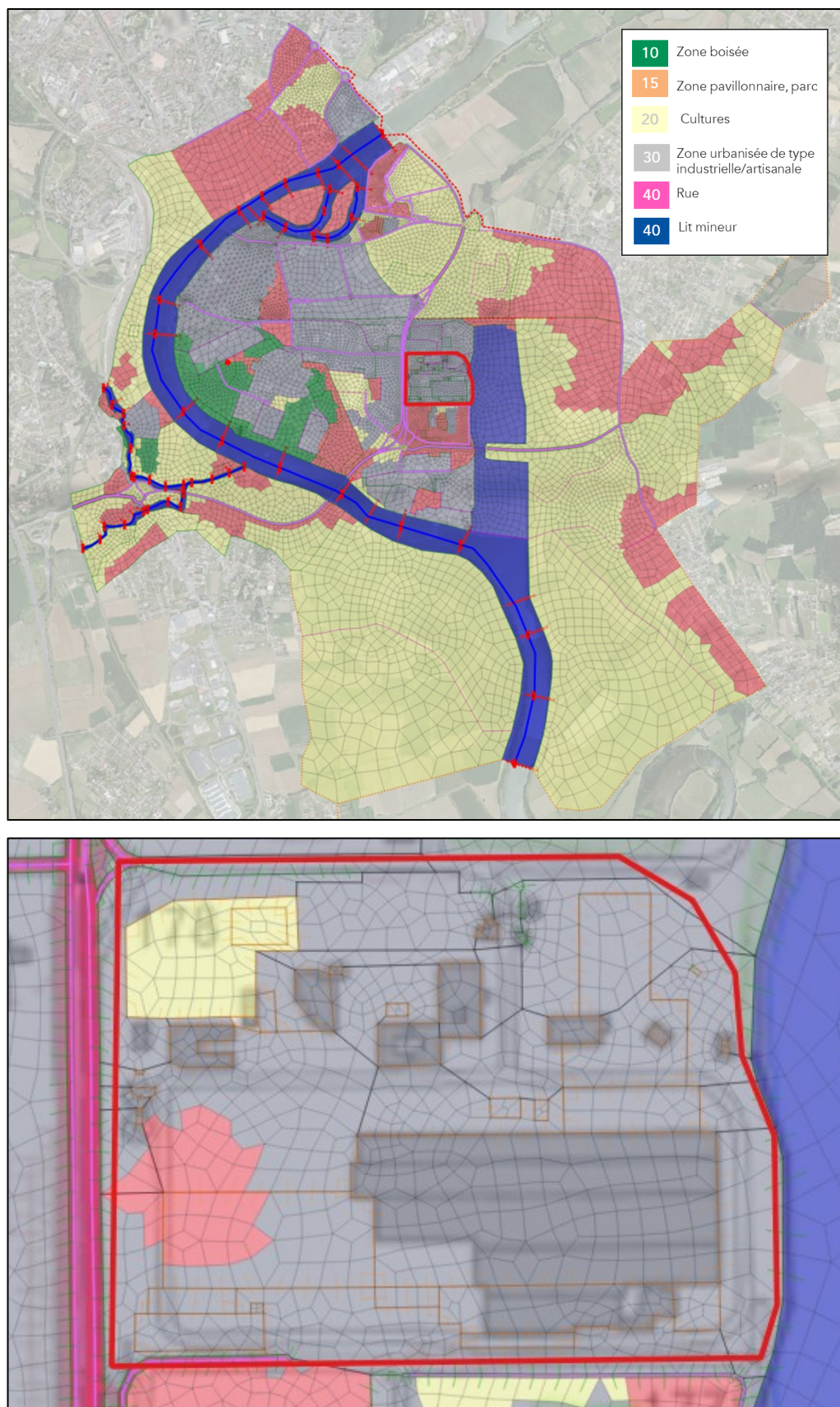


Figure 7 : Coefficients de Strickler en lit majeur et zoom au droit du site de Framatome

e) Conditions aux limites

La condition limite **amont** correspond aux hydrogrammes injectés le long de la route de RD5a représentant l'amont du modèle.

Les débits instantanés maximaux sont représentés pour chacune des liaisons actives sur la figure ci-après.

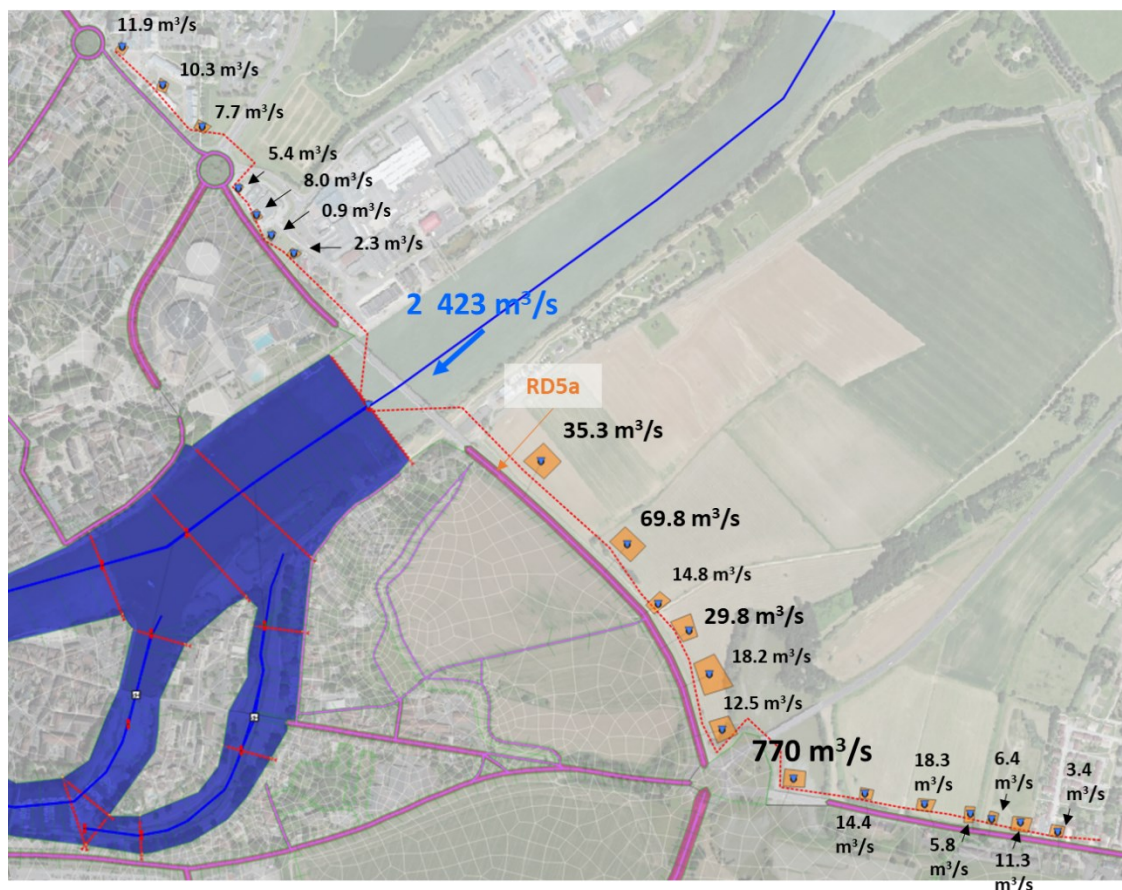


Figure 8 : Apports amont du modèle hydraulique

Les principaux apports de débits se situent :

- Dans le lit mineur de la Saône, avec une pointe à 2 423 m³/s ;
- Au droit du lac des Orlands, en rive gauche de la Saône avec 770 m³/s.

La condition limite **aval** en lit mineur et majeur est la cote d'eau calculée lors de l'étude de 2011, cote imposée au dernier profil, à environ 2 km du site étudié. Cette cote est de 177.87 mNGF.

3.1.2 Calage du modèle hydraulique sur la crue de référence

L'emprise de l'inondation pour la crue de référence est comparable à celle de l'aléa de référence. Elles sont respectivement représentées en jaune et bleu sur la figure ci-après.

A l'amont du modèle en rive droite, la nouvelle topographie ainsi qu'une représentation affinée du centre-ville de Chalon-sur-Saône modifie légèrement la répartition des écoulements pour

la crue de référence. Une partie des écoulements n'empruntent plus la rue Colette et la place de Beaune.

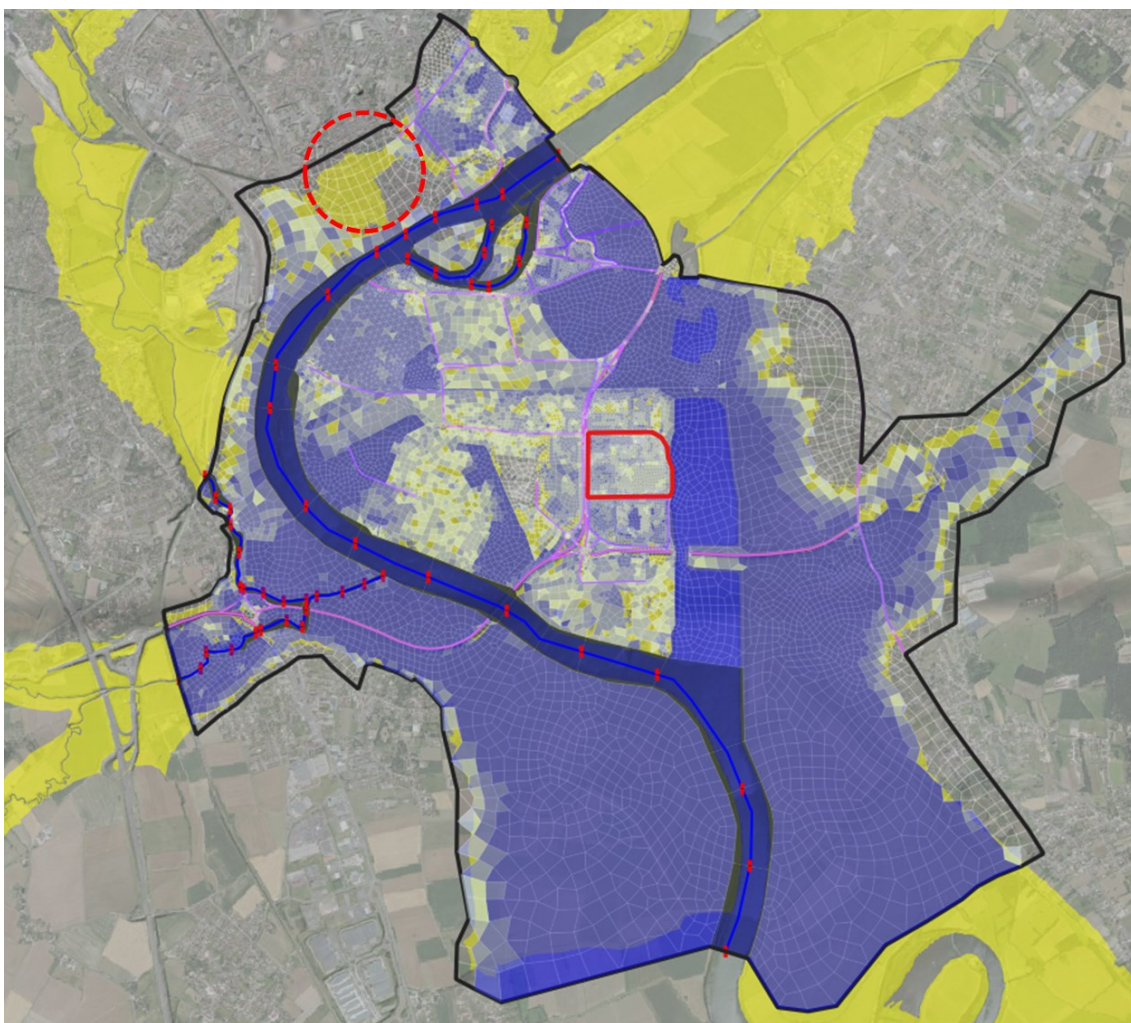


Figure 9 : Dynamique des écoulements pour la crue de référence (situation initiale)

Le profil en long en page suivante montre les résultats (figurés en orange plein) du calage en cote par rapport au modèle PPRI (figuré en pointillés rouge) pour la crue de référence. Le fond du lit de la Saône est également représenté.

On constate des écarts (figuré orange en pointillés fins) de l'ordre de +6 cm par rapport aux cotes de référence en amont du modèle hydraulique. Plus loin en aval, au droit du pont de Bresse et donc de la Darse Sud, ces écarts sont de l'ordre de +1 cm.

Au droit du site de Framatome, on constate des écarts compris entre +0.3 et +3.9 cm entre les niveaux d'eau calculés avec le modèle hydra 2023 et les niveaux de référence. L'écart entre les extrémités nord-ouest et sud-est de la parcelle sont réduits à 1.5 cm contre 4 cm pour les niveaux de références (respectivement 177.96 mNGF et 177.975 mNGF calculés par le modèle 2023).

Aux alentours du site, ces écarts sont compris entre -1.9 cm et +9.1 cm. Les écarts constatés sur les cotes entre les pavés du modèle hydraulique de 2011 et la moyenne des cotes des mailles du modèle de 2023 sont présentés ci-après.

Au regard de ces faibles écarts, le calage du modèle hydraulique est jugé satisfaisant, et la situation projet est simulée.

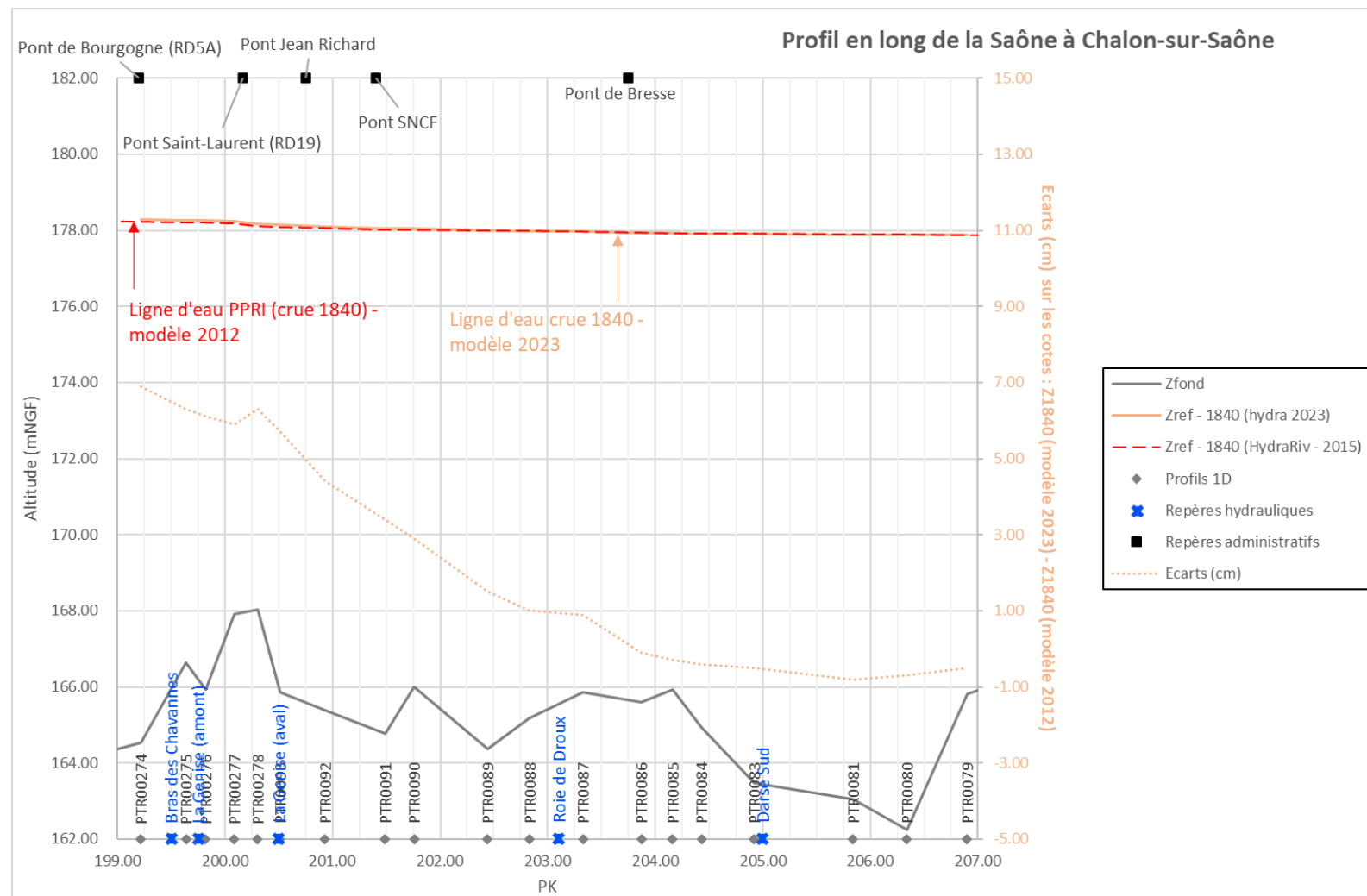


Figure 10 : Profil en long – calage pour la crue de référence

Zone d'étude
 X.X Écarts en cm par rapport aux niveaux de référence



Figure 11 : écarts en cote au mailles

3.1.3 Fonctionnement en crue

Les écoulements proviennent majoritairement du nord, des débordements de la Saône en rive gauche, et transitant par le lac des Orlands. Ceux-ci surversent par-dessus la ligne de chemin de fer de Chalon-sur-Saône → Bourg-en-Bresse et viennent inonder les différentes entreprises situées au nord du site de Framatome.

Une partie de ces écoulements retourne à la Darse Nord, l'autre partie s'écoule vers le sud.

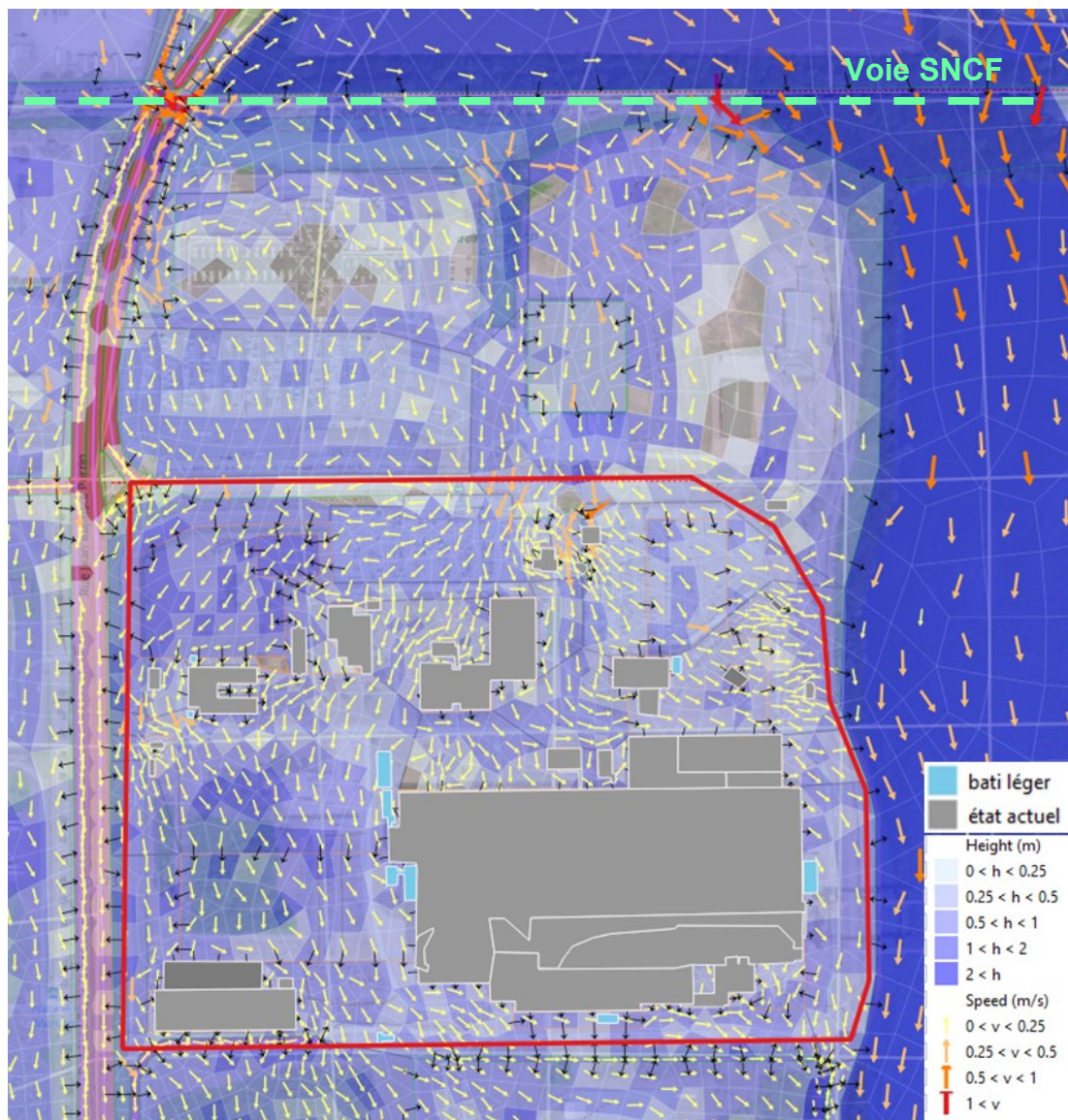


Figure 12 : dynamique des écoulements au droit du site de Framatome en état actuel

3.2 SITUATION PROJET

3.2.1 Intégration du projet au modèle hydraulique

L'entreprise Framatome a pour projet de développer son activité et étendant une partie de ses bâtiments existant :

1. Le bâtiment principal situé au sud de la parcelle s'agrandit vers l'ouest de l'ordre de 170 m pour une largeur de l'ordre de 80 m ;
2. Le magasin s'agrandit au sud de 1 000 m² ;
3. Autre extension de 1 000 m² pour la partie « épreuve hydraulique et mise sous verni » ;
4. Extension au nord-est de la parcelle de l'atelier « modules de propreté » de 6 800 m² ;
5. Bâtiment de stockage et école de soudage de l'ordre de 4 000 m² ;
6. Déplacement du parking situé au nord-est vers la partie nord-ouest de la parcelle, pour une surface de l'ordre de 13 000 m².

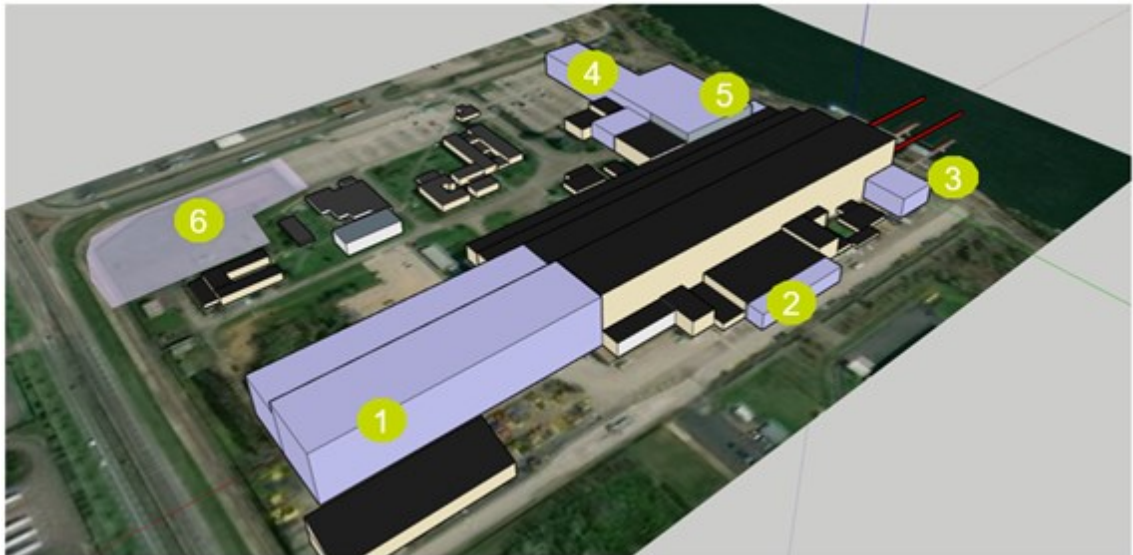


Figure 13 : Vue du programme d'aménagement du site de Framatome

Très concrètement, les modifications apportées au modèle pour intégration du projet sont les suivantes :

- Intégration des nouveaux bâtiments au modèle (extension 1, 2, 3, 4 et 5)
- Suppression de quelques bâtiments (placés en rouge sur la figure page suivante)
- Modification du coefficient de strickler des mailles :
 - de la zone située au nord-ouest transformée en parking : de 20 à 40 ;
 - de la parcelle boisée située au droit de l'extension 1 : de 15 à 30.
- Comblement du TN au droit du bassin pluvial situé sur la zone nord-est de la zone 6 : environ +60 cm en moyenne sur cette zone de 1 300 m² ;

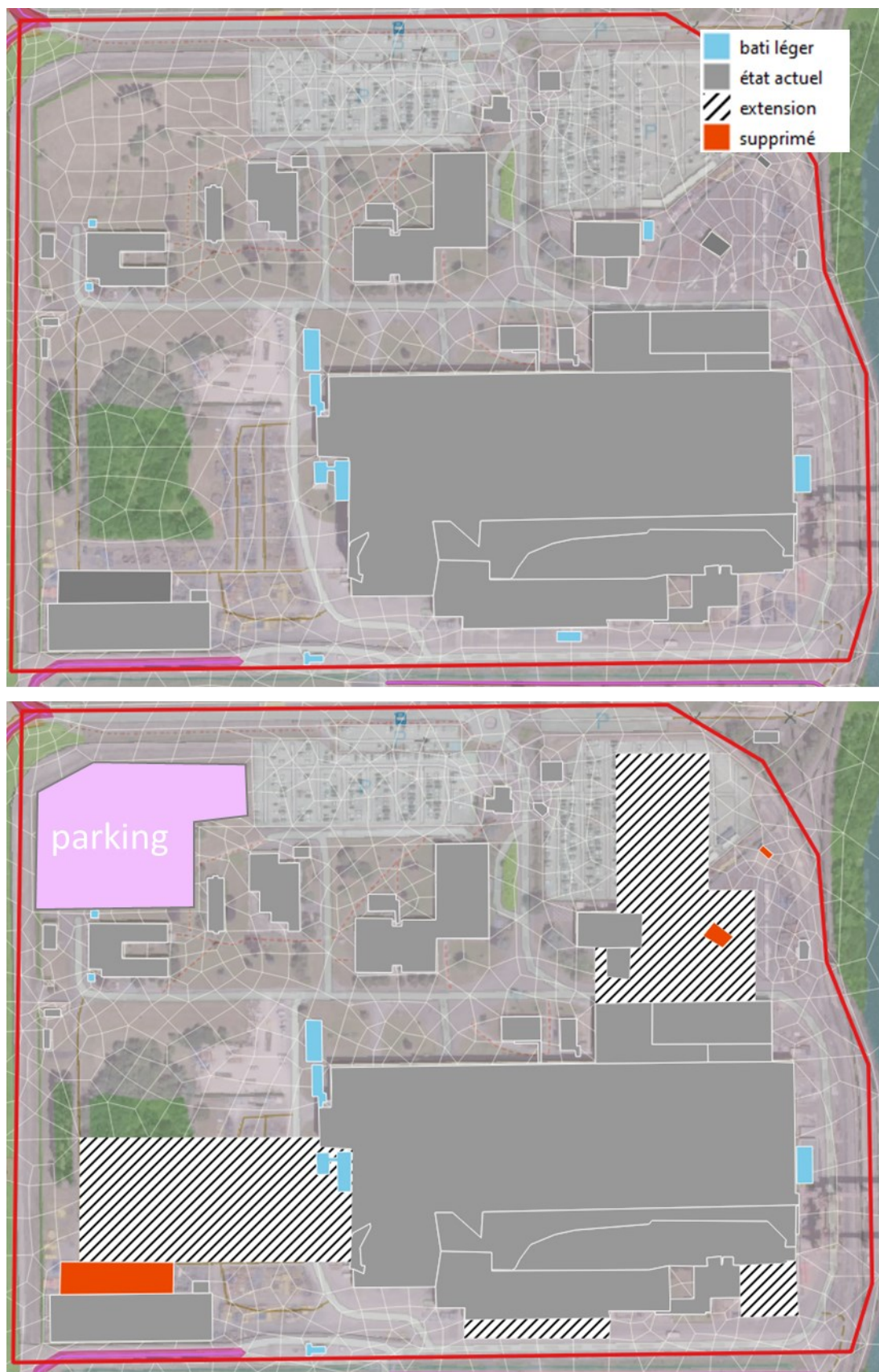
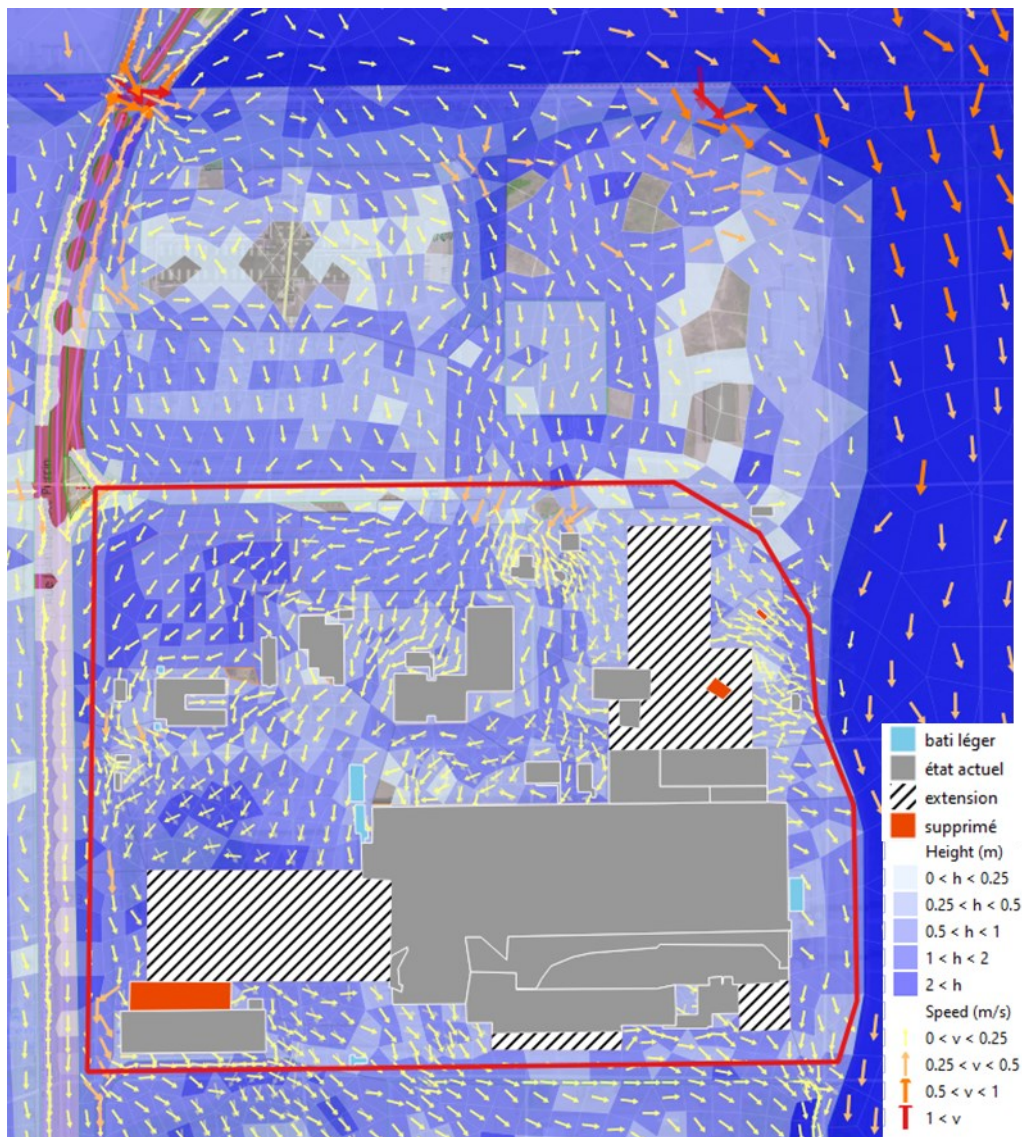


Figure 14 : vue en plan des modifications apportées en phase projet sur l'occupation du sol – vue de l'état actuel (haut) et projet (bas)

3.2.2 Fonctionnement en crue

Les modifications apportées par le projet sur la dynamique des écoulements sont mineures.

On constate que la direction des écoulement est modifiée au droit des nouvelles extensions, sans pour autant changer la direction générale des écoulements : vers le sud du territoire et un retour vers la Darse Nord en butant sur le remblai de la RD978 B.



3.2.3 Caractérisation des impacts hydrauliques

Les écarts sur la ligne d'eau en lit mineur de la Saône sont inférieurs à 1 cm sur l'ensemble du linéaire étudié :

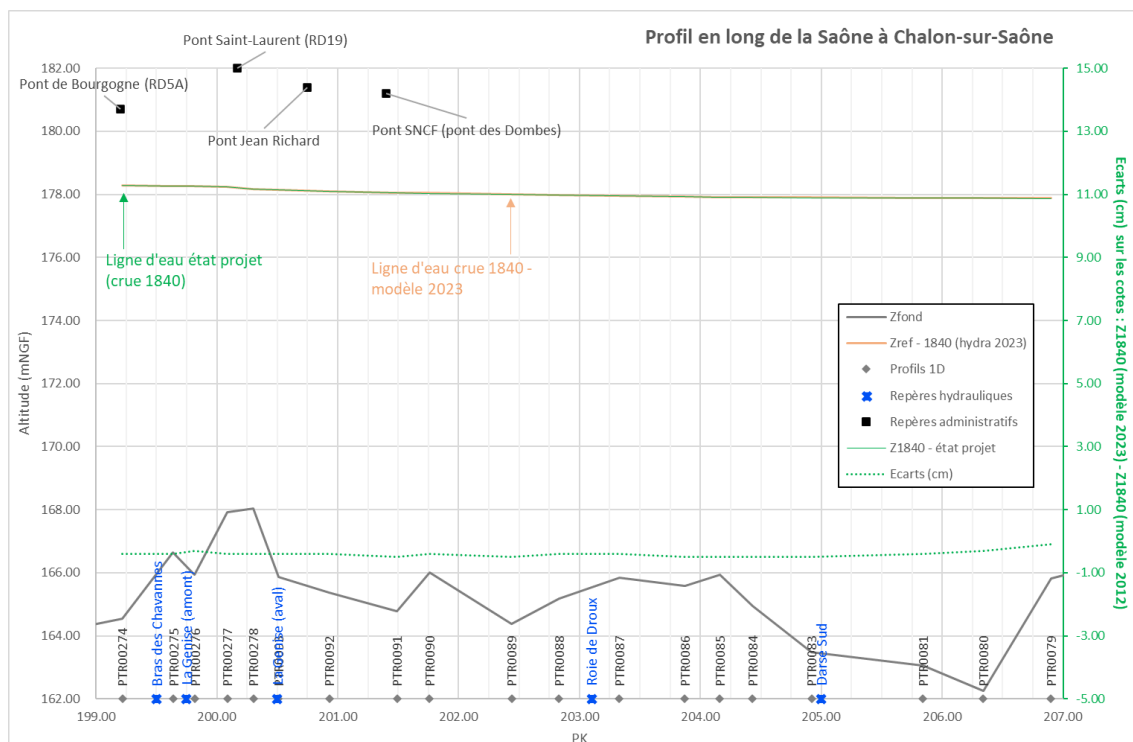


Figure 16 : comparaison des lignes d'eau du lit mineur de la Saône en états actuel et projet

Concernant les modifications des cotes en lit majeur, celles-ci sont contenues pour la très grande majorité au droit du site de Framatome. On constate des impacts de l'ordre de :

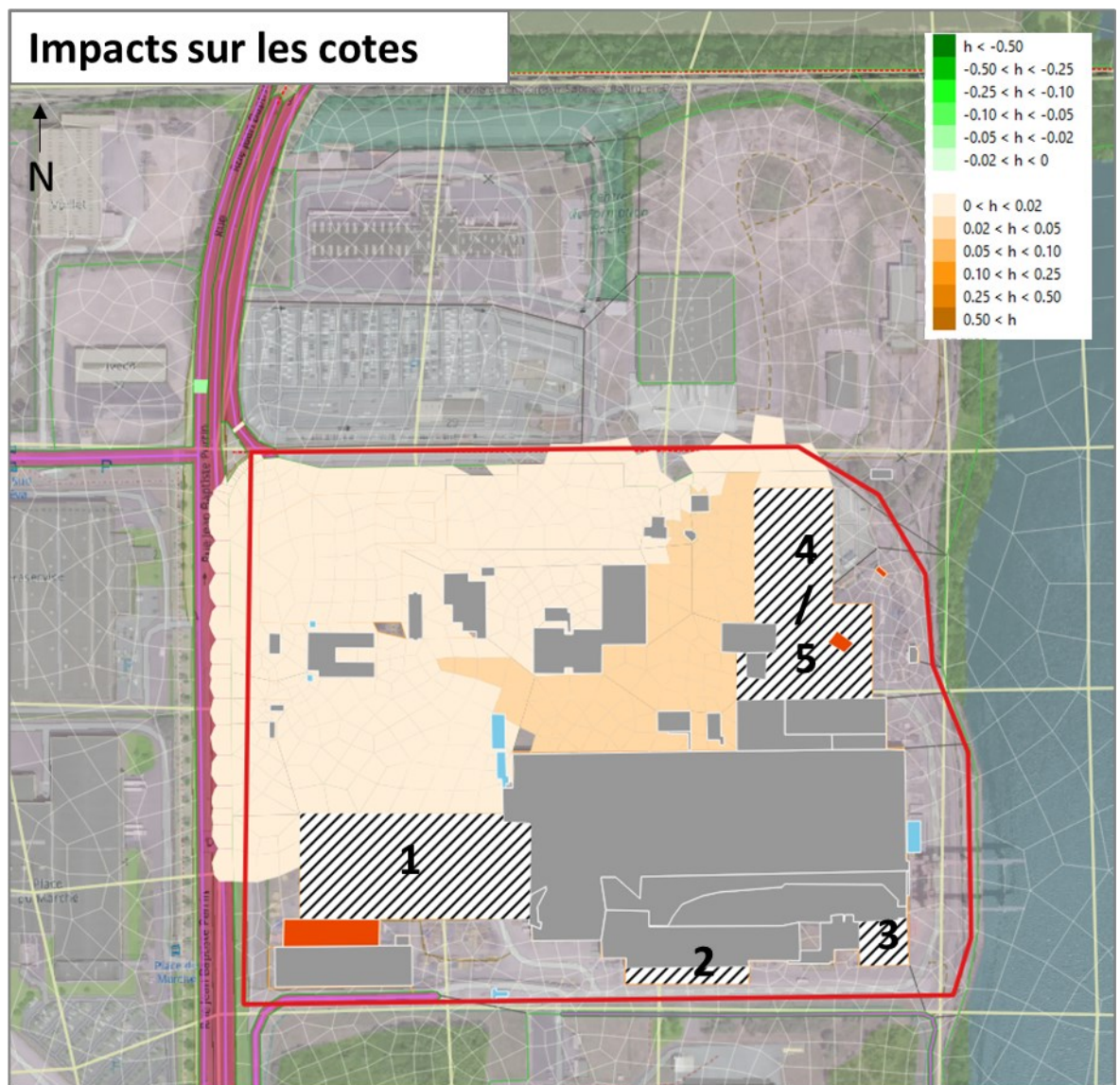
- + 2cm au droit à l'ouest des extensions 4 et 5 ;
- +2 cm au nord de l'extension 1 ;
- +1.5 cm au contact de la route d'axe nord-sud située à l'ouest du site de Framatome.

Les extensions 2 et 3, situées dans l'ombre hydraulique des bâtiments existants n'ont aucun impact sur les écoulements.

L'ajout de l'extension 1 concentre les écoulements à l'ouest du site, le long de la route. Cette concentration entraîne une hausse des valeurs des vitesses de l'ordre de +0.12 m/s à l'intérieur du site de Framatome et +0.07 m/s le long de la route.

En dehors du site de Framatome, le long de la route à l'ouest et au sud du bâtiment existant, les valeurs vitesses restent en-dessous de 0.20 m/s.

Au nord du site de Framatome, on constate un abaissement des valeurs de vitesses, lié à la concentration des écoulements au sein du site de Framatome. Cet abaissement est de l'ordre de -0.03 m/s en moyenne sur l'ensemble de cette zone.



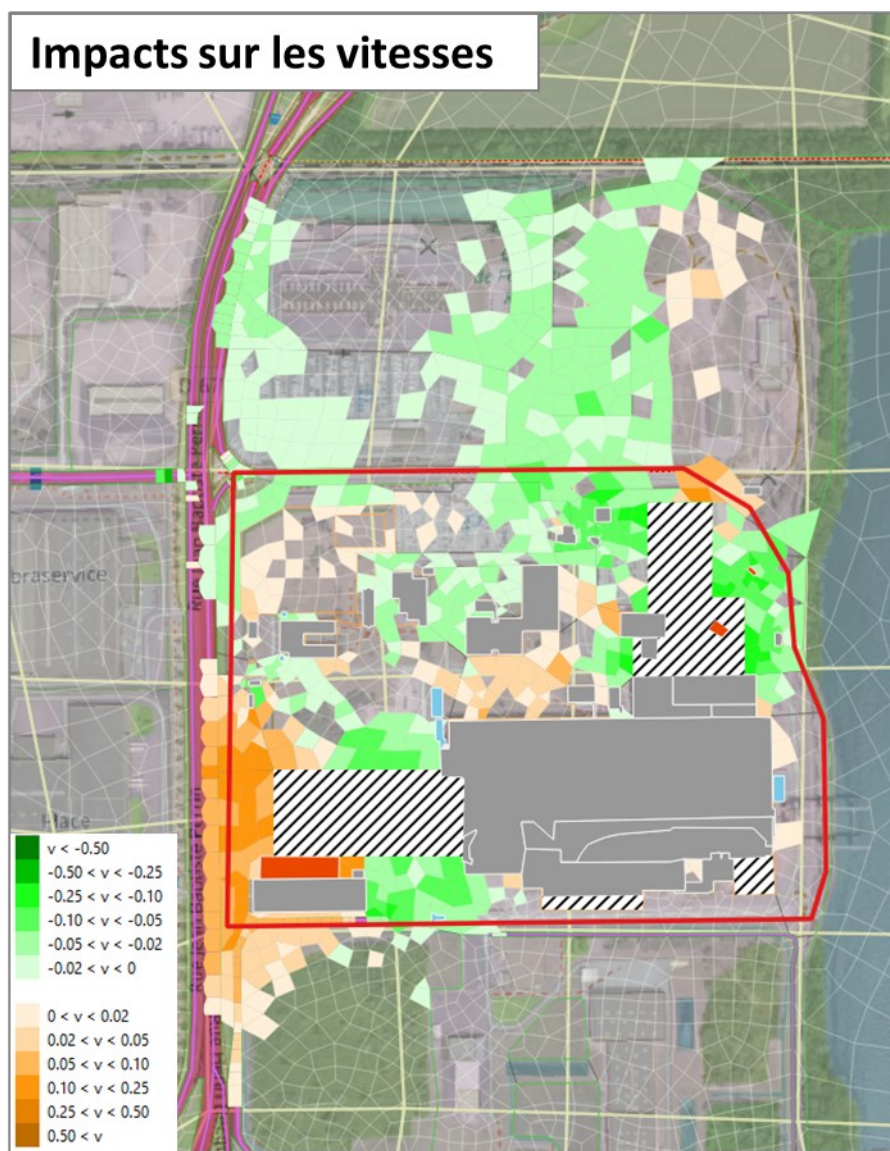


Figure 18 : impacts sur les vitesses entre l'état projet et l'état actuel