



ANALYSE DE L'INFLUENCE D'UN REJET EP SUR LE GERS EN ETIAGE AU DROIT DE LA FUTURE USINE DE TRAITEMENT D'EAU POTABLE DU SPEPAA

NOTE D'ANALYSE D'INCIDENCE DU REJET EP DANS LE GERS SUR LA
PRISE D'EAU A L'AMONT PAR MODELISATION DE POLLUANT

08/10/2024



Groupe **MERLIN**

Suivi du document :03240047-ME-Etude_influence_du_rejet-A

Indice	Établi par	Approuvé par	Le	Objet révision
A	T. METZLER	A. CHEVALIER/JC BAUTISTA	04/10/2024	Établissement

Sommaire

I.	OBJET.....	4
II.	DONNEES SUR LA PRISE D'EAU ET LE POINT DE REJET	5
II.1.	Localisation	5
II.2.	Éléments caractéristiques des ouvrages.....	5
III.	MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE HYDRAULIQUE	6
III.1.	ICM Infoworks	6
III.1.1.	Présentation du logiciel	6
III.1.2.	Présentation du module de qualité de l'eau	6
III.2.	Construction du modèle	8
III.2.1.	Principe de la modélisation	8
III.2.2.	Mise en œuvre du modèle	8
III.2.2.1.	Données topographiques	8
III.2.2.2.	Rugosité du lit mineur	10
III.3.	Prise en compte des ouvrages dans le modèle	10
III.3.1.	Prise d'eau	10
III.3.2.	Rejet	11
III.4.	Conditions aux limites	11
III.4.1.	Condition limite amont	11
III.4.2.	Prélèvement Eau Brute.....	12
III.4.3.	Rejets de la station de production.....	13
III.4.3.1.	Hydraulique	13
III.4.3.2.	Qualité	13
III.4.4.	Condition limite aval.....	14
III.5.	Durée de la simulation et pas de temps	14
IV.	RESULTATS DE MODELISATION	15

I. OBJET

L'objet de la présente note est de visualiser l'influence du rejet des eaux pluviales de la future station de traitement sur l'écoulement du Gers à l'étiage et ainsi s'assurer que la localisation de la future prise d'eau se situe bien en amont de la zone d'influence du rejet des eaux pluviales.

Remarque :

Dans le cadre de l'étude courantologique préalable, le débit de prélèvement qui avait été utilisé était de 800 m³/h, correspondant à une hypothèse défavorable de rendement de la station de 85%. Dans la présente étude, le débit de prélèvement correspond au débit indiqué dans le mémoire process, soit 740 m³/h.

II. DONNEES SUR LA PRISE D'EAU ET LE POINT DE REJET

II.1. Localisation

La localisation de la prise d'eau et du rejet ont été relevés par géoréférencement des plans d'OTV VEOLIA :

- Pour la prise d'eau, le plan utilisé est « OTV PGG 210 B – Poste exhaure » réalisé le 06/09/2024. Le plan a été géoréférencé à l'aide des parcelles cadastrales. Les coordonnées obtenues par le géoréférencement pour la prise d'eau sont (1507447.816 ; 3158068.018) dans le référentiel CC44.
- Pour le rejet, le plan utilisé est « OTV PLG 003 Ind1 – PLAN DES RESEAUX » réalisé le 06/10/2023. Le rejet s'effectue par une conduite de rejet des eaux pluviales existante de 800 mm de diamètre. Le plan a ainsi été géoréférencé à l'aide des parcelles cadastrales. Les coordonnées ainsi obtenues pour le rejet sont (1507456.052 ; 3158084.513) dans le référentiel CC44.

L'image suivante illustre la localisation des points de prise d'eau et de rejet.

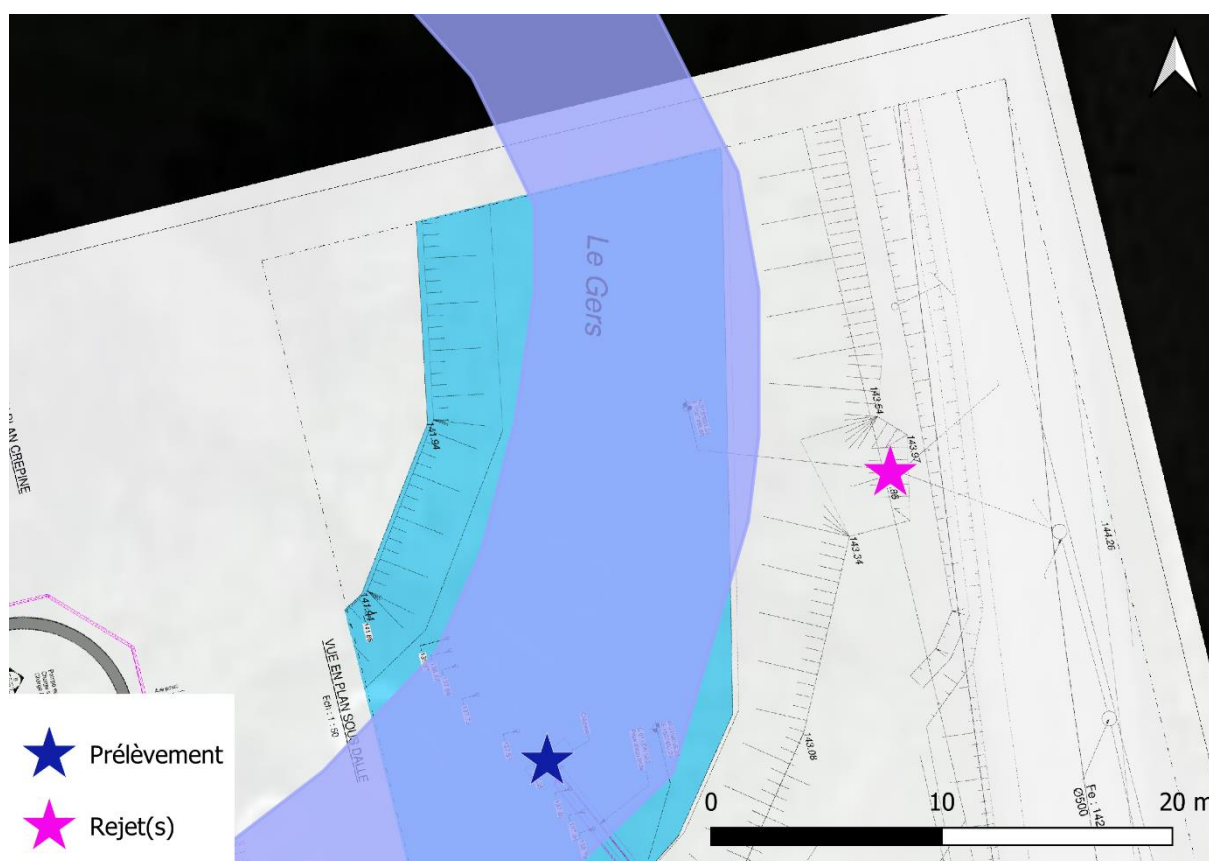


Figure 1. Localisation de la prise d'eau et du rejet

II.2. Eléments caractéristiques des ouvrages

- La prise d'eau est composée d'une crépine de 600 mm de diamètre et d'une conduite de 500 mm de diamètre. La cote du fil d'eau est de 138.20 m NGF.
- La conduite de rejet est une conduite de 800 mm de diamètre déjà existante à la cote altimétrique de 141.86 m NGF.

III. MISE EN ŒUVRE D'UN MODELE HYDRAULIQUE

III.1. ICM Infoworks

III.1.1. Présentation du logiciel

ICM Infoworks est utilisé pour la modélisation des réseaux d'assainissement eaux usées, eaux pluviales et unitaires, ainsi que des cours d'eau. Il combine des moteurs de calcul hydrologiques et hydrauliques avec une interface et une gestion des données de type SIG.

De manière schématique, le logiciel comporte les outils de calcul de réseaux d'assainissement :

- ▶ Un modèle hydrologique (transformation pluie – débit) mixte saturant (utilisant une fonction d'infiltration de Horton) et non saturant (à coefficient de ruissellement constant) avec générateur de pluie ;
- ▶ Un modèle hydrodynamique maillé, à surface libre et en charge, avec résolution complète des équations de Barré St Venant et possibilité d'intégration d'ouvrages tels que stations de pompage, bassins de stockage, déversoirs, vannes de régulation, etc... ;
- ▶ Un module RTC (contrôle en temps réel) permettant de simuler le fonctionnement d'ouvrages régulés (vannes, pompes...) ;
- ▶ Un module de simulation des longues séries chroniques de pluies ;
- ▶ **Un module de calcul hydrodynamique 2D utilisé dans le cas de la présente analyse ;**
- ▶ **Un module de qualité de l'eau.**

III.1.2. Présentation du module de qualité de l'eau

ICM propose un module de modélisation de la qualité de l'eau et de sédiments. De nombreuses variables peuvent être modélisées, notamment :

- ▶ Le pH ;
- ▶ La demande en oxygène biologique ;
- ▶ La demande en oxygène chimique ;
- ▶ Le phosphore total ;
- ▶ Le nitrate ;
- ▶ Ou encore un polluant dissous.

Ce module permet de modéliser divers processus chimiques et physiques comme celui de l'oxygène dissous ou bien le transport solide. L'objectif de l'étude étant de visualiser l'influence du rejet des eaux pluviales dans la rivière sur la prise d'eau, le module de qualité est adapté.

La source de polluant peut être modélisée de diverses façons :

- ▶ Le long d'une rive ;
- ▶ Au niveau d'un regard ;
- ▶ Au niveau d'un point source ;
- ▶ En tant que condition aux limites.

Les équations utilisées dans le cadre de ce module sont celles caractérisant les processus d'advection et de diffusion. Le moteur de calcul résout d'abord les équations d'advection avant de résoudre celles de diffusion.

L'advection

L'advection est le transport d'un élément donné par le mouvement. Le schéma suivant illustre le principe d'advection. Le rectangle rouge représente une source de particules. Elles sont transportées dans le sens de l'écoulement.

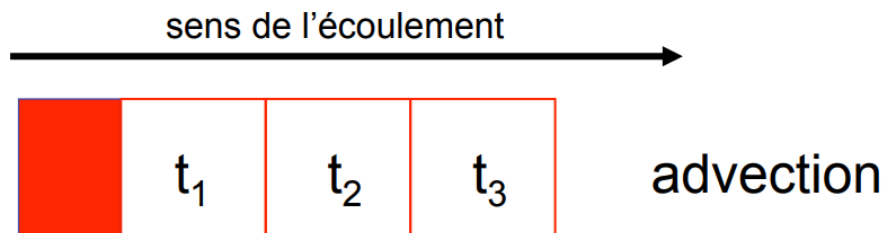


Figure 2. Principe d'advection

Le débit massique transporté par advection dans chaque face des cellules est donné par l'équation suivante :

$$F_a = F_m c_{amont} \quad (1)$$

Avec :

- ▶ F_a : le débit massique à travers le coté d'une maille transporté par advection (kg/s) ;
- ▶ F_m : le débit passant à travers le coté d'une maille (m³/s) ;
- ▶ c_{amont} : la concentration venant de l'amont (kg/m³).

La diffusion

La diffusion se caractérise par le déplacement des particules des zones de forte concentration vers des zones de plus faible concentration. Elle tend à rendre homogènes les concentrations des particules. Le schéma suivant illustre le principe de diffusion. Les particules de la zone à forte concentration sont diffusées dans les autres directions où la concentration des particules est nulle.

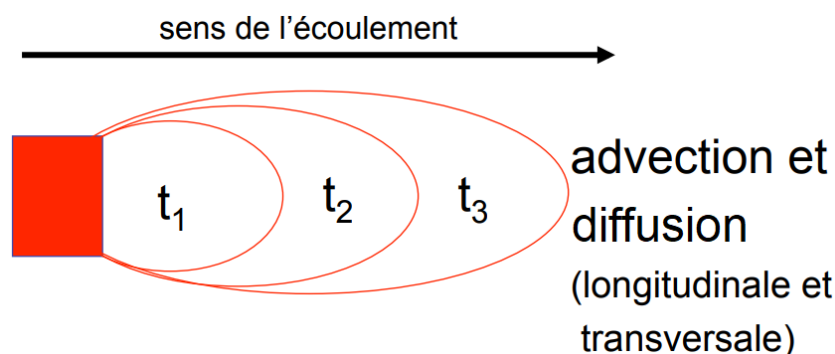


Figure 3. Principe de diffusion

Le débit massique transporté par diffusion dans chaque face des cellules est donné par l'équation suivante :

$$F_d = k \min(h_{amont}, h_{aval}) (c_{aval} - c_{amont}) \frac{L}{d} \quad (2)$$

Avec :

- ▶ F_d : le débit massique à travers la face dû à la diffusion (kg/s) ;
- ▶ k : le coefficient de diffusion (m^2/s). Il dépend entre autres du milieu de diffusion, de sa température et de la nature des particules. Plus il est grand, plus la dispersion sera rapide ;
- ▶ $h_{\text{amont}}, h_{\text{aval}}$: les hauteurs d'eau respectivement à l'amont et à l'aval de la face (m) ;
- ▶ $c_{\text{amont}}, c_{\text{aval}}$: les concentrations respectivement à l'amont et à l'aval de la face (kg/m) ;
- ▶ d : la distance entre les centres des 2 cellules (m) ;
- ▶ L : la longueur de la face (m).

III.2. Construction du modèle

III.2.1. Principe de la modélisation

L'écoulement au sein du lit mineur du Gers va être modélisé par un maillage de calcul bidimensionnel représentant la bathymétrie du cours d'eau.

Pour ce type de modélisation, l'écoulement peut se faire dans toutes les directions planimétriques. La direction, les vitesses d'écoulement ainsi que la hauteur d'eau dépend alors :

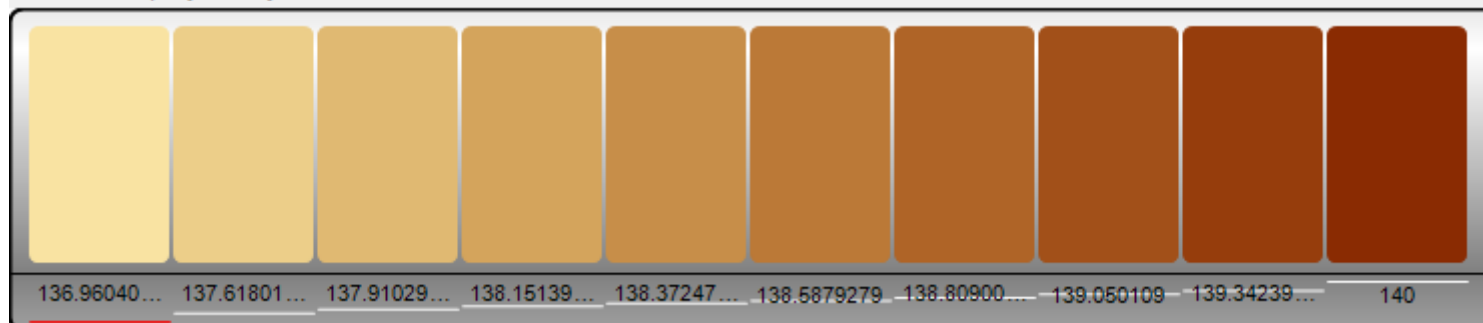
- ▶ Des variations altimétriques entre les nœuds de calculs 2D (i.e. les mailles) ;
- ▶ De l'occupation des sols ;
- ▶ Des obstacles à l'écoulement.

III.2.2. Mise en œuvre du modèle

III.2.2.1. Données topographiques

Le modèle bidimensionnel a été construit à partir des levés topographiques du lit mineur du Gers (lignes de profils en travers) et ont été réalisés par le bureau d'étude XMGE Géomètres Experts et datent du 29/08/2023.

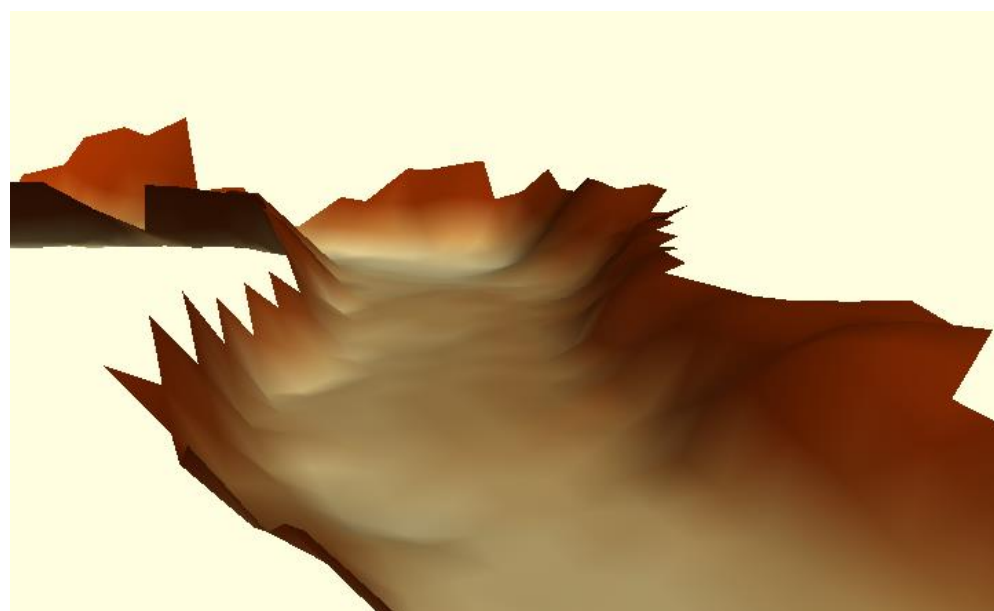
Ces profils ont permis de construire un Modèle Numérique de Terrain qui permettra de fixer l'altimétrie des mailles. L'illustration du MNT construit est présentée page suivante :



Vue Planimétrique du MNT



Vue 3D du MNT



III.2.2.2. Rugosité du lit mineur

La rugosité du lit mineur (coefficient de Strickler) a été fixé à $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, ce coefficient correspond à la rugosité d'un petit cours d'eau (de largeur inférieure à 30 m), sinueux présentant de la végétation et avec un niveau d'eau bas (source CEMAGREF).

III.3. Prise en compte des ouvrages dans le modèle

III.3.1. Prise d'eau

La prise d'eau est composée d'une crépine et d'une conduite dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ▶ Diamètre de la crépine et de la conduite : 600 mm ;
- ▶ Longueur de la crépine : 2.20 m ;
- ▶ Cote du fil d'eau : 138.20 mNGF.

La figure suivante est un plan de la prise d'eau.

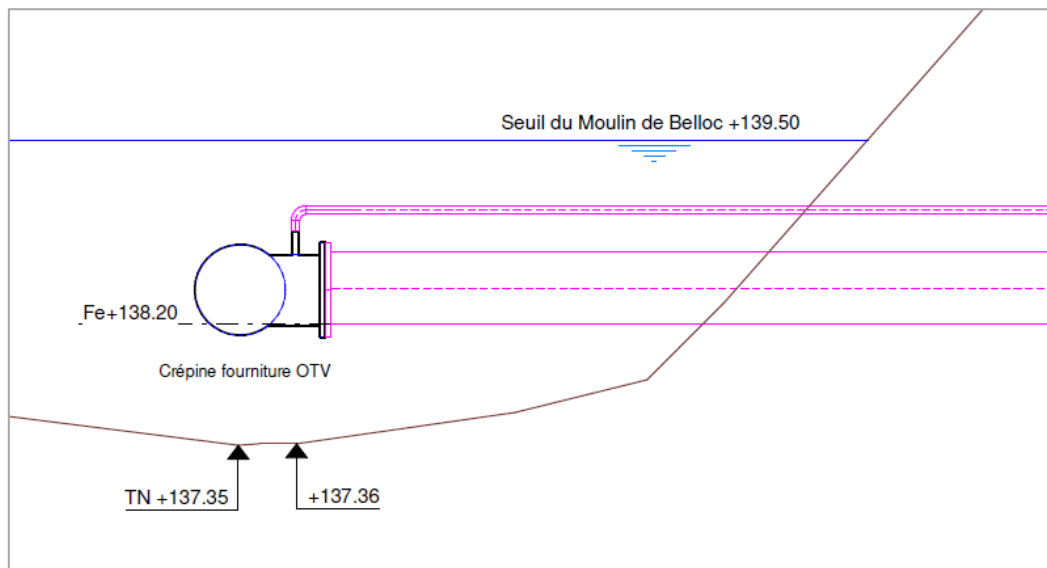


Figure 4. Plan de la crépine et de la conduite de la prise d'eau

Dans le modèle, un point représente le point de prélèvement auquel est reliée une conduite de 500 mm de diamètre. Une pompe permet de prélever un débit constant de $0.205 \text{ m}^3/\text{s}$ dans la rivière. A noter que la crépine a été modélisée afin de prendre en compte les perturbations de l'écoulement générées par cette dernière.

III.3.2. Rejet

Le rejet d'eaux pluviales s'effectue par une conduite de 800 mm de diamètre.

Dans le modèle, le rejet se modélise par une condition limite latérale. Elle se fait sur le contour de la zone 2D et doit correspondre au contour d'une maille.

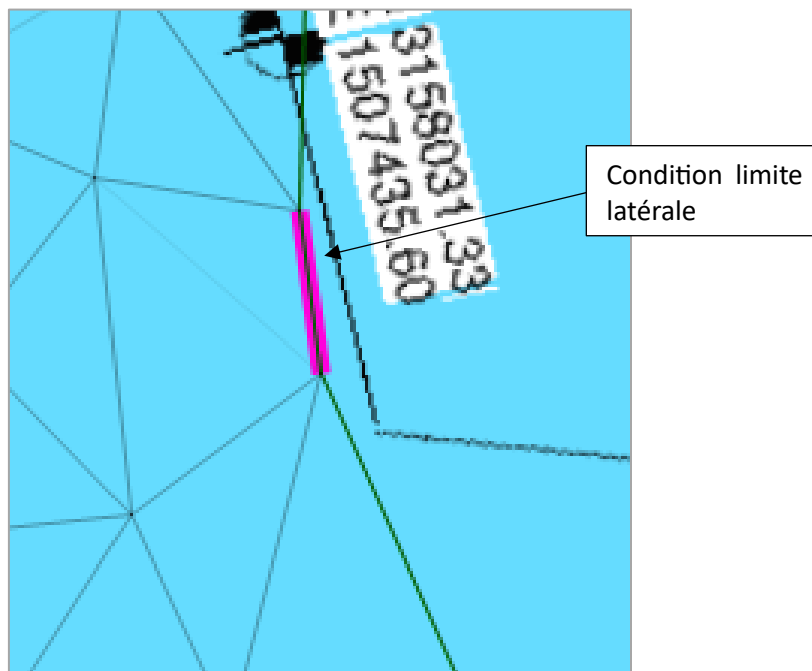


Figure 5. Condition limite latérale modélisant le rejet d'eau pluviale

III.4. Conditions aux limites

III.4.1. Condition limite amont

Le secteur d'étude se situe entre les stations hydrométriques suivantes :

- ▶ Le Gers à Auch ;
- ▶ Le Gers à Orbessan.

Conformément à la réglementation, le débit d'étiage de référence correspond au QMNA5. Pour rappel, le QMNA (Débit (Q) Mensuel (M) miNimal (N) de chaque année civile (A)) est la valeur du débit mensuel d'étiage atteint par un cours d'eau pour une année donnée. Le QMNA5 est le débit d'étiage ayant chaque année la probabilité 0.2 (1/5) de ne pas être dépassée et traduit donc la sévérité de l'étiage.

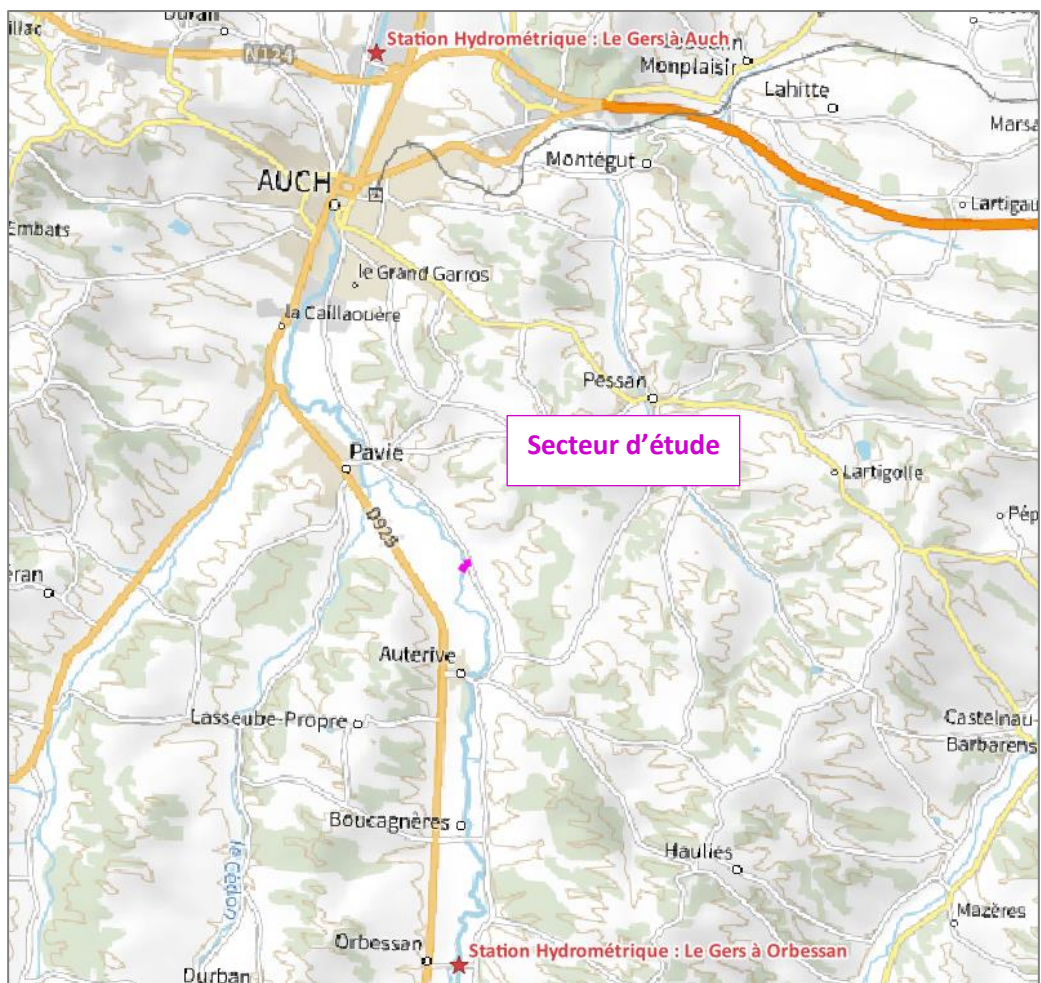


Figure 6. Localisation des stations hydrométriques du Gers à Auch et à Orbessan

Au regard du réseau hydrographique, il est proposé de retenir comme station de référence le Gers à Orbessan, hypothèse conservatrice avec un étiage plus sévère.

Le débit du QMNA5 n'était pas disponible sur le site de la banque Hydro, il est aussi proposé de retenir comme valeur d'étiage pour le cours d'eau le débit ayant la plus faible fréquence au non dépassement tiré du tableau des débits classés de la station hydrométrique (fiche synthèse en annexe) à savoir : **1.13 m3/s**.

III.4.2. Prélèvement Eau Brute

Le débit de prélèvement est issu du mémoire process. Il est de 740 m3/h, soit 0.205 m3/h.

III.4.3. Rejets de la station de production

III.4.3.1. Hydraulique

Trois configurations de fonctionnement ont été modélisées afin d'évaluer l'influence des rejets de la station de production sur l'écoulement et savoir notamment si cette dernière remonte jusqu'à la prise d'eau. Les configurations sont présentées ci-après :

- ▶ Fonctionnement normal – le débit rejeté en aval de l'usine est de 0.17 m³/s. Ces rejets intègrent :
 - > Les eaux de surverse des lits de séchage : 50 m³/h
 - > Le pluvial de l'usine 0.16 m³/s.
- ▶ Fonctionnement dégradé – le débit rejeté en aval de l'usine est de 0.38 m³/s. Ces rejets intègrent :
 - > Les eaux de surverse des lits de séchage : 50 m³/h
 - > Le pluvial de l'usine 0.16 m³/s.
 - > Les trop pleins des différentes bâches : 0.205 m³/s.
- ▶ Fonctionnement de mise en route - le débit rejeté en aval de l'usine est de 0.58 m³/s. Ces rejets intègrent :
 - > Les eaux de surverse des lits de séchage : 50 m³/h
 - > Le pluvial de l'usine 0.16 m³/s.
 - > Les trop pleins des différentes bâches : 0.205 m³/s.
 - > Les eaux d'essais : 0.20 m³/s.

Ces valeurs de débits seront implémentées dans les hydrogrammes d'entrée en amont et au niveau du rejet d'eaux pluviales.

III.4.3.2. Qualité

Dans le cadre de l'étude, aucune mesure n'est disponible. L'analyse a un objectif qualitatif et non quantitatif. Le polluant modélisé et sa concentration ont donc été déterminés à partir des éléments suivants.

Détermination du polluant modélisé

Les lits de séchage sont utilisés pour déshydrater les boues obtenues par traitement de l'eau. En cas de forte pluie ou en cas de forte contenance en eau, de l'eau peut se trouver en excès et est appelée eau de surverse. Elle est composée principalement de nutriments comme l'azote et le phosphore ou encore de matières en suspension.

Le coefficient de diffusion dans l'eau étant de l'ordre de grandeur de 10⁻⁹ m²/s pour les composés chimiques, l'influence de la diffusion est limitée et l'advection prédomine pour tous les polluants modélisables. Il n'est donc pas nécessaire de modéliser plusieurs polluants puisque ceux-ci se disperseront de la même manière dans le cours d'eau. Un seul suffit alors afin d'obtenir une analyse qualitative représentative.

L'azote contenu dans les eaux de surverse est présent sous forme de nitrates (NO₃⁻) a été choisi pour représenter la source de pollution en provenance du rejet EP.

Sa concentration a été arbitrairement choisie à partir du Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ-Eau). Ce système permet d'évaluer la qualité de l'eau d'un cours d'eau. Elle est ainsi jugée plus ou moins bonne selon ses composants et leur concentration. Il compte 5 classes de qualité par composant. La concentration retenue est celle qui conduit automatiquement au déclassement du niveau de qualité de la rivière, soit 50 mg/L.

III.4.4. Condition limite aval

La condition aval est la hauteur normale. En effet la présence d'un seuil en aval permet de supposer que l'écoulement n'est pas influencé.

III.5. **Durée de la simulation et pas de temps**

La simulation est réalisée sur une durée de 5h. Avoir une durée suffisamment longue de simulation permet à l'écoulement d'atteindre un niveau stationnaire.

Le pas de temps est de 1 seconde et est ajusté automatiquement afin d'optimiser l'efficacité et la précision.

IV.RESULTATS DE MODELISATION

Les résultats présentés ci-après représentent les vitesses d'écoulement du cours d'eau et les concentrations en nitrate, avec prélèvement de 740 m³/h de la station :

- ▶ En situation d'étiage sans rejet EP (régime permanent) ;
- ▶ En situation normale ;
- ▶ En situation dégradée ;
- ▶ En situation de mise en route.

La comparaison de ces trois configurations de fonctionnement de la station avec la situation d'étiage permet de visualiser les éléments suivants :

- ▶ Altération des vitesses d'écoulement ($V > 0.5 \text{ m/s}$) avec zone de recirculation au droit du rejet ;
- ▶ Ralentissement des écoulements en amont de la zone de remous. L'influence du rejet sur les vitesses d'écoulement ne remonte pas au-delà de 10 m vers l'amont pour l'ensemble des configurations testées ;
- ▶ La diffusion du polluant se fait le long des lignes de courant.
 - > La situation la plus défavorable est celle de mise en route avec un débit de rejet plus important où le nitrate se diffuse sur 2 cellules, soit jusqu'à 3 m, en amont du rejet au bord de la rive droite. Le nitrate est ensuite dispersé en aval. Le prélèvement reste hors zone d'influence du rejet.
 - > Dans les autres situations, le nitrate est immédiatement diffusé en aval, sans influence sur l'amont.

Au regard de ces éléments, il est possible de conclure que la localisation de la prise d'eau est hors zone d'influence des rejets, même en situation de mise en route, cas le plus défavorable.

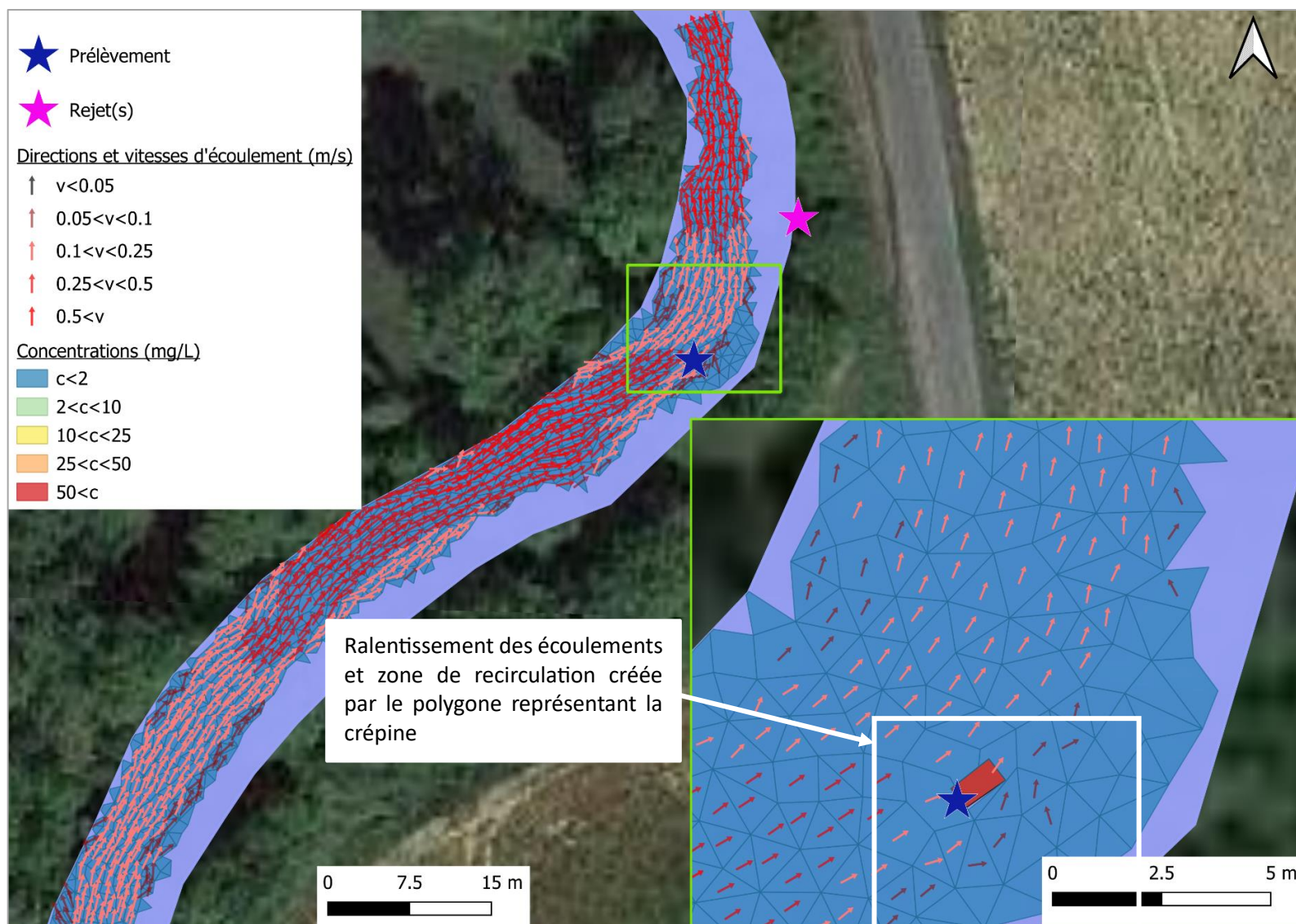


Figure 7. Faciès d'écoulement du Gers en situation d'étiage sans rejet EP

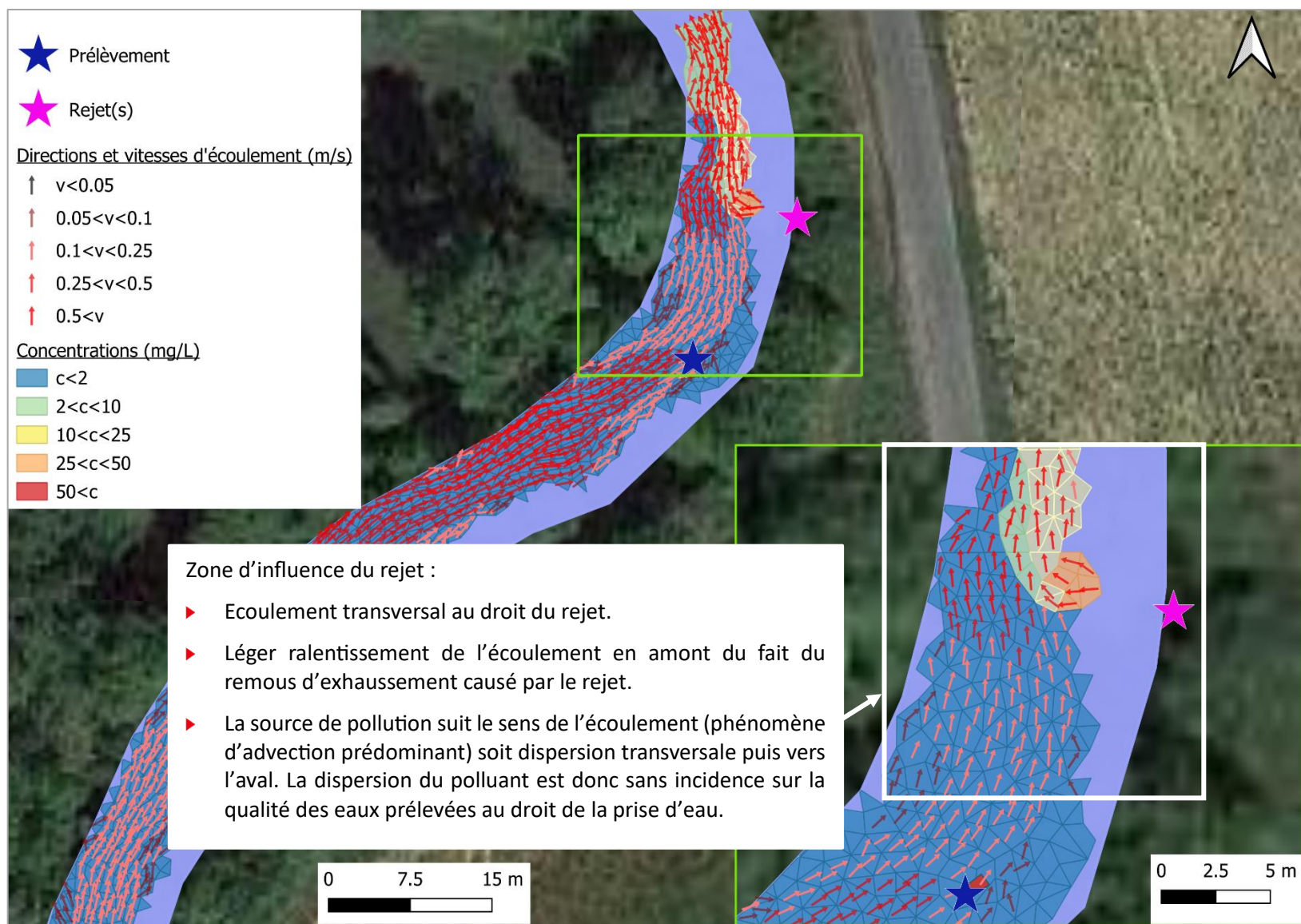


Figure 8. Faciès d'écoulement du Gers en situation d'étiage - Fonctionnement normal

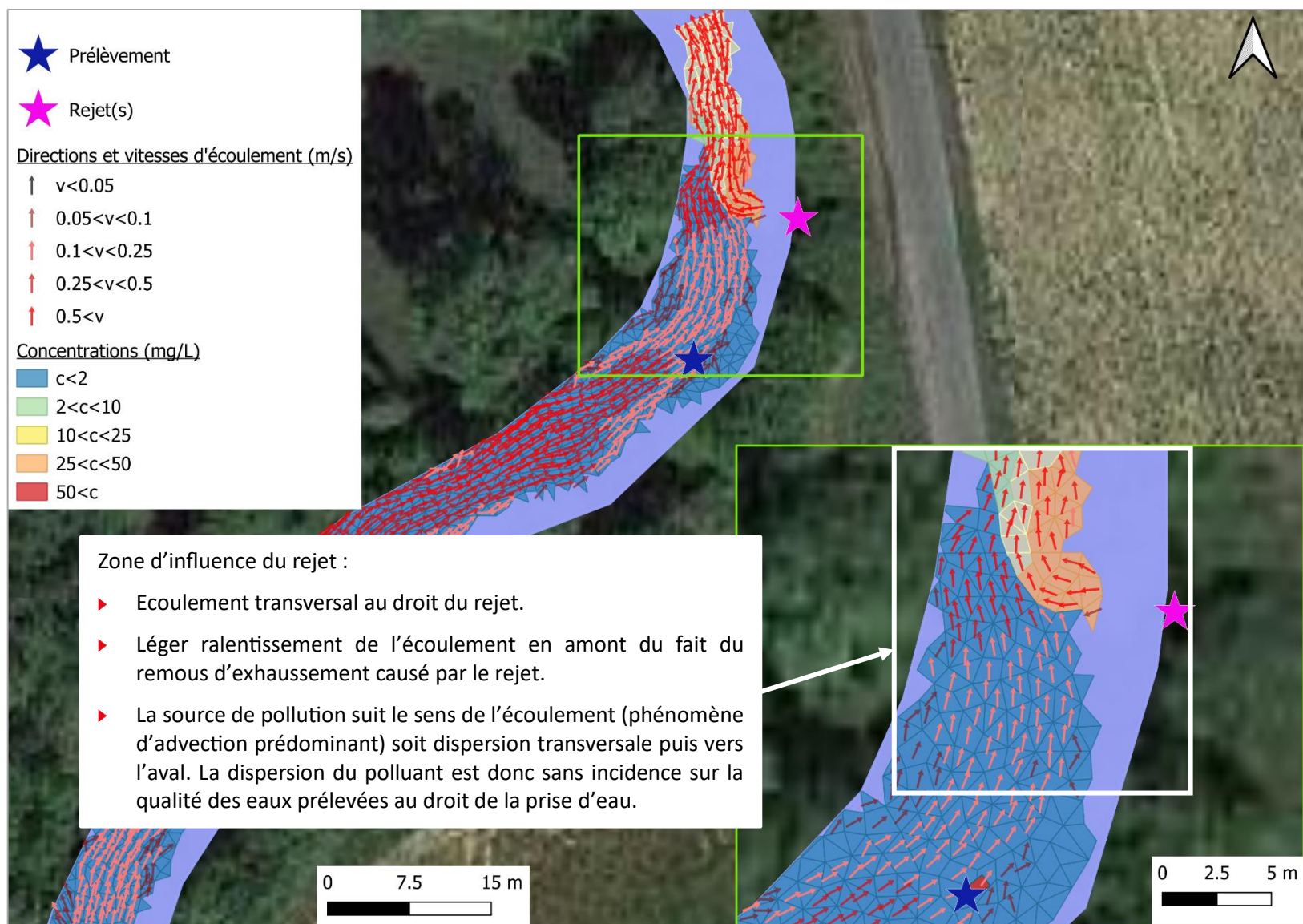


Figure 9. Faciès d'écoulement du Gers en situation d'étiage - Fonctionnement dégradé

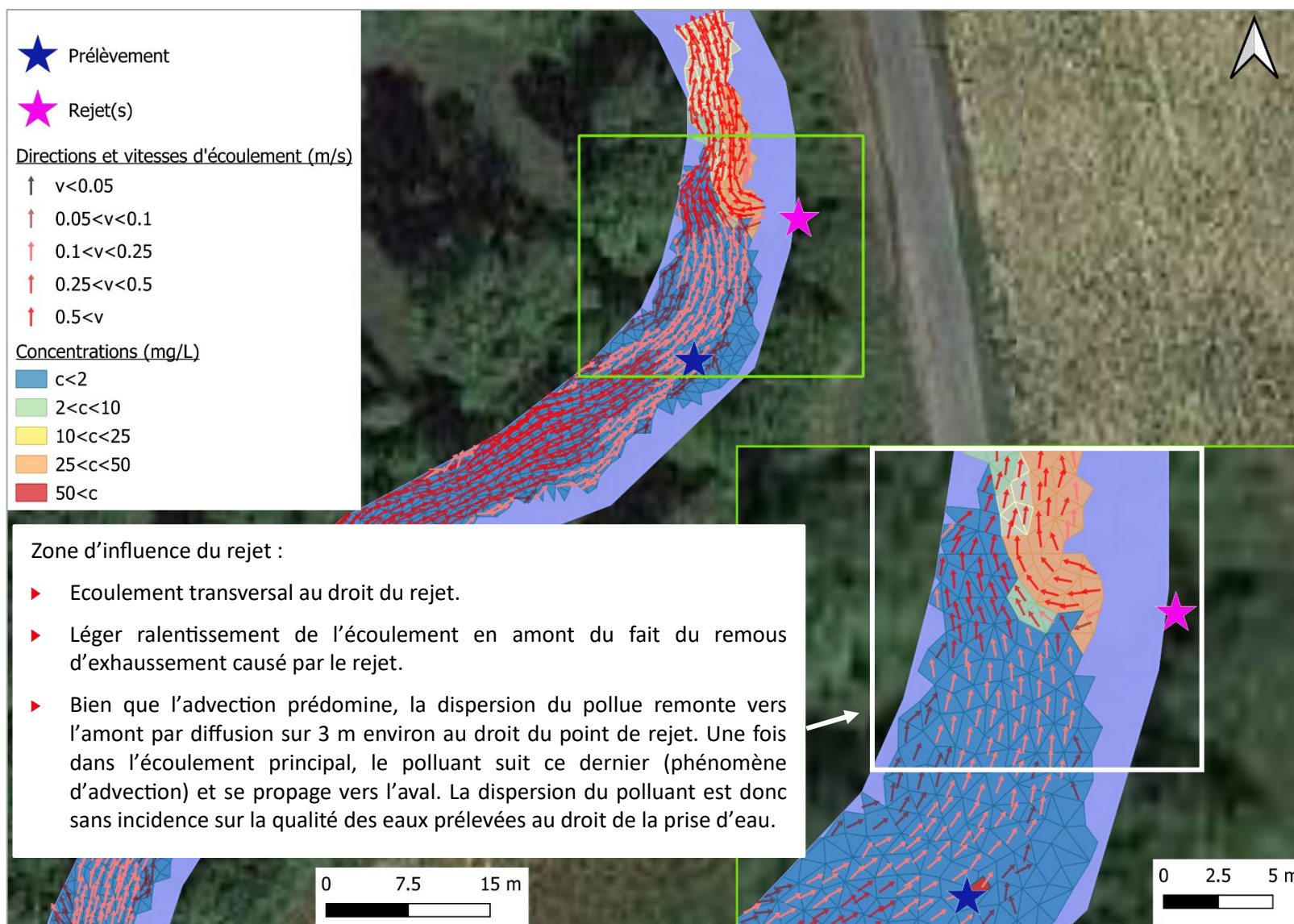


Figure 10. Faciès d'écoulement du Gers en situation d'étiage - Fonctionnement de mise en route