

Note technique

Crue de l'Arve - Novembre 2023

Impacts sur le réseau d'assainissement



M. ENGGIST

Service de l'Aménagement des Eaux et de la Pêche

Secteur Hydrométrie

15 janvier 2024

TABLE DES MATIERES

1	RESUME	5
2	INTRODUCTION	7
3	VISITES DE TERRAIN LORS DES CRUES	9
3.1	Visite du 15 novembre 2023	9
3.2	Visite du 21 novembre 2023	12
4	DONNEES LIMNIMETRIQUES	16
4.1	Niveau Arve Wilsdorf	16
4.2	Données sur certains ouvrages de délestage	17
4.3	Données entrée STEP Aïre	19
4.4	Bilan succinct EU brutes déversées	24
5	PROPOSITIONS D'AMELIORATION	25
6	SYNTHESE	28
7	REMERCIEMENTS	28

1 RESUME

En novembre 2023, une crue exceptionnelle de l'Arve a provoqué des inondations, mettant en évidence des faiblesses dans le réseau d'assainissement urbain.

Malgré des améliorations antérieures, l'épisode de 2023 montre la nécessité de protéger davantage certains ouvrages pour éviter les dégâts futurs et les coûts associés.

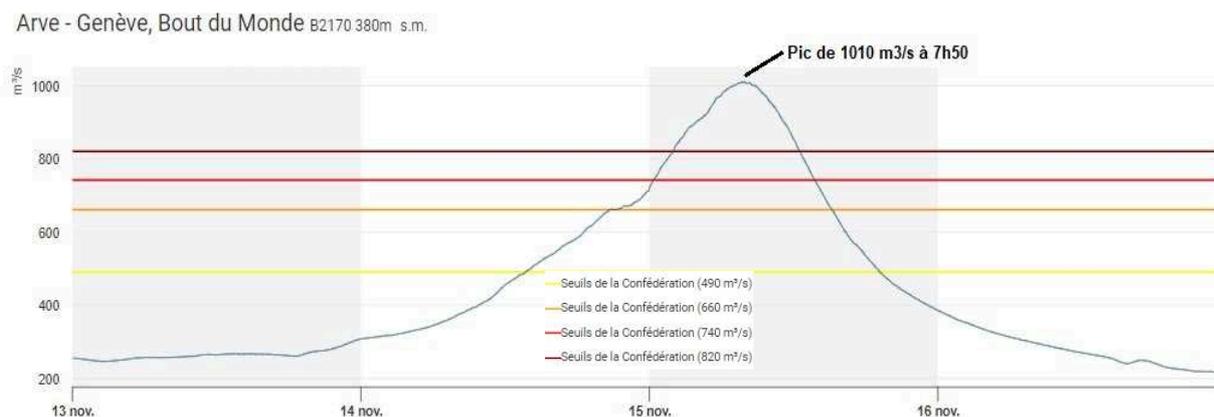
L'objectif principal est d'éviter l'introduction de sédiments dans les canalisations et de limiter les déversements d'eaux usées dans l'environnement lors de crues similaires.

- Crue exceptionnelle : En novembre 2023, une crue exceptionnelle de l'Arve a frappé la région, marquée par une valeur de pointe mesurée de plus de 1000 [m³/s].
- Inondations et origines : Les inondations ont touché les sous-sols des bâtiments, résultant d'infiltrations de la nappe phréatique et de l'entrée directe des eaux de l'Arve par les collecteurs.
- Surcharge du réseau : Une partie des inondations est attribuée à la surcharge du réseau d'assainissement, provoquant le refoulement des eaux de l'Arve dans les écoulements privés.
- Antécédents de crues : Les crues antérieures de l'Arve en 2006, 2015 et 2021 avaient déjà révélé des faiblesses dans le réseau d'assainissement urbain.
- Améliorations précédentes : Des améliorations avaient été apportées aux ouvrages Vg21 et Vg44 en réponse aux crues antérieures.
- Nécessité de protection supplémentaire : L'épisode de 2023 souligne la nécessité de protéger d'autres ouvrages pour éviter des dommages futurs et les coûts associés.
- Déversement d'Eaux Usées (EU) : La crue a entraîné le déversement de 120'000 m³ d'eaux usées dans l'environnement, soulignant l'importance de minimiser ces déversements lors de crues similaires.
- Objectif global : L'objectif principal est d'empêcher l'introduction de sédiments dans les canalisations et de réduire au minimum les déversements d'eaux usées dans l'environnement naturel lors de crues similaires.

2 INTRODUCTION

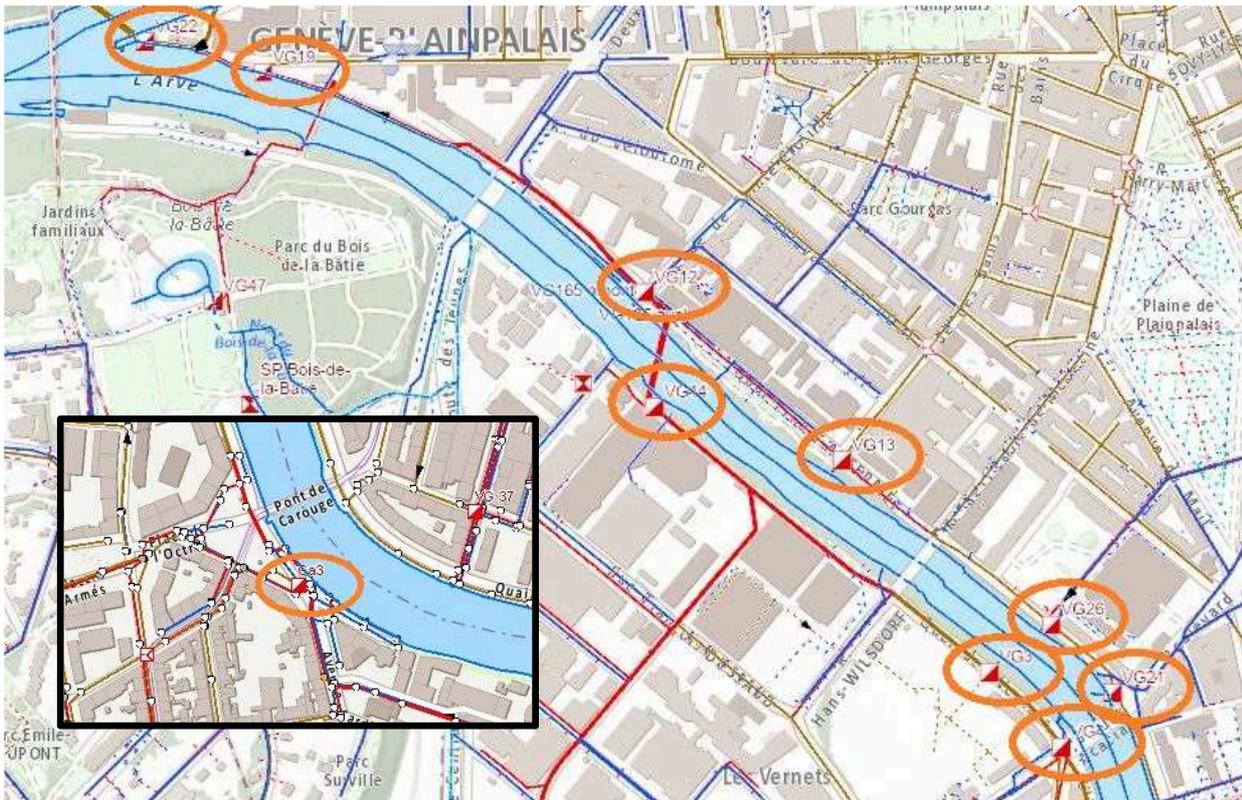
Durant la période du mardi 14 au mercredi 15 novembre 2023, une situation de fortes pluies s'est mise en place sur la région de la Haute-Savoie ainsi qu'un redoux en altitude entraînant la fonte du manteau neigeux. Ces deux phénomènes météorologiques ont généré une crue exceptionnelle de l'Arve qui a intéressé, entre autre, le tronçon suisse notamment de ce cours d'eau.

La station fédérale de mesure de débit "Bout du Monde", située à proximité aval du pont de Vessy (coordonnées X 501'220 – Y 115'120) et existante à cet endroit depuis 1935, illustre sur le graphique (*graphique n° 1*) ci-après la rareté d'un tel événement, caractérisé avec un degré de danger 5 émis par l'OFEV



Graphique n°1: aperçu Q Arve (source: www.gin.admin.ch)

Ce dernier n'est pas sans conséquence sur le réseau d'assainissement communal de la Ville de Genève à proximité immédiate du tronçon urbain de l'Arve. En effet, plusieurs ouvrages (voir *carte n° 1* ci-dessous) – nommés "trop-plein" ou "déversoir d'orage" – existent sur les branches principales (Vg22 et Vg44 sous gestion des SIG) ou celles latérales, juste avant que ces dernières ne rejoignent le collecteur principal longeant les berges de cette rivière.



Carte n° 1: ouvrages de délestage du réseau d'assainissement (source: SITG)

Il s'agit d'une série de 12 ouvrages, à savoir en descendant le cours d'eau les Vg4, Vg3 et Vg 44 en rive gauche et les Vg 21, Vg 26, Vg 13, Vg 12, Vg 19 et Vg 22. A noter encore la présence d'un déversoirs d'orage – le Ca3- en rive gauche sur la commune de Carouge.

Tous permettent de délester en direction de l'Arve les collecteurs en cas de surcharge de ceux-ci. Cependant, un niveau exceptionnellement haut de cette rivière permet – pour l'instant et bien que ce sens des flux ne soit pas recherché - aussi à cette dernière de rentrer en sens inverse dans le réseau d'assainissement suivant les cas de figure rencontrés (voir plus loin).

Outre de surcharger les collecteurs en eaux non polluées et de provoquer des inondations de sous-sols par refoulement dans certaines évacuations privées d'habitations, l'apport par l'Arve de quantités très importantes de limons conduit à encrasser les filtres des circuits d'eau industrielle de la STAP de St-Jean et certaines structures du processus d'épuration de la STEP d'Aïre. Cela amène à l'arrêt ponctuel des installations, avec comme conséquences une mise en charge additionnelle des collecteurs, des refoulements dans les sous-sols de bâtiments ainsi qu'à des déversements d'EU diluées dans le milieu naturel.

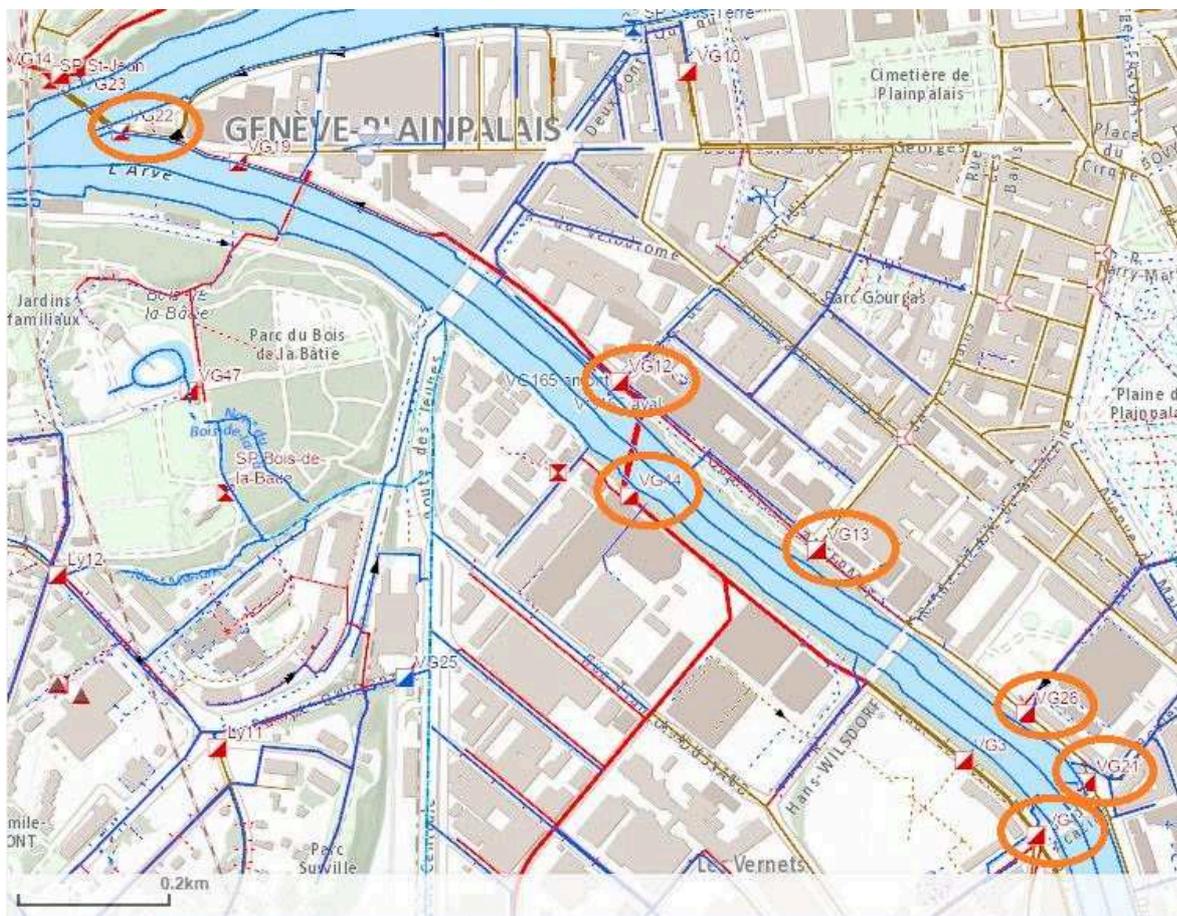
Il ne s'agit donc pas uniquement d'un aspect néfaste pour le réseau d'assainissement lui-même mais d'un phénomène à éviter pour limiter les risques de dysfonctionnement futurs du réseau d'assainissement et de ses ouvrages (trop-plein et déversoir d'orage).

3 VISITES DE TERRAIN LORS DES CRUES

3.1 Visite du 15 novembre 2023

Une première visite sur le terrain le mardi 15 mai 2023 (voir surlignage courbe **Carte n°2 ci-dessous**) entre 5h00 (GMT + 1) et 15h00 (GMT + 1) a permis de constater que l'Arve et ses eaux limoneuses pénétraient en 7 endroits différents lors du pic de crue survenu vers 8h00:

- sur la rive droite par les ouvrages Vg21, Vg26, Vg13, Vg12 et Vg22,
- sur la rive gauche par les ouvrages Vg4 et Vg44



Carte n°2: ouvrages impactés du réseau d'assainissement (source: SITG)

Les photos suivantes témoignent des engouffrements de l'Arve en ces différents points du réseau d'assainissement:



Trop-plein Vg12 le 15 nov. 2023 à 6h50



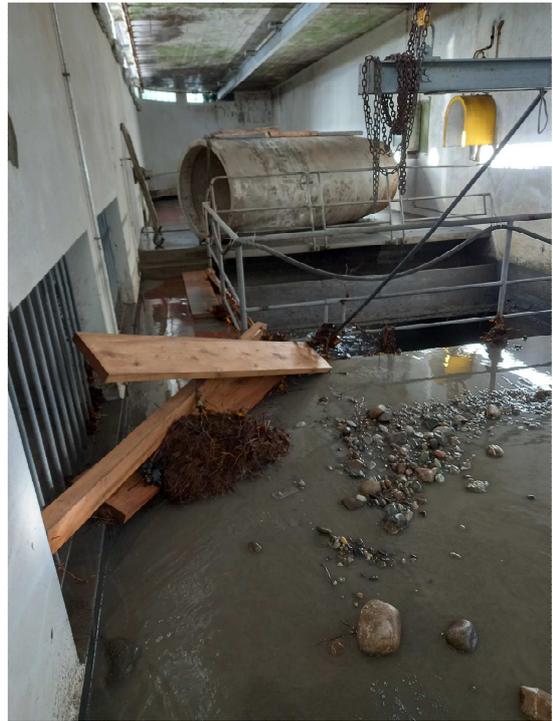
Trop-plein Vg13 le 15 nov. 2023 à 7h05



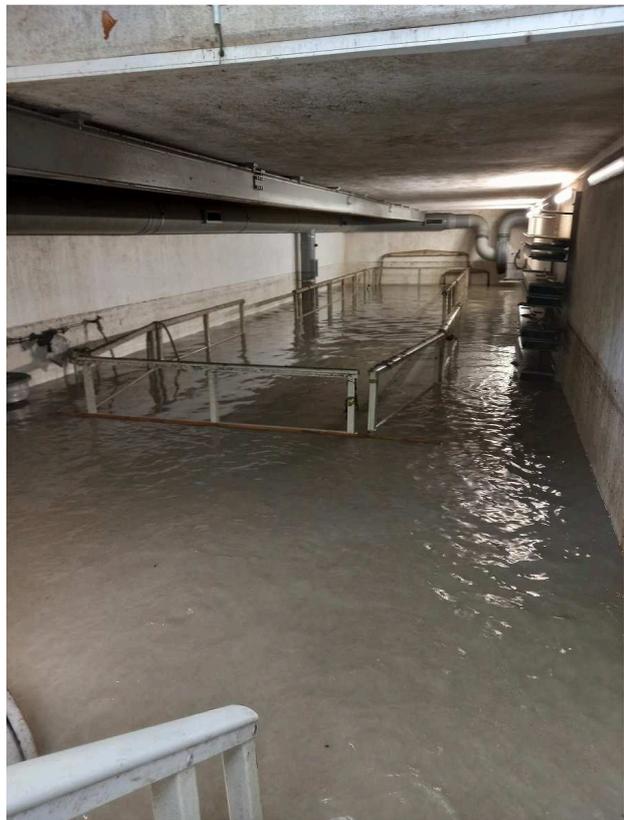
Trop-plein Vg26 le 15 nov. 2023 à 7h30 et



Vg21 le 15 nov. 2023 à 8h30



Trop-plein Vg22 le 15 nov. 2023 en matinée (extérieur) et à 13h30



Trop-plein Vg4 le 15 nov 2023 à 12h20

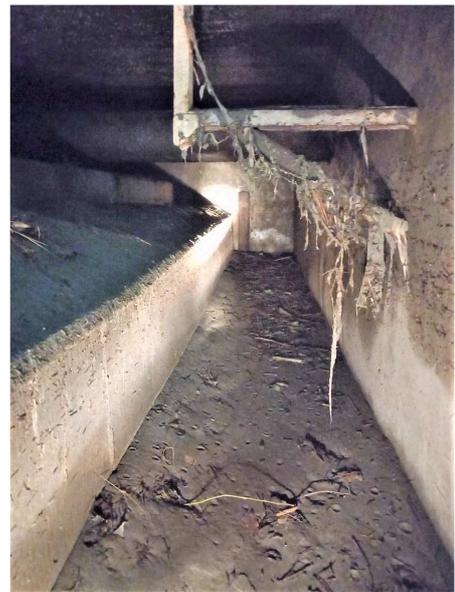
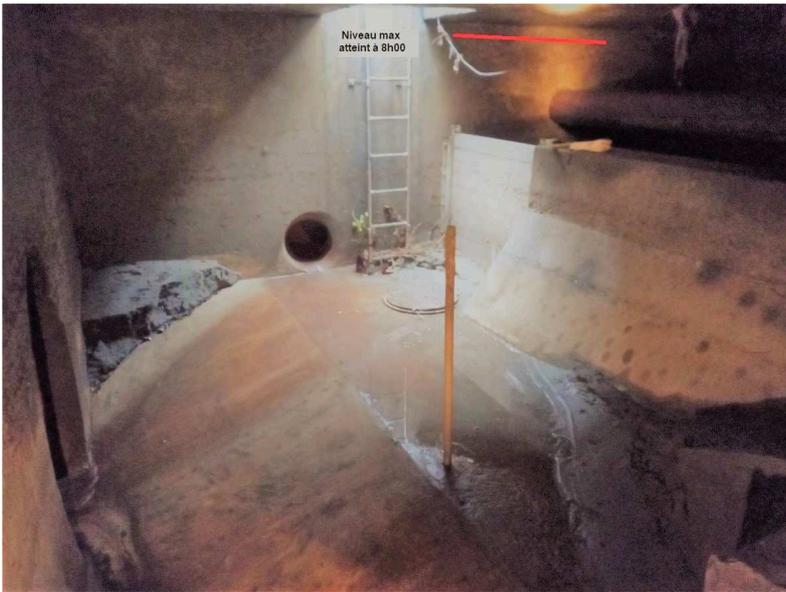
Trop-plein Vg44 le 15 nov à 13h00.

3.2 Visite du 21 novembre 2023

Une deuxième visite sur le terrain le mardi 21 novembre après-midi a permis de prendre la mesure des laissés de crue (dépôts de limon) déposés par l'Arve ainsi que des traces de niveaux maximaux atteints dans les mêmes ouvrages inspectés une semaine auparavant, comme en témoignent les photos suivantes:



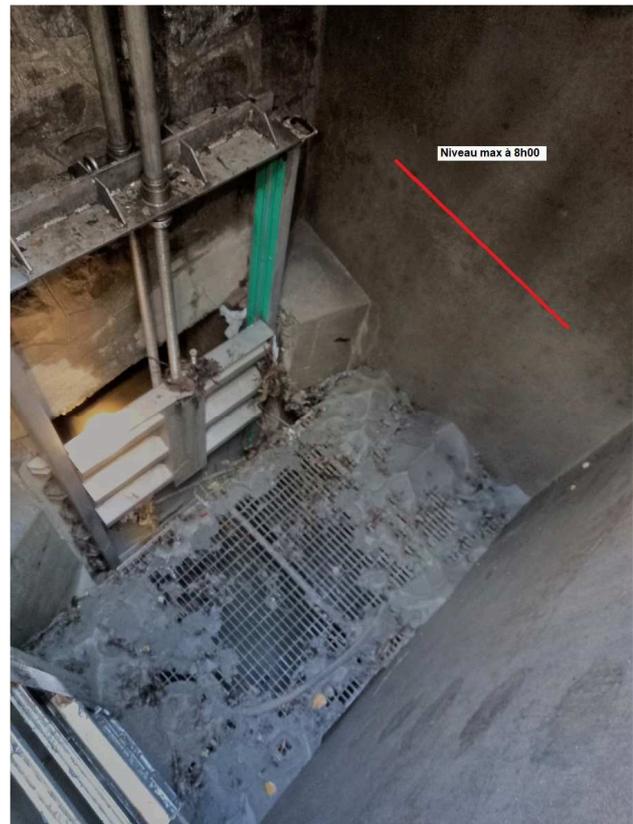
Trop-plein Vg12



Trop-plein Vg26



Trop-plein Vg13



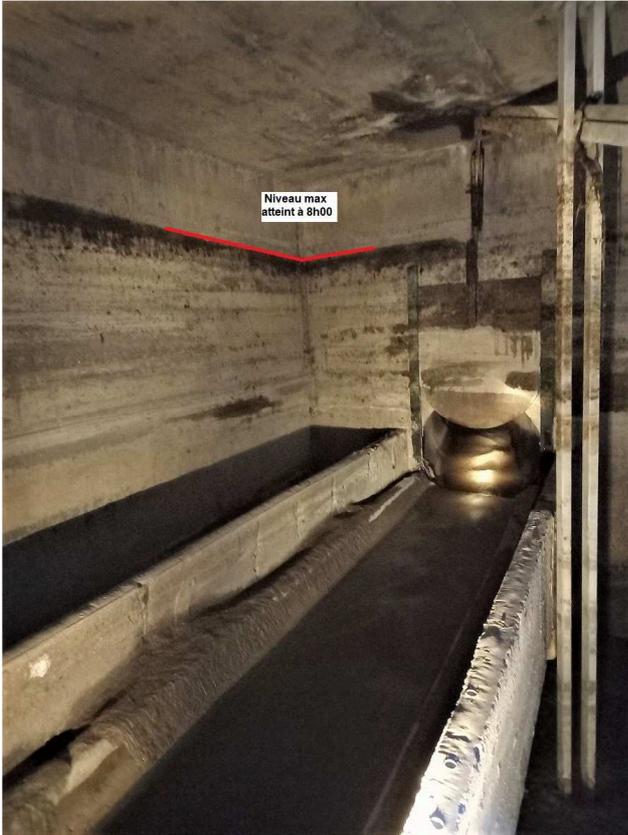
Trop-plein Vg21



Trop-plein Vg4

Lors de cette visite, il a été constaté que tant sur le déversoir d'orage Ca3 que sur le trop-plein Vg19, les dispositifs anti-intrusion des eaux de l'Arve ont bien fonctionné:

- le système installé sur le DO Ca3, composé d'une vanne couplée à un flotteur via une axe de rotation, a permis l'abaissement de cette vanne lorsque l'Arve est remontée dans le collecteur de surverse, l'empêchant ainsi de surcharger le réseau EU ;
- le clapet anti-retour sur le trop-plein Vg19 ainsi que le déflecteur extérieur judicieusement installé juste en amont ont exclu toute pénétration de l'Arve à cet endroit.



Trop-plein Ca3



Trop-plein Vg19 intérieur et extérieur

4 DONNEES LIMNIMETRIQUES

4.1 Niveau Arve Wilsdorf

Le niveau d'eau de l'Arve au droit du pont Hans-Wilsdorf est un point de référence pour déterminer l'impact de ce cours d'eau sur le réseau d'assainissement. En effet, la valeur de 372,15 msm est le seuil de sécurité à partir duquel le pilotage par SIG du barrage du Seujet doit moduler le débit aval du Rhône afin de limiter l'impact d'une crue de l'Arve tant par rapport au risque d'inondation du quartier de la Jonction que par rapport aux potentiels engouffrement dans le réseau d'assainissement. La cote de 372.25 msm est la valeur au-delà de laquelle les premiers engouffrements de l'Arve se produisent dans les collecteurs via les ouvrages de délestage des branches de réseau bordant cette rivière.

On notera que lors de cet épisode de crue exceptionnelle, la valeur non moins exceptionnelle de 373.7 msm a été atteinte, soit 1,45 m supérieur au niveau limite pour ne pas engouffrer.

Les niveaux d'eau maximaux (relevés de terrain) suivants ont été atteints dans les ouvrages mentionnés ci-après :

- Vg12 -- > max 372.15 msm (crête de déversement à 371.79 msm), tirant d'air restant de 45 cm;
- Vg13 -- > max 372.18 msm (crête de déversement à 372.02 msm), tirant d'air restant de 64 cm;
- V26 -- > max 373.35 msm (crête de déversement à 372.65 msm), tirant d'air restant de 17 cm;
- Vg21 -- > max 373.5 msm, engouffrement (certes limité, sommet vanne guillotine à 373.00 msm) par-dessus le sommet de la vanne fermée;
- Vg4 -- > max 373.36 msm (crête de déversement à 373.21 msm), tirant d'air restant de 109 cm;
- Vg44 -- > max 373.12 msm (plate-forme à 372.02 msm), engouffrement par trappe de sol.

4.2 Données sur certains ouvrages de délestage réseau assainissement

Deux sites de mesure de hauteur d'eau situés sur le réseau d'assainissement primaire existent au droit des ouvrages Vg22, Vg26. Ces instruments ayant fonctionné apparemment correctement durant l'événement qui fait l'objet de ce présent rapport, ils fournissent donc des informations essentielles sur les niveaux de charge des collecteurs avoisinants.

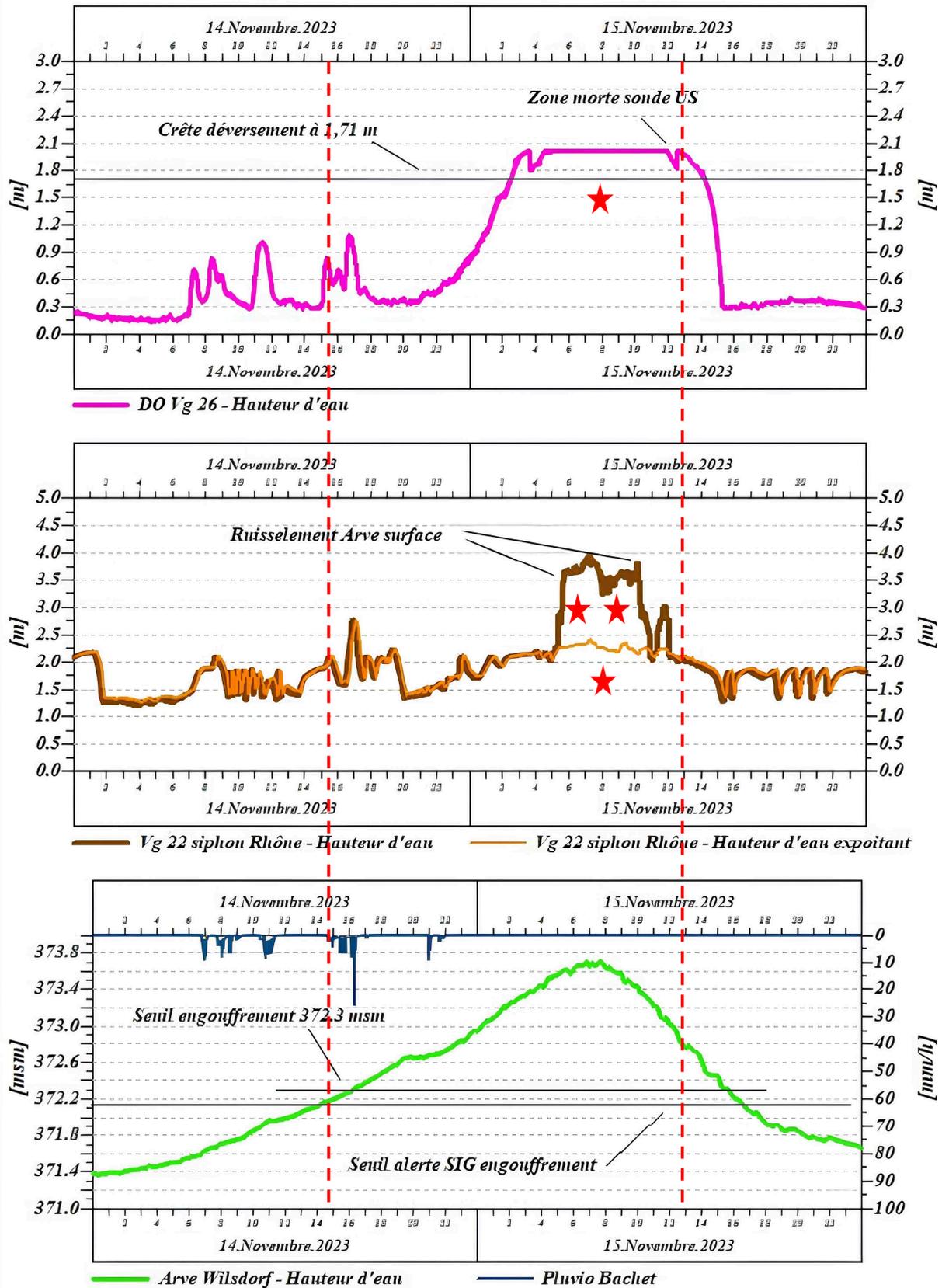
Le graphique suivant (**Graphique n° 2**) illustre ainsi l'évolution des niveaux d'eau, des introductions de l'Arve dans les collecteurs alors que les précipitations sur Genève étaient terminées en début de soirée du 14 novembre.

Sur ce graphe, sont mis en évidence notamment:

- le début des engouffrements dans le réseau d'assainissement grâce au suivi du niveau (dès 372.3 msm) de l'Arve au pont Wilsdorf de la fin de journée du 14 novembre (dès 18h00) jusqu'en milieu d'après-midi du 15 novembre (15h00) ;
- les effets de surcharge (★) par la crue de l'Arve sur le réseau d'assainissement (notamment les ouvrages Vg22 et Vg26) de la fin de journée du 14 novembre jusqu'en milieu d'après-midi du 15 novembre;
- l'impact du ruissellement de surface de l'Arve pénétrant par la porte coulissante désaxée de l'ouvrage Vg22 (★★), la sonde du bureau Hydrique – placée fortuitement juste au-dessus de cette arrivée externe – permet d'estimer cette intrusion de 5h00 à 12h00 le 15 novembre.

CRUE DE L'ARVE / 14 – 15 novembre 2023

Hauteurs d'eau instantanées ouvrages réseau secteur Arve



Graphique n°2 : hauteurs d'eau aux Vg 26 et 22 ainsi que niveau Arve Wilsdorf

4.3 Données entrée STEP Aïre

Le site de mesure en entrée de STEP d'Aïre est idéalement placé et exploitable pour la période de crue de l'Arve. Il fournit de précieuses informations sur plusieurs paramètres comme la hauteur d'eau, le débit, la concentration en matières en suspension (MES) et la température de l'eau

On notera le décalage temporel des différentes données sur les graphiques, s'expliquant par le temps de transit selon les distances entre les points de mesure considérés, d'environ 1 heure.

Le graphique n° 3 (ci-après) illustre ainsi l'évolution du niveau d'eau et du débit en entrée de la STEP d'Aïre par rapport à l'introduction de l'Arve dans les collecteurs, sachant que les précipitations sur Genève étaient terminées depuis avant le début de soirée du 14 novembre. Sur ce graphe, sont mis en évidence notamment:

- l'augmentation du niveau d'eau en entrée de STEP de 1h00 du matin jusqu'en fin de journée le 15 novembre qui reflète l'introduction des eaux de l'Arve dans le réseau et pompée par la STAP de St-Jean;
- l'évolution du débit d'entrée STEP jusqu'à environ 10 m³/s pendant plusieurs heures le 15 novembre et ce en absence de pluies.

Le graphique n° 4 illustre l'évolution de 2 paramètres physiques en entrée de la STEP d'Aïre par rapport à l'introduction de l'Arve dans les collecteurs et qui sont la température et la concentration en MES. Sur ce graphe, sont mis en évidence notamment:

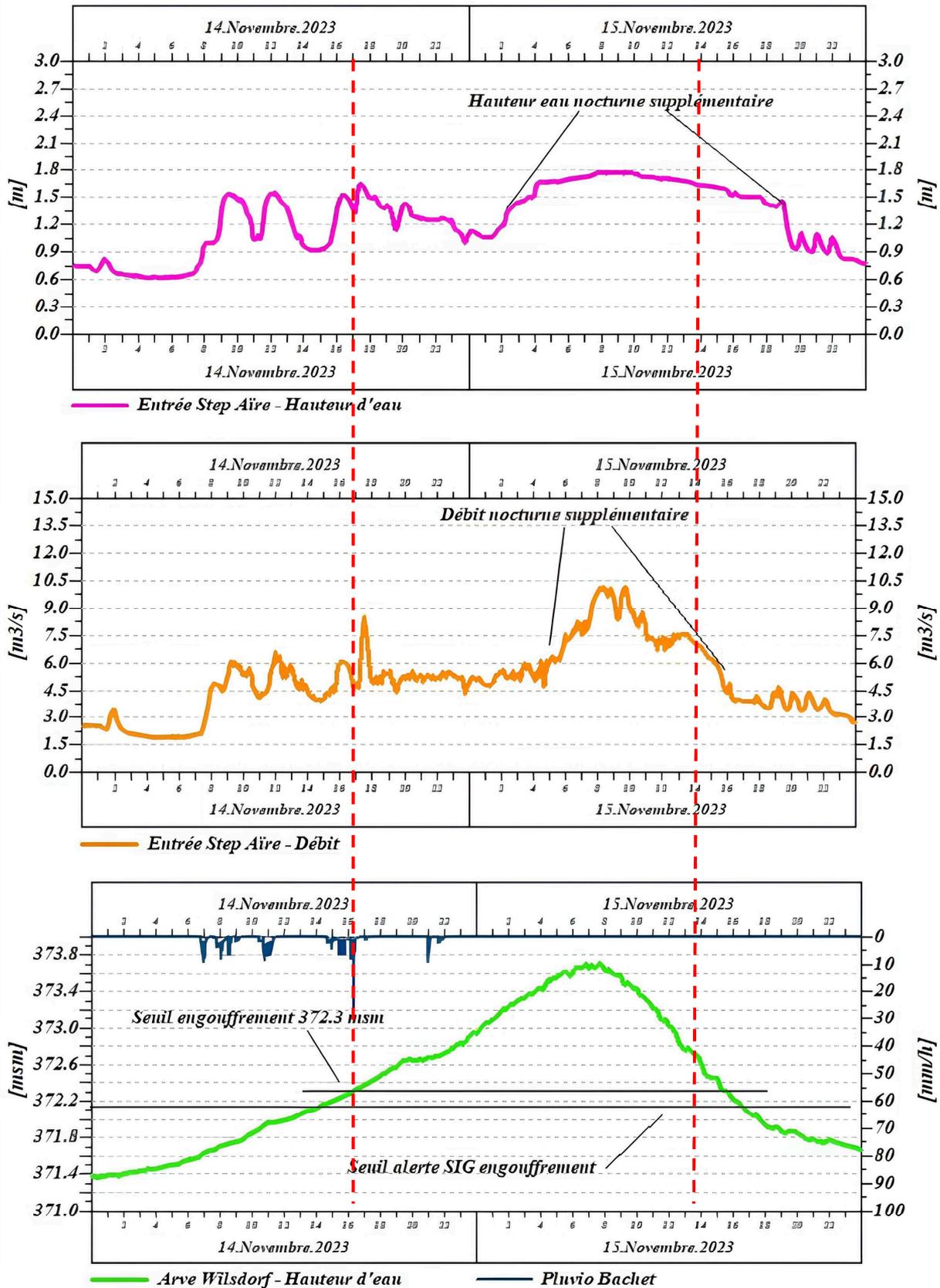
- la concentration décuplée des MES par rapport à une situation normale de la soirée du 14 novembre jusqu'en fin de journée le 15 novembre;
- la baisse jusqu'à 6 °C de la température des eaux brutes en entrée de stp d'Aïre de la fin de soirée du 14 novembre jusqu'en fin de journée le 15 novembre.

Le graphique n° 5 illustre l'évolution des débits conservés et déversés au fil de la filière de traitement des EU de la STEP d'Aïre. Sur ce graphe, sont mis en évidence notamment:

- les premières eaux usées ont été déversés au cours de la filière de traitement des EU, entre le prétraitement et le traitement primaire (Actiflo) des le 15 novembre à 0h00 jusqu'en début d'après-midi de ce même jour;
- dès 4 heure du matin le 15 novembre, la vanne d'entrée de la STEP a été fermée et toutes les EU arrivant à la STEP ont été déversées directement au Rhône sans aucun traitement, ce jusqu'en début d'après-midi;
- la réouverture de la vanne d'entre STEP d'Aïre s'est fait par pallier du début d'après-midi jusqu'à 19 heures (ouverture complète et fin des déversements).

CRUE DE L'ARVE / 14 – 15 novembre 2023

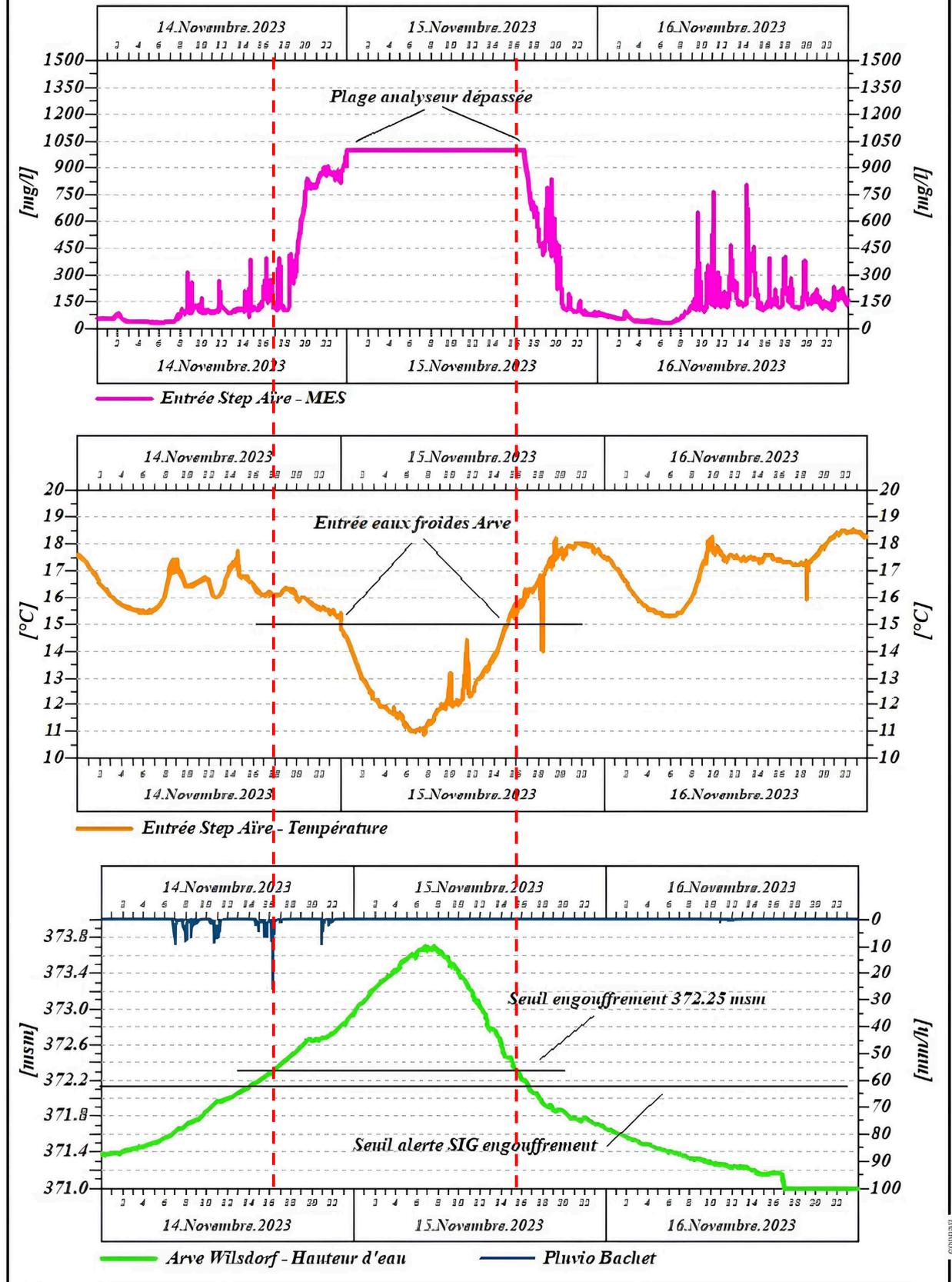
Hauteurs d'eau et débits instantanés entrée Step Aire



Graphique n°3 : hauteur d'eau et débit entrée STEP Aire ainsi que niveau Arve Wilsdorf

CRUE DE L'ARVE / 14 – 15 novembre 2023

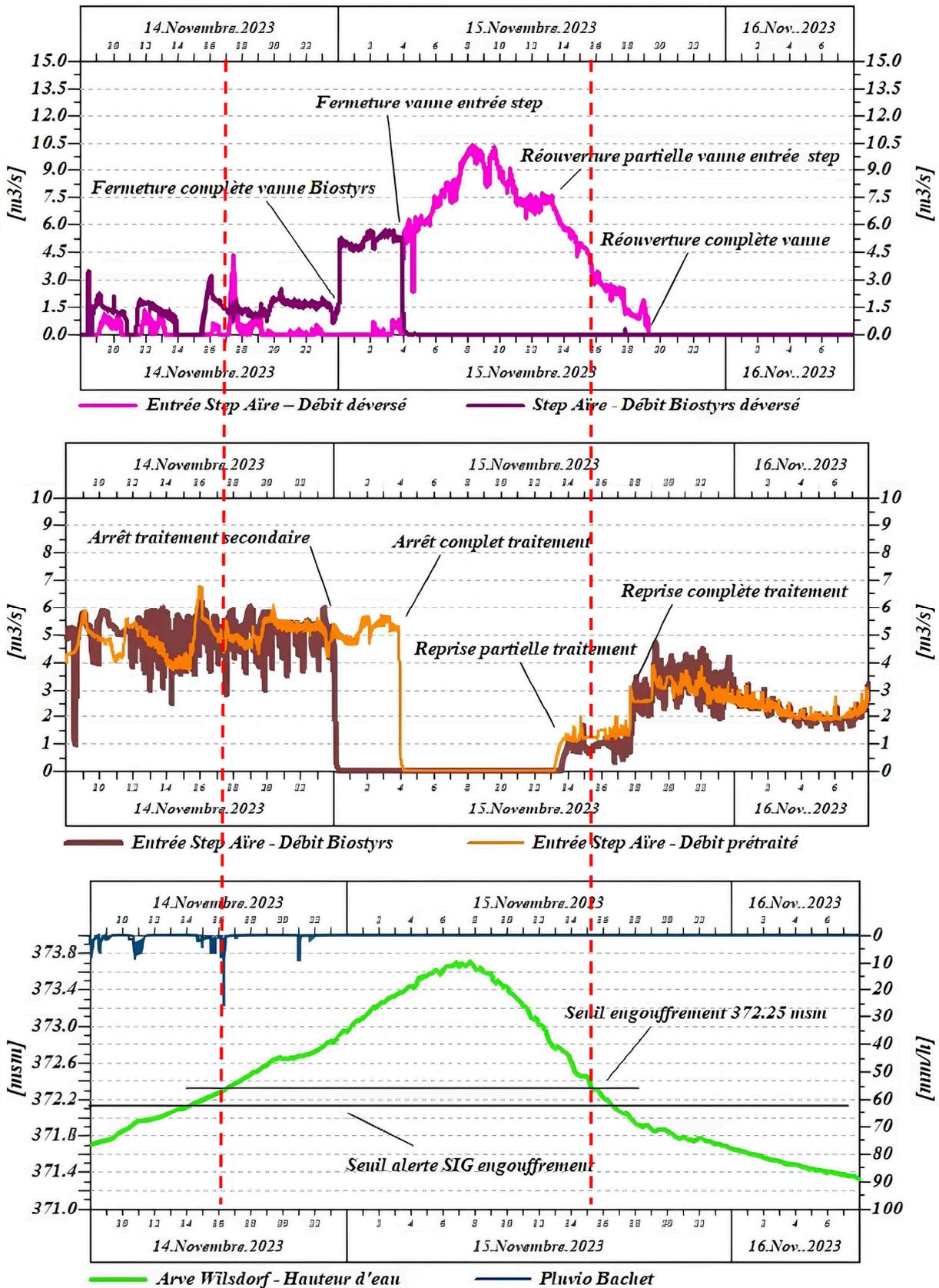
Paramètres physique instantanés entrée Step Aire



Graphique n°4 : MES et température entrée STEP Aire ainsi que niveau Arve Wilsdorf

CRUE DE L'ARVE / 14 – 15 novembre 2023

Débits instantanés déversés et conservés entrée Step Aire



Graphique n°5 : débits déversé intermédiaire STEP Aire ainsi que niveau Arve Wilsdorf

4.4 Bilan succinct EU brutes déversées

En terme de flux d'EU pouvant être impacté par un engouffrement des eaux limoneuses de l'Arve dans le réseau d'assainissement, il existe deux points névralgiques soit la STAP de St-Jean et la STEP d'Aïre.

La STAP de St-Jean n'a pas été entravée dans son bon fonctionnement grâce au fait que certaines pompes récemment remplacées ne dépendent plus d'un système de refroidissement par eau industrielle prélevée dans le Rhône. Par ailleurs, ce système de filtration n'a pas été touché par les eaux limoneuses de l'Arve ce qui a permis de maintenir en fonction la totalité de la rive gauche. Ce système avait été dégradé en mai 2015 par colmatage des filtres par les eaux limoneuses remontant dans le Rhône jusqu'aux prises d'eaux.

Ainsi, en novembre 2023, le processus de pompage s'est poursuivi normalement, évitant un arrêt de cette STAP et une mise en charge trop conséquente du réseau principal impacté par la crue de l'Arve. Cela a permis de ne pas aggraver les inondations de sous-sols de bâtiments par refoulement dans les collecteurs privés. Cela a aussi limité le rejet d'eaux usées sur le tronçon du Rhône entre la Jonction et la STEP d'Aïre alors que cela avait été le cas en mai 2015.

D'après les données de temps de pompage de la STAP de St-Jean, les 6 pompes équipant la fosse de relevage Rive Gauche étaient en fonction de 7h00 à 10h00 sans interruption alors qu'il n'y en a que deux en temps normal. Cette approche différente tend à démontrer aussi l'engouffrement très conséquent de l'Arve dans le réseau d'assainissement bordant cette dernière.

Selon une indication fournie par la Ville de Genève, le niveau d'eau dans le collecteur principal en rive droite de l'Arve n'aurait pas dépassé les 50 à 60 % de la hauteur totale disponible durant l'événement.

La STEP d'Aïre comporte une étape du traitement des EU très sensible en terme d'efficacité de traitement, à savoir les Biostyrs. Pour assurer un rendement d'épuration efficace, ces derniers ne supportent aucun colmatage par des limons, tels ceux qui peuvent s'introduire dans le réseau d'assainissement par l'engouffrement de l'Arve

La fermeture de cet ouvrage partielle dès 8h00 le 14 novembre (pour limiter le débit de pluie) et complète dès 0h00 le 15 novembre a permis de préserver sa fonctionnalité ultérieure. La contrepartie en fut un volume déversé d'eaux usées partiellement traitées de 146'500 m³ environ dont au minimum 73'500 m³ dû aux eaux engouffrées de l'Arve (à partir de 20h00, allant crescendo).

L'engouffrement de l'Arve dans le réseau d'assainissement de prolongeant et s'intensifiant, c'est la fermeture complète de la filière d'épuration de la STEP d'Aïre qui se produit dès 4h00 le 15 novembre toujours et durant 10 heures. La conséquence en est un volume de déversement supplémentaire d'eaux usées brutes de 335'000 m³ environ.

La réouverture du circuit d'épuration des EU se fait dès 14h00 jusqu'à 18h00 le 15 novembre par paliers progressifs, la situation redevenant normale dès 18h00.

Le volume total d'EU non traitées ou partiellement traitées et déversées au Rhône est donc de 408'500 m³ environ pendant un laps de temps de 18 heures environ.

Durant la phase la plus critique pour la STEP d'Aïre, soit de 0h00 à 14h00 le 15 novembre, le volume total déversé fut de 352'300 m³. Pour ce volume total et en regard d'une période semblable de temps sec (soit 14 heures), la part provenant de l'Arve entrée dans le réseau d'assainissement représente environ 231'900 m³, soit 66 % du volume total transité dans les collecteurs pendant cette période de pointe de crue. In fine, la part estimée d'eaux usées déversées (eaux usées pures + eaux claires parasites) est donc approximativement de **120'400** m³.

Le pic de déversement en entrée de la STEP d'Aïre s'est produit entre 8h00 et 9h00 le 15 novembre 2023. Le volume déversé pendant cette heure cruciale fut de 35'600 m³ alors que le même volume en temps normal et par temps sec le 16 novembre est de 9'500 m³. Considérant le temps de transit du secteur d'engouffrement dans le réseau jusqu'à la STEP d'Aïre, le volume de l'Arve engouffré dans le réseau durant l'heure précédente est donc de 26'100 m³.

Les eaux engouffrées de l'Arve représentent donc 73 % du volume global déversé pendant cette heure cruciale.

5 PROPOSITIONS D'AMELIORATION

Si certains ouvrages ne posent plus de soucis quant à des introductions d'eau de l'Arve lorsque celle-ci est en crue (comme le Vg19 fonctionnel mais étanche depuis l'extérieur ou les Vg20 – supprimé – et Vg2 – mis hors service), d'autres posent problème.

Les éléments ci-après sont suggérés pour les ouvrages suivants:

- trop-plein Vg22 (**Illustration n° 1**) : un déflecteur placé juste en amont du 1^{er} clapet anti-retour permettrait d'éviter à tout déchet véhiculé par l'Arve de se prendre dans la structure de surverse lors de déversement du réseau vers le cours d'eau alors que ce dernier est en crue, en déviant les flottants du bord de l'ouvrage (voir photo ci-après);



Illustration n° 1 : exemple type du trop-plein Vg19

- trop-plein Vg21: la vanne (manoeuvrable manuellement seulement) positionnée sur le collecteur de surverse devrait être réhaussée afin d'exclure toute introduction d'eaux de l'Arve dans le réseau d'assainissement à cet endroit lors de crues de cette dernière;
- trop-pleins Vg4, Vg12, Vg13, Vg26 (**Illustration n° 2**): des clapets anti-retour positionnés de chaque côté en lieu et place des poutres en bois (faisant office de lame déversante) d'une hauteur au moins équivalente au muret (voir si ce dernier serait à rehausser aussi) soutenant la vanne d'admission dans le collecteur principal permettraient à la fois un délestage plus précoce si nécessaire du collecteur secondaire EM et une suppression certaine de toute intrusion de l'Arve dans le réseau d'assainissement;

Des projets d'adaptation de ces ouvrages de la Ville de Genève sont prévus et listés dans l'annexe V du rapport "Crue de l'Arve – Novembre 2023 – Analyse, bilan et perspectives".



Illustration n° 2: aspect positionnement clapet anti-retour

- trop-plein Vg44 (**Illustration n° 3**): le tronçon de batardeaux, contigu aux clapets anti-retour, pourrait être rendu étanche en modifiant le dernier élément supérieur afin qu'il obture le passage entre le collecteur de rejet dans l'Arve et le plancher (ci-après en rouge); le trapon d'entretien sur la plate-forme de visite devant par ailleurs être verrouillé pour empêcher toute intrusion d'eaux limoneuses;

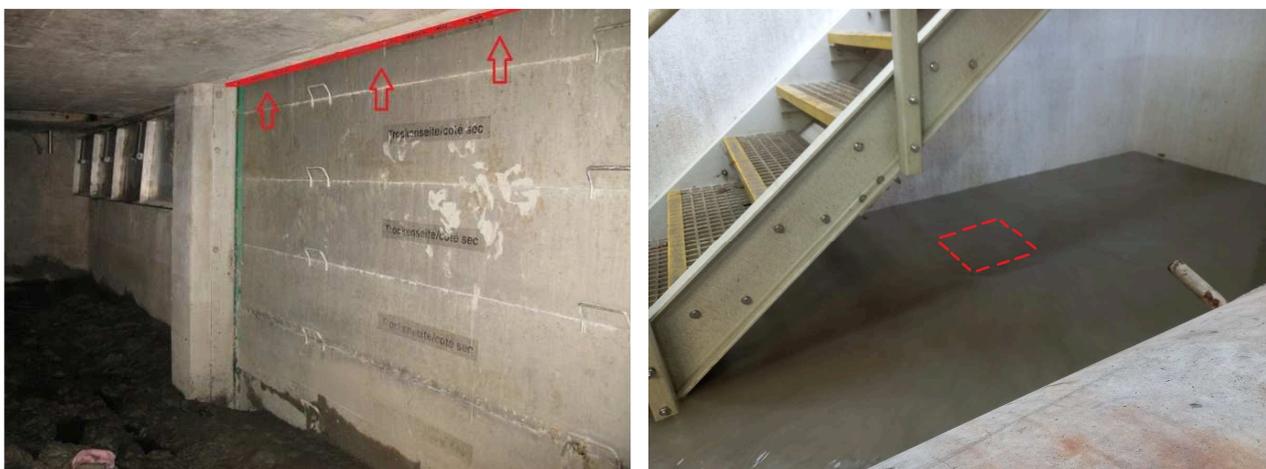


Illustration n° 3: batardeau supérieur à rendre étanche et trapon de surface à verrouiller

6 SYNTHÈSE

Une crue hors norme jamais mesurée ces 90 dernières années s'est produite les 14 – 15 novembre 2023. La valeur de pointe mesurée alors fut de plus de 1000 [m³/s] en début de matinée du mercredi 15.

Si une partie des inondations dans les sous-sols de bâtiments ont eu comme origine des infiltrations de nappe phréatique "chargée" par la crue de l'Arve (cas de l'abri PC de l'Avenue de Ste-Clotilde) ou des entrées directes des eaux de l'Arve par les collecteurs EC (cas du parking de la Coop Jonction ou du 1^{er} sous-sol de Science II au Quai Ernest-Ansermet), une autre partie provient assurément de la surcharge du réseau EU par l'intrusion des eaux de l'Arve, générant un refoulement dans les écoulements privés EU (cas récurrent parmi d'autres de l'Avenue de Ste-Clotilde 20-22).

En avril 2006, en mai 2015 puis en juillet 2021, les crues d'alors de l'Arve avaient déjà permis d'identifier les principales faiblesses du réseau d'assainissement le long du tronçon urbain de l'Arve. Des améliorations avaient été apportées sur les ouvrages Vg21 et Vg44. L'épisode de novembre 2023 démontre qu'il reste encore certains ouvrages à protéger afin de pallier tout dégât (et ses coûts résultants) qui pourrait survenir à l'avenir via de réseau d'assainissement EU. Le but ultime est bien d'éviter les apports en sédiments dans les canalisations et de limiter au maximum les déversements d'eaux usées dans le milieu naturel lors de tels événements hydrologiques.

7 REMERCIEMENTS

L'Office Cantonal de l'Eau remercie sincèrement Monsieur Adrien BAER de l'Unité Eaux Usées Exploitation des SIG pour la mise à disposition des différentes données numériques des sites de mesure de la STEP d'Aïre et du trop-plein Vg22.

L'Office Cantonal de l'Eau remercie également sincèrement Monsieur Julio de BLAS du service de l'AGCM de la Ville de Genève pour la mise à disposition des différentes données numériques du site de mesure de l'ouvrage Vg26.

