



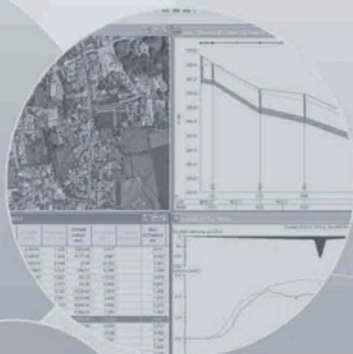
SCERCL

Département de la Savoie
Commune d'Aussois



Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable et zonage

Rapport de Phase 3 - Modélisation hydraulique



Dossier
A-25-01/CJ
Mai 2023 / V1



Suivi de l'étude

Numéro de dossier :

A-25-01/CJ

Maître d'ouvrage :

Commune d'Aussois

Assistant au Maître d'ouvrage :

-

Mission :

Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable et zonage

Avancement :

Phase 1 : Etat des lieux préliminaire

Phase 2 : Etat des lieux complémentaire

Phase 3 : Faisabilité des solutions envisageables - analyse comparative

Phase 4 : Etude des solutions retenues - schéma directeur - zonage

Date de réunion de présentation du présent document :

07/09/2023

Suivi du document :

Version	Date	Modifications	Rédacteur	Relecteur
V1	04/2023	Document initial	CJ	KW

Contact :

SCERCL
240 chemin des Vernes
73200 ALBERTVILLE
Tel : 04 79 31 06 66
E-mail : scercl@scercl.fr

SCERCL est une filiale de Réalités Environnement.

Sommaire

I. Objectifs de la modélisation	6
II. Logiciel RESODO.....	7
III. Construction du modèle	8
III.1. Rappel : fonctionnement du réseau.....	8
III.2. Caractéristiques physiques.....	12
IV. Calage du Modèle	23
IV.1. Données.....	23
IV.2. Résultats du calage.....	24
V. Situation actuelle : Fonctionnement en période de consommation moyenne	27
V.1. Marnage des réservoirs.....	27
V.2. Analyse des vitesses	27
V.3. Analyse des pressions.....	32
V.4. Contrôle des temps de séjour	37
V.5. Analyse de la défense incendie	39
VI. Situation actuelle : Fonctionnement en période de pointe de consommation	41
VI.1. Avec un débit des sources de 26.6 L/s soit un débit disponible de 26.0 L/s.....	41
VI.2. Situation critique : avec le débit d'étiage sévère de 19 L/s	57
VII. Situation future : Fonctionnement en pointe de consommation	59
VII.1. Situation moyenne : avec un débit des sources de 26,6 L/s (débit interannuel minimum de 1996 à 2013)	59
VII.2. Situation critique : avec le débit d'étiage sévère des sources de 19 L/s.....	67
VIII. Propositions d'aménagements	69
VIII.1. Aménagement pour l'augmentation de réserve de consommation et incendie.....	69
VIII.2. Aménagements pour la mise en conformité de Défense Extérieure Contre l'Incendie depuis le réseau AEP	71
VIII.3. Aménagements pour résoudre les problèmes de fortes pressions	74
Annexes	86

Annexe 3-1 : Résultats des campagnes de mesures d'août 2021

Avant-propos

La commune d'**Aussois** doit aujourd'hui faire face à plusieurs difficultés d'exploitation et de gestion de son service de l'eau potable.

Afin de s'assurer que ce service public est rendu dans des conditions techniques et réglementaires satisfaisantes à court, moyen et long termes, la collectivité souhaite engager l'étude d'un « **Schéma Directeur de l'Alimentation en Eau Potable accompagné d'un zonage** ».

Véritable outil de gestion et de programmation pluriannuelle, le Schéma Directeur doit notamment permettre d'identifier les éventuels dysfonctionnements et insuffisances, puis de proposer des solutions d'amélioration concrètes et détaillées afin de disposer d'un système d'alimentation en eau potable cohérent et pérenne à l'échelle du territoire communal. La Collectivité souhaite disposer d'un « document outil » indispensable en amont à la réalisation de travaux structurants et au développement de l'urbanisation en cohérence avec les documents d'urbanisme existants ou projetés.

En fournissant un document d'aide à la décision, ce travail doit permettre à la Commune d'Aussois de satisfaire les objectifs suivants :

- Améliorer la connaissance des infrastructures, de l'état et du fonctionnement de l'ensemble du système d'alimentation en eau potable existant (production, adduction, distribution) ;
- Recenser et mettre en évidence les problèmes existants et émergents, tant règlementaires que techniques, tant quantitatifs que qualitatifs, tant au niveau des ressources en eau qu'au niveau du système d'alimentation en eau potable ou du service : dysfonctionnements, limites et points à risque ;
- Appréhender les besoins en alimentation en eau potable et les comparer aux ressources disponibles à court, moyen et long termes ;
- Proposer à la collectivité des solutions techniques appropriées et viables afin de remédier aux faiblesses et insuffisances de l'existant ainsi que d'optimiser le fonctionnement et la gestion du système d'alimentation en eau potable en situations actuelle et future ;
- Permettre au maître d'ouvrage de faire des choix justifiés quant aux orientations futures de la gestion de l'alimentation en eau ;
- Proposer à la collectivité une stratégie de renouvellement de son patrimoine réseaux.

L'objectif final étant de garantir aux populations futures une alimentation en eau potable tant en quantité qu'en qualité au travers de solutions techniques probantes et également d'optimiser la gestion des réseaux pour atteindre les objectifs de performance réglementaires.

La Commune d'Aussois a chargé le bureau d'études S.C.E.R.C.L. - 73200 ALBERTVILLE - de la réalisation de son Schéma Directeur d'Alimentation en Eau qui portera sur l'ensemble du territoire communal urbanisé et urbanisable.

Le présent rapport constitue le rapport de phase 3 « Modélisation hydraulique des réseaux ».

Cette étude est réalisée avec les aides financières de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse et du Conseil Départemental de la Savoie.

I. Objectifs de la modélisation

La modélisation mathématique du réseau est réalisée à l'aide du logiciel informatique RESODO, logiciel utilisant le moteur de calcul EPANET.

La modélisation des réseaux d'eau potable permet de simuler le fonctionnement hydraulique et qualitatif des réseaux sous pression au cours d'un cycle complet de consommation, elle tient compte des paramètres suivants :

- La géométrie et de la nature de la canalisation ;
- Le marnage des réservoirs ;
- Le mode d'asservissement des ouvrages employés par l'exploitant (fonctionnement des pompes, achat d'eau) ;
- La consommation des abonnés.

La modélisation permet de mesurer les données suivantes :

- La pression en tous points du réseau ;
- La vitesse et le débit dans chaque canalisation ;
- Le temps de séjour aux nœuds et dans les canalisations.

Elle permet d'établir un diagnostic précis du réseau en situation actuelle / période normale et en période de pointe / période touristique afin d'appréhender les faiblesses et les défaillances du réseau qui n'auraient pas été mises en évidence in-situ :

- Dimensionnement inadapté des canalisations en termes de vitesse et de pression ;
- Adéquation des besoins et des ressources ;
- Modification des asservissements (déclenchement des pompes, marnage des réservoirs) et visualisation des impacts sur le système de distribution ;
- Evaluation de la capacité des ouvrages de stockage et du temps de séjour dans les réservoirs par rapport aux besoins ;
- Mise en évidence d'un temps de séjour excessif dans les canalisations pouvant induire une stagnation de l'eau dans certaines zones favorisant la corrosion des conduites et le développement bactérien.

Elle permet également de :

- Tester l'adéquation des aménagements possibles pour pallier les anomalies rencontrées sur site ou mises en évidence lors de la modélisation ;
- Etudier la faisabilité et l'impact des divers projets de développement d'urbanisme ou autre envisageables / envisagés sur la commune et proposer des solutions pour remédier aux éventuels dysfonctionnements engendrés.

Les scénarii de fonctionnement futurs s'attacheront essentiellement à permettre la distribution d'eau de qualité et en quantité suffisante tout en respectant les exigences en matière de Défense Extérieure Contre l'Incendie.

II. Logiciel RESODO

Le logiciel utilisé pour cette modélisation est le logiciel RESODO.

RESODO est un logiciel de calcul des réseaux d'eau potable.

RESODO est une interface :

- d'introduction des données,
- de calculs hydrauliques, de la qualité de l'eau, des fuites, des pressions résiduelles et d'incendie.
Pour effectuer ces calculs hydrauliques et de qualité de l'eau, RESODO utilise le moteur de calcul EPANET. EPANET est un logiciel de calculs de réseaux d'eau potable développé par l'Environmental Protection Agency des Etats Unis.
- et de visualisation des résultats correspondants,

pour les réseaux d'eau potable sous pression : stockages, distributions, etc ...

Les calculs hydrauliques sont à la base de toute modélisation mathématique des réseaux d'eau potable. En fonction des données principales (topologie et consommations), le logiciel calcule principalement les débits dans les conduites et les charges piézométriques aux nœuds.

A partir de ces résultats on peut déduire d'autres résultats (pression aux nœuds, vitesse et pertes de charges dans les conduites, etc ...)

III. Construction du modèle

Le modèle a été construit à partir des informations fournies par la Collectivité. Les informations de base nécessaires à la construction du modèle sont de deux types :

- Les caractéristiques physiques du réseau : données SIG, fichier informatique des plans des réseaux ;
- Les données hydrauliques : débits disponibles aux niveaux des ressources, consommations d'abonnés et relevés des compteurs, mesures de pressions statiques en différents points des réseaux, suivi du marnage des réservoirs, résultats des tests débit/pression des poteaux d'incendie.

Le logiciel calcule :

- Le débit dans chaque tronçon de canalisation ;
- La pression dans chaque nœud des réseaux ;
- Le niveau de l'eau dans les réservoirs ;
- Les temps de séjour ;
- La concentration en substances chimiques au sein du réseau.

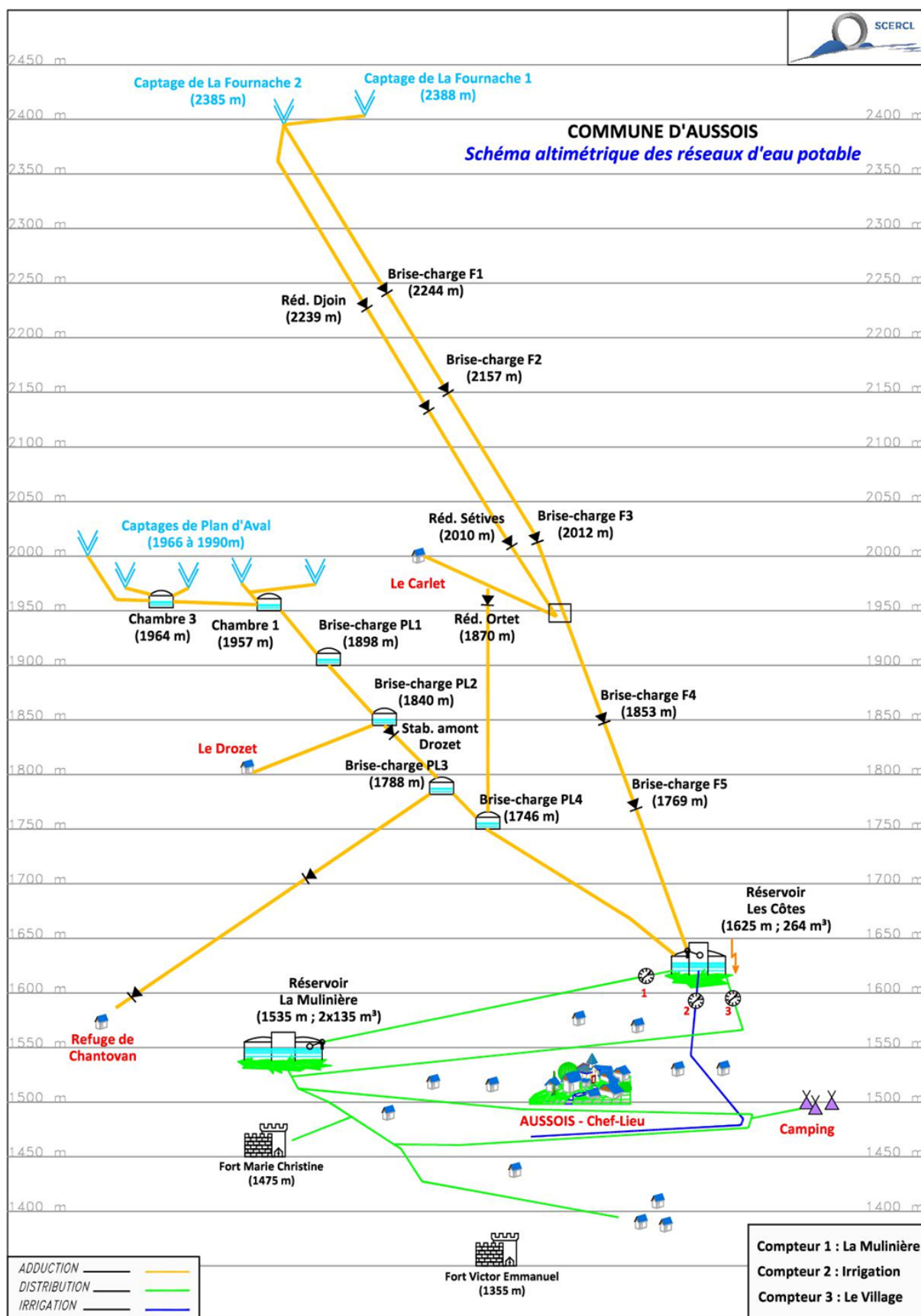
Il est important de préciser qu'une vérification et un « nettoyage » du modèle ont été faits avant de pouvoir le faire fonctionner correctement. En particulier, des erreurs de connexion au niveau de plusieurs nœuds ont dû être opérés individuellement parmi les 575 nœuds des réseaux au total.

Une attention particulière devra être portée dans la topologie du Système d'Information Géographique : chaque nœud devra impérativement être raccordé à un tronçon et les tronçons ne devront pas être systématiquement coupés entre chaque élément car la multiplication des nœuds alourdit le fichier de modélisation et peut être source d'erreurs.

III.1. Rappel : fonctionnement du réseau

III.1.1. Schéma altimétrique

(voir page suivante)



III.1.2. Organisation générale

L'alimentation en eau potable d'Aussois ne comprend qu'un seul réseau maillé alimenté par deux ensembles de ressources gravitaires. Quelques refuges et chalets d'alpage sont alimentés directement par l'adduction (nous rappelons que seule la distribution sera modélisée ici). Les réservoirs sont au nombre de deux en cascade. Le réseau de distribution compte environ 15 km de canalisations.

➔ Ressources en eau potable

Les ressources en eau potable d'Aussois sont des captages gravitaires. Les eaux sourdent sur deux secteurs distincts en rive gauche et en rive droite du barrage de Plan d'Aval :

- En rive droite, les **captages de Plan d'Aval** :

Aménagés dans les années 1950, le groupe de captages de Plan d'Aval était composé initialement de 4 captages coiffant les points d'écoulements. En 2009, le complexe captant a été entièrement réhabilité avec les modifications suivantes : le captage 4 et la chambre 2 ont été supprimés et regroupés dans la nouvelle chambre 2 (ancien captage 3).

Aujourd'hui le groupe de captages est constitué de 4 systèmes drainants. Les drains 4, 3 et 2 sont réunis dans la chambre 2. La chambre 1 rassemble le drain 1 et le mélange des eaux provenant de la chambre 2. Le drain 4 présentant régulièrement des problèmes de qualité bactériologique est déconnecté des réseaux d'adduction, la bonde du bac de réception dans la chambre 2 est retirée en permanence.

Le mélange des eaux des captages est dirigé vers le réservoir des Cotes. La conduite d'adduction dessert au passage de nombreux chalets d'alpage.

Le groupe de captages bénéficie d'un Arrêté Préfectoral de DUP du 15/06/1995. Le périmètre de protection immédiat est matérialisé par une clôture amovible installée de mai à novembre.

- En rive gauche, les **captages de la Fournache 1 et 2** :

Historiquement le 1^{er} ouvrage (**Fournache 1**, le plus en amont) a été aménagé à la fin des années 1970. La chambre enterrée collecte les eaux de 3 drains s'étendant à l'amont de la gare de départ du télésiège actuel.

Les eaux sont ensuite dirigées, pour partie, dans un second ouvrage (**Fournache 2**, le plus en aval) et l'autre partie vers le réseau dit « irrigation » aménagé à la fin des années 1990. Ce réseau récent dessert des chalets et des points d'eau agricoles (abreuvoirs et bornes d'irrigation).

Le captage de la Fournache 2 rassemble les eaux d'un drain local et une partie de celles du captage n°1. Le mélange est dirigé vers le réservoir des Cotes par la conduite historique, dont les brisecourants ont été remplacés en 2009 par des chambres de régulation de pression.

Le périmètre de protection immédiate défini par l'Arrêté Préfectoral de DUP du 15/06/1995 est matérialisé par une clôture amovible installée de mai à novembre.

➤ Ouvrages de stockages / réservoirs

- Le **réservoir des Cotes** est le réservoir principal d'Aussois. Implanté à 1625 m d'altitude au-dessus du village, il présente une capacité de stockage de 264 m³. La chambre des vannes présente trois départs de distribution, chacun équipé d'un compteur général :
 - Départ 1 : alimentation du réseau du village et remplissage du réservoir de la Mulinière ;
 - Départ 2 : alimentation du réseau dit « irrigation » ; il dessert les bornes d'aspersion des terrains agricoles et des potagers au niveau du chef-lieu ; ce réseau est maillé au réseau principal au niveau de la zone d'activités ;
 - Départ 3 : alimentation du réseau du village ; il dessert les abonnés au réseau de distribution jusqu'au camping et aux forts de l'Esseillon.

L'implantation des départs des conduites de distribution matérialise un ordre de priorité dans les dessertes : priorité 1 = le village, priorité 2 = Mulinière et irrigation.

Les niveaux d'eau dans la cuve et les volumes distribués sont surveillés et collectés par la télésurveillance en place et rapatriés sur le poste central à la mairie d'Aussois.

Avant leur mise en distribution, les eaux ne subissent aucun traitement.

Important : Avant fin août 2020, la conduite de distribution « Mulinière » desservait une importante partie du réseau de distribution du village, les eaux transitaient par la chambre de vannes du réservoir de la Mulinière. La conduite équipée du compteur 1 (Mulinière) desservait une partie du village dans les mêmes proportions que l'antenne équipée du compteur 3 (Village). Cela permettait de répartir les volumes d'eau disponibles sur les différents secteurs du village. Le réducteur installé dans la chambre des vannes sur le by-pass de la cuve et celui disposé dans un regard à proximité du technicentre étaient « calés » pour être à l'équilibre et ne pas favoriser l'une ou l'autre des antennes de distribution. La cuve du réservoir de la Mulinière n'était sollicitée qu'en cas de demande importante.

A partir de fin août 2020, des interventions sur les réducteurs et en particulier celui du Technicentre ont modifié le fonctionnement des réseaux. Lors des visites en mai 2022, le réducteur 1.4 proche du Technicentre était ouvert (pression amont = pression aval) et ne jouait plus son rôle de régulateur de pression. Depuis l'automne 2020, l'antenne de distribution « village » est majoritairement sollicitée et les volumes enregistrés au compteur 1 Mulinière ne correspondent plus qu'au remplissage du réservoir.

III.2. Caractéristiques physiques

Modéliser un réseau d'eau potable consiste à reproduire le réseau d'alimentation dans un modèle informatique en intégrant l'ensemble des caractéristiques physiques du système :

Éléments	Correspondance	Caractéristiques
Tronçon	Conduites, pompes, vannes, réduction de pression...	Longueur, diamètre, rugosité, singularités
Nœud	Réservoir, maillage, point significatif, ressource...	Cote altimétrique, consommation, caractéristiques

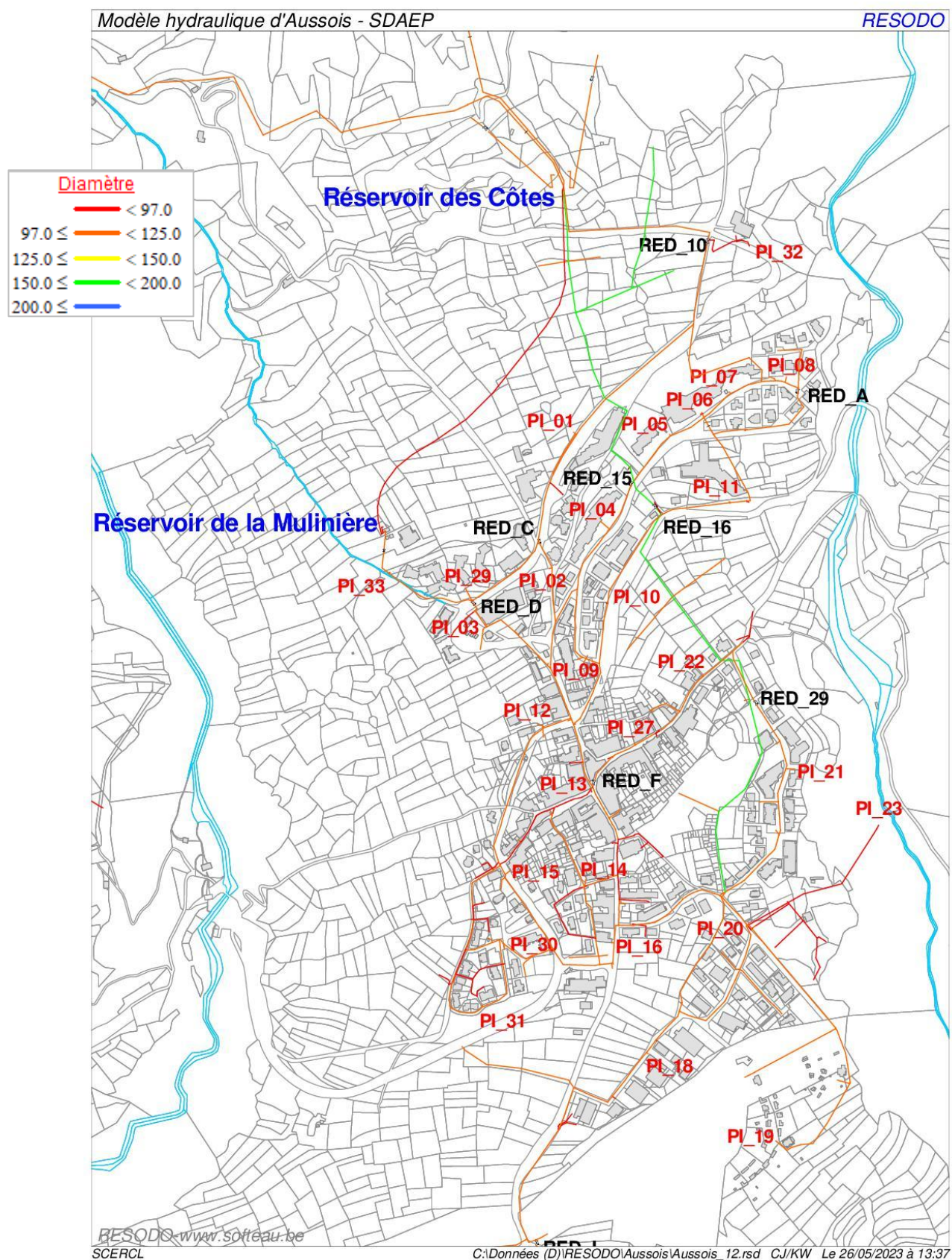
Le modèle est établi en deux dimensions. L'altitude est renseignée pour chaque nœud, ce qui permet de recréer le relief de la zone d'étude. Ces données altimétriques sont importées depuis un modèle numérique de terrain (MNT) disponible sur la zone d'étude.

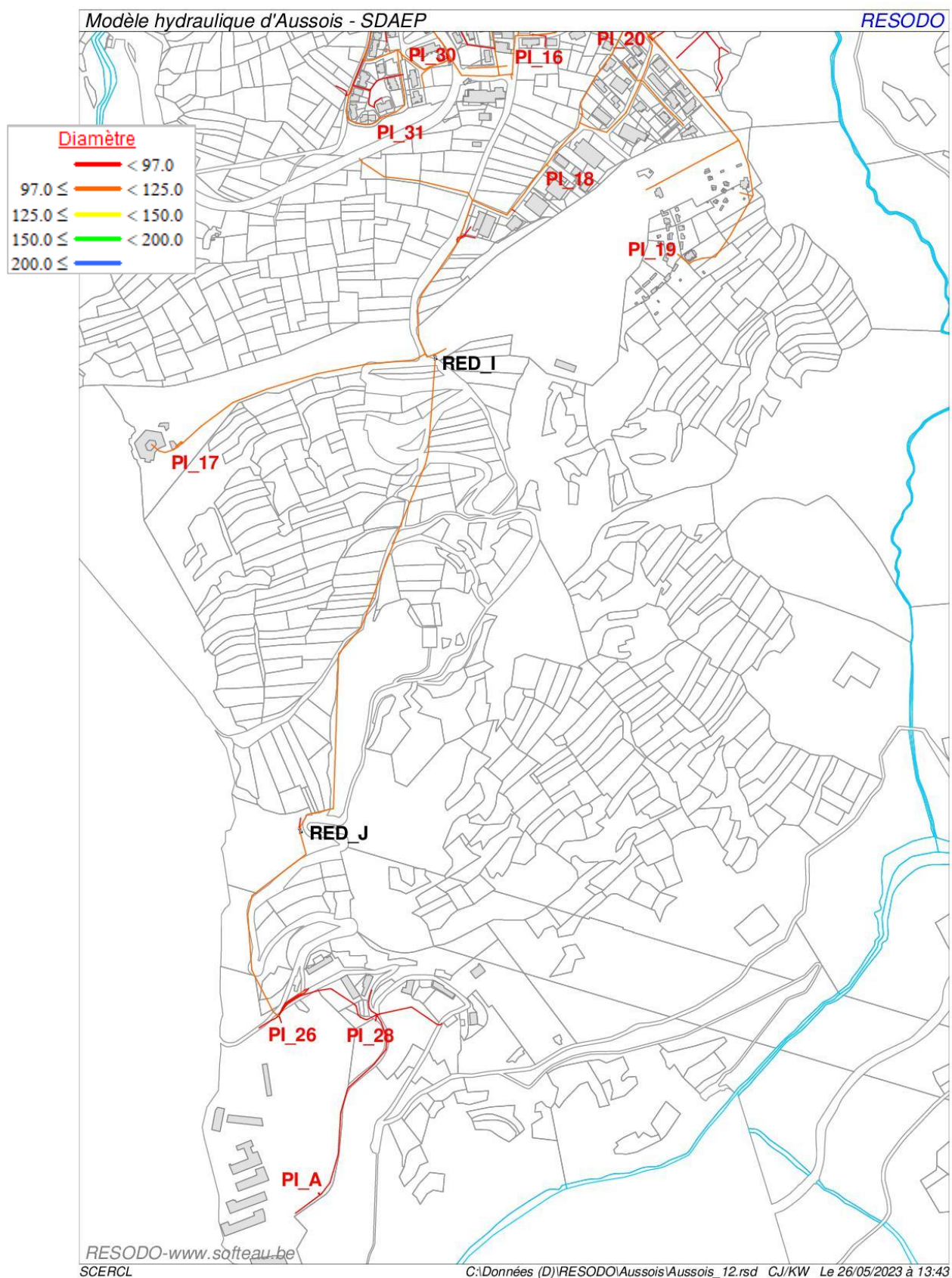
Il est rappelé que seul un levé topographique précis de l'ensemble des nœuds du réseau permettrait d'obtenir un modèle fidèle à la réalité. Le but du MNT est de s'en approcher au mieux.

Le modèle global comporte :

- 575 nœuds environ
- 2 réservoirs
 - Les Côtes
 - La Mulinière
- 575 tronçons environ
- 0 pompes
- 11 vannes spéciales

Les schémas suivants illustrent l'ensemble du réseau modélisé.





Cartographie des diamètres actuels

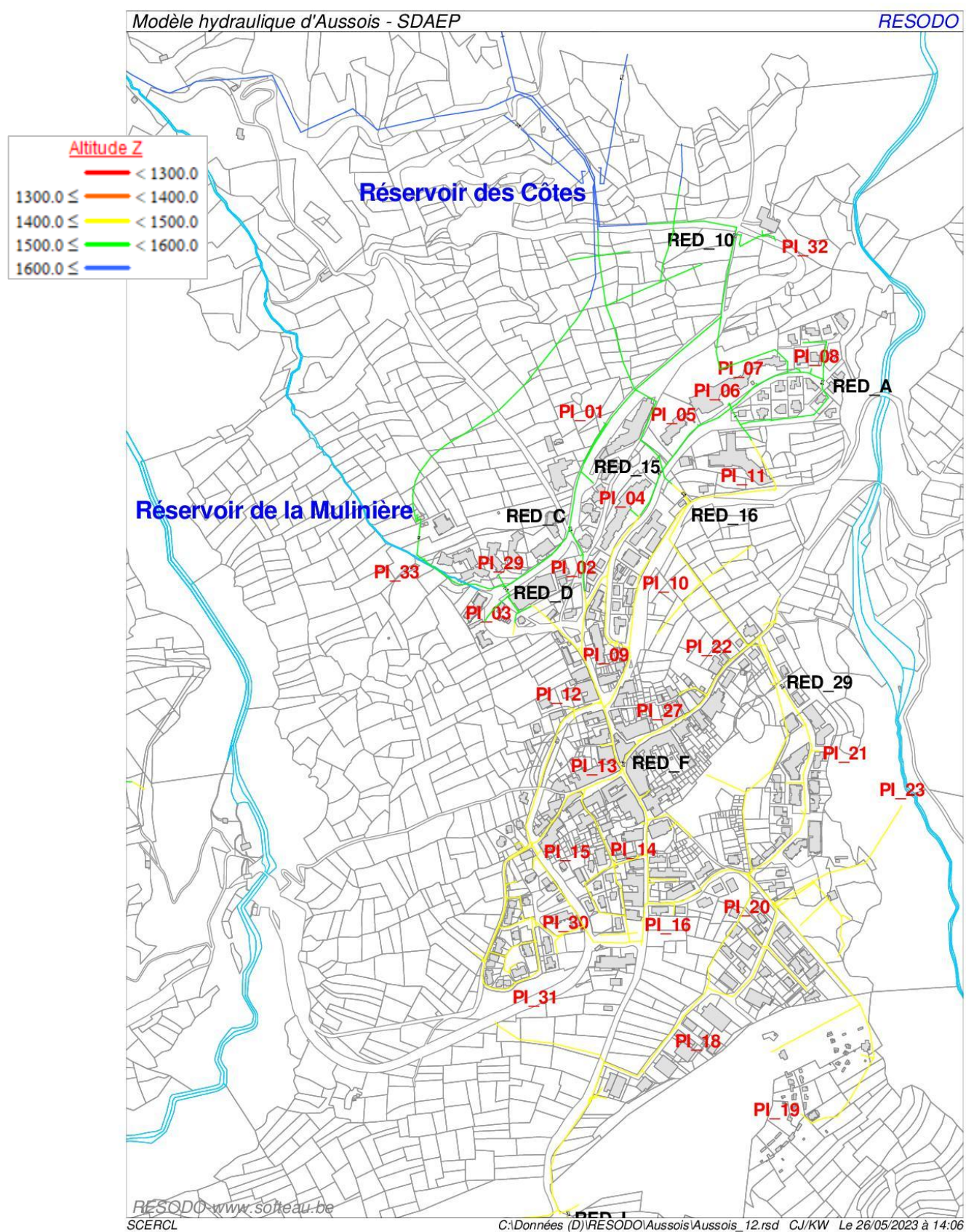


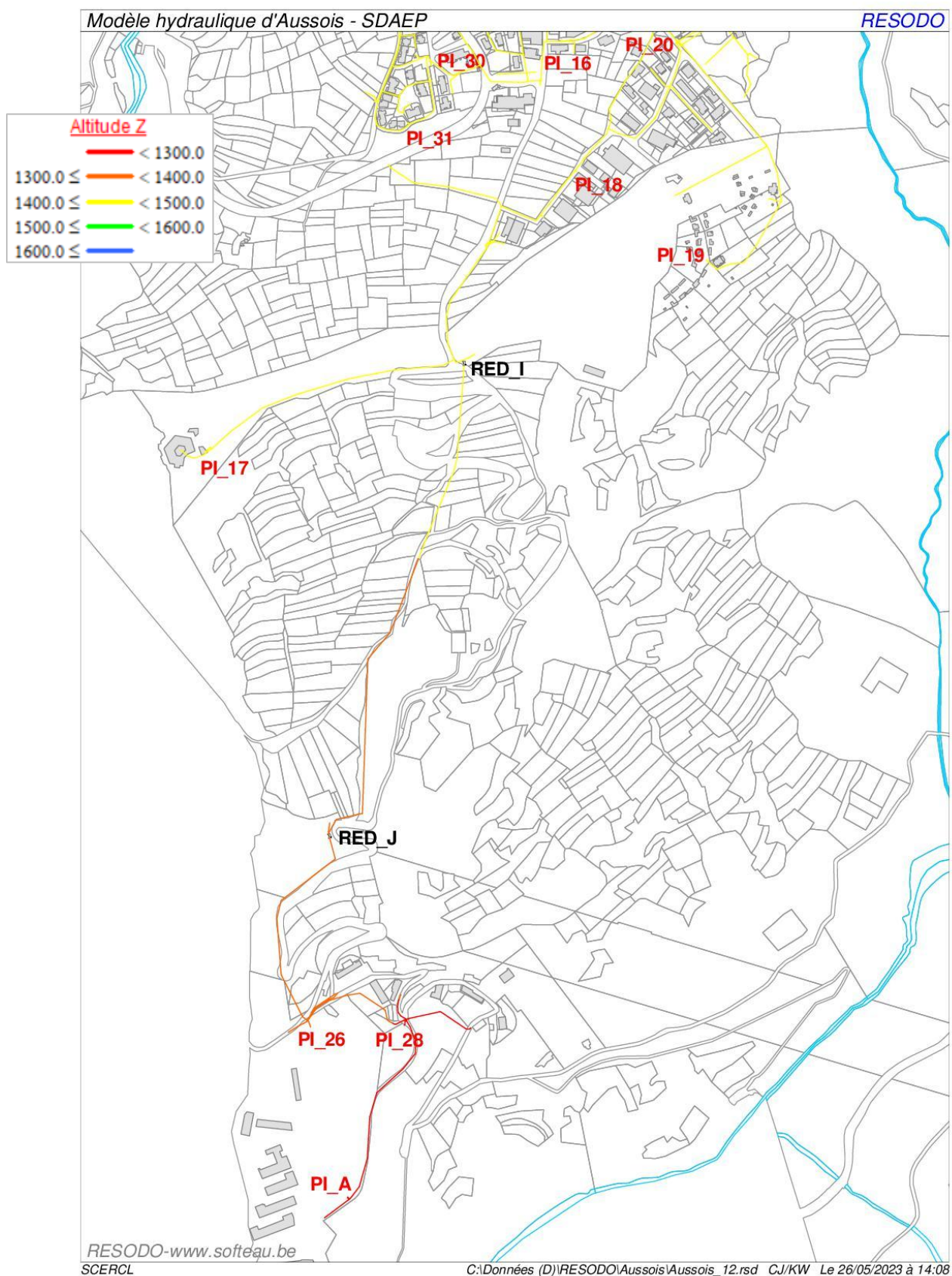
III.3. Données d'entrée

Plusieurs caractéristiques hydrauliques sont intégrées au modèle :

- La demande en eau aux différents nœuds des réseaux, sur la base des données compteurs de la commune, des données de la télésurveillance et des données des différentes campagnes de mesures. La demande en eau est répartie en fonction de l'adresse du point de livraison renseignée dans le rôle de l'eau (géocodage des adresses des branchements). Sont notamment intégrés les consommateurs particuliers suivants :
 - les points d'irrigation (au niveau des robinets d'arrosage sur la conduite principale dite « irrigation »),
 - les bâtiments communaux (estimation annuelle puisque non facturés dans le rôle de l'eau),
 - les gros consommateurs (résidences de vacances, hôtels,) selon la consommation annuelle sur 180 j/an,
 - les chalets d'alpage et refuges, selon la consommation annuelle sur 120 j/an.
- L'évolution de la demande au cours d'une journée type (courbes de modulation construites par secteurs sur la base des données compteurs pendant la campagne de mesures d'août 2022) ;
- Les fuites, évaluées au moyen des relevés des compteurs durant la campagne de mesures d'août 2022 à hauteur de 10 m³/h soit 240 m³/jour environ ;
- Les caractéristiques des réservoirs, des réducteurs, les débits des sources, ... d'après les fiches descriptives établies lors des phases précédentes et d'après les renseignements fournis par le service de l'eau.

La carte suivante représente l'altimétrie du réseau représentée au niveau des nœuds :





Cartographie des altitudes



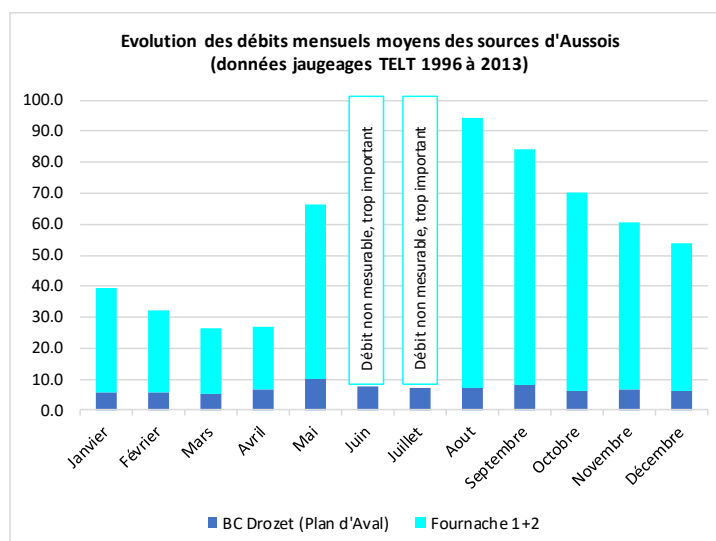
III.3.1. Ressources en eau prises en compte

La commune d'Aussois dispose d'un historique de jaugeages de ses sources réalisés depuis 1996 dans le cadre du projet de liaison ferroviaire Lyon-Turin. Des relevés sont effectués 1 fois / mois par un prestataire de TELT accompagné par un employé communal.

Des jaugeages ont été réalisés au seuil puis ces dernières années par empotage, au niveau du brise-charge du Drozet (mélange des eaux des captages de Plan d'Aval) et au niveau de chaque captage de la Fournache.

	Débit mensuel moyen de 1996 à 2013 (Données jaugeages TELT)		
	Total	BC Drozet (Plan d'Aval)	Fournache 1+2
Janvier	40.5	5.6	33.6
Février	32.6	5.5	26.7
Mars	26.6	5.4	21.1
Avril	27.0	6.5	20.6
Mai	71.2	10.2	56.3
Juin	NM*	7.8	NM*
Juillet	NM*	6.9	NM*
Aout	95.0	7.3	87.0
Septembre	93.1	7.9	76.3
Octobre	75.5	6.3	63.7
Novembre	67.1	6.5	53.9
Décembre	53.5	5.9	48.0
Min	18.96	3.08	14.49
Max	101.69	17.89	88.08
Moyenne	44.16	6.73	38.07

*NM = non mesurable, débit trop important



Les débits des captages de Plan d'Aval sont mesurés au niveau du brise-charge du Drozet, donc contraints par les capacités hydrauliques du réseau d'adduction et non représentatifs du potentiel de la ressource.

Les débits des captages de la Fournache peuvent être très importants entre les mois de mai et août empêchant la réalisation de mesures au seuil.

Le débit total (Fournache + Plan d'Aval) est pris en considération puisque les 2 ouvrages alimentent le même réseau. Les débits suivants ont été appliqués aux sources, minimum des débits mensuels moyens sur la période 1996-2013 (situation critique : débit d'étiage/consommation de pointe) :

Nom de la ressource	Débit autorisé par DUP	Débit minimal interannuel 1996-2013			Débit d'étiage sévère		
		L/s	m³/j	Période	L/s	m³/j	Période
Captages de la Fournache	Totalité ⁽¹⁾	21.1	1 823	Mars	14.5 ⁽²⁾	1 253	3 avril 2006
Captages de Plan d'Aval	Totalité ⁽¹⁾	5.4	466		4.5 ⁽²⁾	389	
TOTAL réseau		26.6	2 289		19.0	1 642	

Avec les considérations suivantes :

⁽¹⁾ source : Arrêté préfectoral de Déclaration d'Utilité Publique du 15 juin 1995 ;

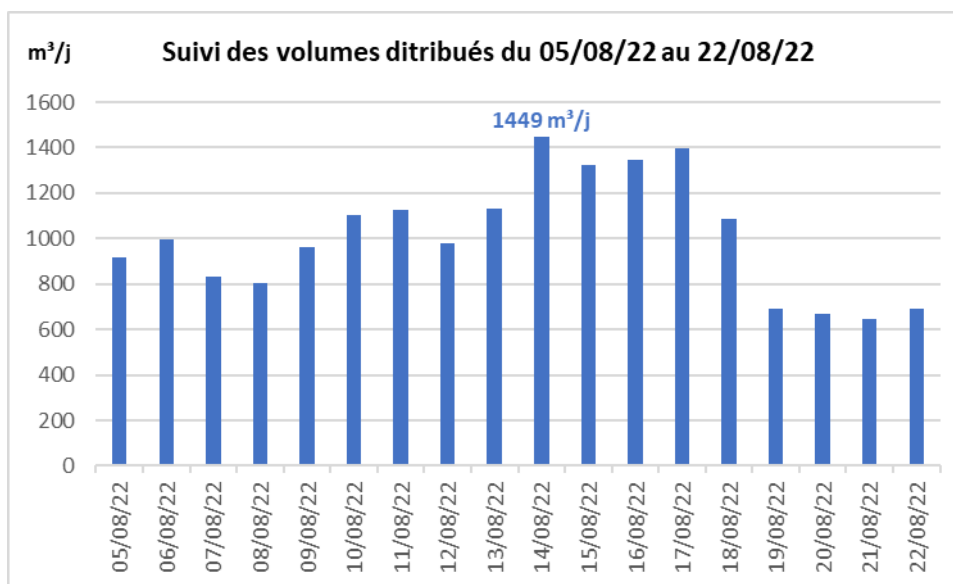
⁽²⁾ : ces valeurs extrêmes seront appliquées au modèle pour vérification de l'adéquation en situation future ;

La consommation des refuges et chalets d'alpages sur l'adduction sera retirée du débit disponible à hauteur de 0.5 L/s estimée d'après le rôle de l'eau. Il ne sera pas tenu compte des débits alimentant la neige de

culture depuis l'adduction puisque le réservoir des Côtes est équipé d'un robinet à flotteur. La priorité est donnée à la consommation sur le réseau et le remplissage de la retenue collinaire ne peut se faire que sur le surplus disponible.

III.3.2. Consommations considérées

D'après la campagne de mesures réalisée, le jour de pointe de consommation retenu est le 14 août 2022 avec **1449 m³** distribués.



Consommation entre le 05/08/2022 et le 22/08/22

D'après les données de télésurveillance, le volume moyen distribué pour l'année 2019 (année de référence) est de **787 m³/j**.

III.3.3. Campagne de mesure sur les réseaux - août 2022

Préalablement à la construction du modèle hydraulique, une **campagne de mesures** pour le suivi du fonctionnement des réseaux a été organisée en **période de pointe de fréquentation touristique**. L'objectif était de disposer de données représentatives du comportement des réseaux à intégrer dans le modèle ou à comparer avec les résultats obtenus lors des différentes simulations.

La campagne de métrologie s'est déroulée en période de pointe, qui a lieu à Aussois en période estivale, du **05/08/2022 au 22/08/2022**.

Les valeurs représentatives du fonctionnement des réseaux ont été suivies en plusieurs points :

- 3 compteurs généraux de distribution :

Nom du point	Débit moyen journalier (m ³ /j)	Débit moyen horaire (m ³ /h)	Débit de pointe horaire (m ³ /h)	Journée de référence
P1 Réservoir des Côtes - Compteur 1 Mulinière	23.8	1.0	8.1	12/08/2022
P2 Réservoir des Côtes - Compteur 2 Irrigation	602.7	25.1	59.3	14/08/2022
P3 Réservoir des Côtes - Compteur 3 Village	382.9	16.0	28.2	12/08/2022
Global	1009.4	42.1	87.0	14/08/2022

- 2 marnages de réservoirs :
 - P4 Les Côtes 264 m³
 - P5 La Mulinière 270 m³
- 6 suivis des pressions statiques au niveau de poteaux d'incendie :
 - PI 33
 - PI 7
 - PI 18
 - PI 30
 - PI 22
 - PI 9

Les résultats des mesures sont présentés sous forme de fiches en *Annexe 3-1*.

III.4. Pas de temps de simulation / profils de consommation

Les données de calage ainsi que les calculs de la simulation se font au **pas de temps horaire**.

La courbe de modulation pour la consommation est fournie au même pas de temps.

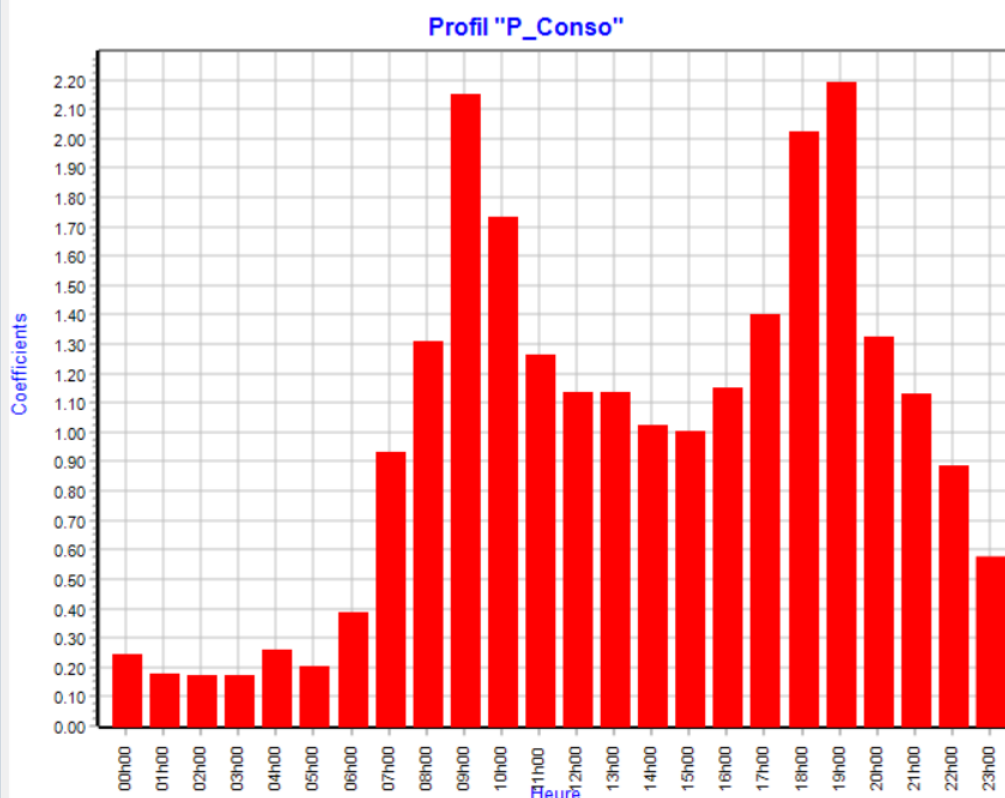
Les courbes suivantes représentent les courbes de modulation de la consommation utilisées pour la modélisation pour les différents réseaux et points particuliers, établie à partir des résultats des campagnes de mesures en phase 1-2 (août 2022) :

➤ Courbe de modulation de la consommation des abonnés (Valeur moyenne du 05 au 22/08/2022)

Ce profil est obtenu par soustraction du volume global enregistré avec les volumes dédiés à l'irrigation (estimé d'après les mesures à 20 m³/h de 20h à 8h) et des fuites (environ 10 m³/h). Ce profil est appliqué pour les consommations des abonnés domestiques, des résidences touristiques, des bâtiments communaux, et des chalets d'alpage/refuges, des réseaux desservis par le réservoir des Côtes.

 Profil temporel

#	Heure	Coef.
1	00:00	0.2430
2	01:00	0.1810
3	02:00	0.1720
4	03:00	0.1740
5	04:00	0.2590
6	05:00	0.2020
7	06:00	0.3860
8	07:00	0.9350
9	08:00	1.3090
10	09:00	2.1530
11	10:00	1.7310
12	11:00	1.2640
13	12:00	1.1380
14	13:00	1.1350
15	14:00	1.0270
16	15:00	1.0050
17	16:00	1.1500
18	17:00	1.4010
19	18:00	2.0250
20	19:00	2.1900
21	20:00	1.3260
22	21:00	1.1320
23	22:00	0.8880
24	23:00	0.5740
Total		24.0000
Moy.		1.0000

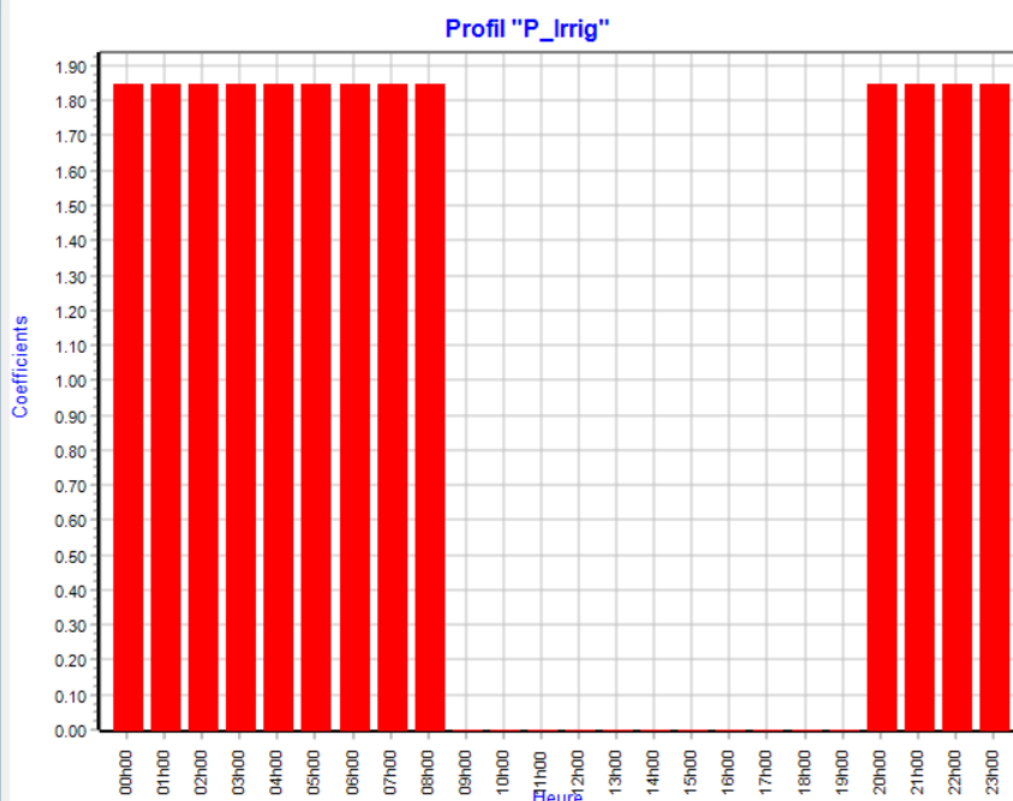


➔ **Courbe de modulation estimée pour les points de prélèvement irrigation (consommation constante de 20h à 8h)**

Ce profil est une estimation puisque le réseau dit « irrigation » est maillé avec le réseau de consommation. Il n'est donc pas possible de connaître précisément les volume dédiés à la stricte irrigation. De même des robinets d'arrosage sont présents un peu partout sur le réseau et pas seulement sur la conduite dite « irrigation ». Ce profil est appliqué pour les principaux robinets d'arrosage disposé le long de la conduite « irrigation ».

 Profil temporel

#	Heure	Coef.
1	00:00	1.8460
2	01:00	1.8460
3	02:00	1.8460
4	03:00	1.8460
5	04:00	1.8460
6	05:00	1.8460
7	06:00	1.8460
8	07:00	1.8460
9	08:00	1.8460
10	09:00	0.0000
11	10:00	0.0000
12	11:00	0.0000
13	12:00	0.0000
14	13:00	0.0000
15	14:00	0.0000
16	15:00	0.0000
17	16:00	0.0000
18	17:00	0.0000
19	18:00	0.0000
20	19:00	0.0000
21	20:00	1.8460
22	21:00	1.8460
23	22:00	1.8460
24	23:00	1.8460
Total		23.9980
Moy.		1.0000



IV. Calage du Modèle

Le calage du modèle consiste à ajuster les valeurs obtenues par la modélisation avec les valeurs mesurées sur le terrain lors de la campagne de mesures. Les valeurs ajustées sont les suivantes :

- Rugosité des conduites.

Le calage du modèle s'est principalement effectué sur les résultats des essais incendie en consommation moyenne (23 septembre 2019). Le calage a été fait avec l'ensemble des poteaux d'incendie de la commune soit **32 unités**.

Les valeurs retenues sont :

- Pour la fonte : **1.5 mm**
- Pour le PVC, PEHD : **0.03 mm**.

IV.1. Données

Plusieurs données ont été utilisées pour caler le modèle :

- Données de débit et de marnage des campagnes de mesures des phases 1-2,
- Volume journalier distribué du 23 septembre 2019 (télésurveillance)
- Pressions de consigne des réducteurs,
- Données de pression sur certains points du réseau mesurés,
- Données dynamiques et statiques aux poteaux incendie (essais réalisés par le 23 septembre 2019).

IV.1.1. Pressions de consigne des réducteurs

Le tableau suivant reprend les pressions de consigne relevées sur le terrain et appliquées aux différents réducteurs :

Réducteur	Pression de consigne (bars)
RED_10	5.65
RED_15	5.57
RED_16	7.82
RED_29	5.40
RED_A	5.50
RED_C	4.33
RED_D	5.90
RED_F	3.90
RED_I	2.94
RED_J	4.60

IV.2. Résultats du calage

IV.2.1. Calage des pressions sur les points mesurés

Lors de la campagne de mesures estivale, 6 points de mesures de pression sur réseau ont été réalisés. Les consommations en entrée sont prises pour la journée du 14/08 avec 1449 m³/j distribués.

Les résultats de calage sont les suivants :

Point de mesure de pression	Valeur Terrain		Valeur Modèle		Comparaison		Commentaire
	Pmin	Pmax	Pmin	Pmax	Pmin	Pmax	
PI 33	6.35	9.49	4	10.3	63%	109%	La pression maximale est cohérente sauf pour le PI 22 (la pression de consigne du réducteur juste en amont a peut-être été modifiée ?). La pression minimale dépend de la consommation, elle cale moins bien. Cela est probablement dû aux approximations faites pour la répartition et le profil des consommations.
PI 7	7.73	10.65	5.6	10.9	72%	102%	
PI 18	7.45	10.54	10.8	11	145%	104%	
PI 30	8.19	10.86	9.6	10.3	117%	95%	
PI 22	5.28	6.64	4.5	4.5	85%	68%	
PI 9	6.31	8.94	7.6	8.1	120%	91%	

Le calage des pressions maximales est très correct avec un écart de plus ou moins 9%. Cela signifie que le modèle est bien calé en altitude.

IV.2.2. Calage des pressions statiques, des pressions dynamiques et des débits sous 1b des poteaux d'incendie

Les essais incendie débit/pression ont été réalisés le 23/09/2019, soit selon la télésurveillance lors d'une consommation journalière de 1011 m³/j. Cette consommation a été affectée au modèle et le tirage des poteaux est considéré sur 2h entre 14h et 16h (en consommation moyenne journalière).

Avec rugosité de 1.5 mm pour la fonte et 0,03 mm pour le PVC, Pehd

23/09/2019 14-15h

PI	Modèle	Terrain (SDIS 23/09/2019)	Comparaison	Modèle		Terrain (SDIS 23/09/2019)		Comparaison	
	P Statique	P statique		Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)
PI_20	9.8	9.8	100%	164.88	8.3	123	5.1	75%	61%
PI_26	6.9	7.3	95%	94.68	5.5	90	3.4	95%	62%
PI_21	10.3	9	114%	129.96	6.4	105	3.1	81%	49%
PI_22	4.5	7.3	62%	72.36	2.1	120	5.2	166%	251%
PI_11	8.1	7	116%	115.20	7.0	75	2.2	65%	31%
PI_08	9.7	7.1	137%	70.20	2.5	63	1.1	90%	43%
PI_03	6.6	5.7	116%	154.80	5.7	97	3.1	63%	55%
PI_02	6.0	4.4	137%	141.12	5.0	100	2.4	71%	48%
PI_10	7.7	6.8	113%	131.04	6.8	65	4.9	50%	72%
PI_09	7.9	6.4	124%	158.40	7.2	66	4.8	42%	67%
PI_12	8.4	8.8	96%	160.92	7.6	127	4.8	79%	63%
PI_13	8.8	7	125%	154.44	7.8	82	3.8	53%	49%
PI_15	9.6	8.9	108%	149.04	8.3	104	5.4	70%	65%
PI_14	9.2	7.8	118%	147.96	8.0	65	4.9	44%	61%
PI_16	10.0	8.4	119%	165.60	8.9	115	5.2	69%	58%
PI_04	6.3	6	105%	109.44	5.5	122	4.2	111%	77%
PI_19	8.9	7.8	115%	68.76	2.8	54	0	79%	0%
PI_05	9.9	8.4	118%	63.00	1.5	75	2.2	119%	143%
PI_23	13.9	0		33.84	-26.441	0	0	0%	0%
PI_17	10.9	6.5	168%	59.76	0.922	40	0	67%	0%
PI_28	7.8	9.2	85%	90.72	5.0	96	6.8	106%	136%
PI_27	3.9	7.3	53%	104.04	2.9	115	3.1	111%	106%
PI_29	8.8	8.1	109%	97.20	2.2	97	2.9	100%	130%
PI_30	10.1	8.4	120%	142.56	8.6	100	4.6	70%	53%
PI_31	10.7	9	119%	135.72	9.0	101	3.2	74%	36%
PI_07	9.6	7.7	125%	69.12	2.3	78	1.9	113%	81%
PI_01	7.6	5.9	128%	57.24	0.2	64	1.5	112%	636%
PI_33	7.6	6.7	114%	84.60	1.2	60	1	71%	82%
PI_18	10.8	11	98%	135.00	8.8	129	4.9	96%	56%
PI_32	5.5	4.9	112%	62.64	1.4	66	1.9	105%	140%
PI_A	8.5			75.24	3.5			0%	0%
PI_06	10.0	7.8	128%	66.24	2.1	73	2.4	110%	116%

Résultat du calage de la modélisation à partir des résultats des tests de poteaux d'incendie
Comparatif résultats théoriques modèle / mesures réelles de terrain

Avec les valeurs de rugosité retenues :

Pour les pressions statiques des poteaux d'incendie, le modèle a pu être calé à hauteur de 70%. Ceci montre la bonne qualité et la fiabilité des altitudes. Cette analyse est plus relative concernant les pressions de consignes des réducteurs renseignées dans le modèle (vraisemblablement cette pression était différente au moment des mesures de poteaux, notamment au niveau du réducteur en amont des PI 22 et 27).

Les pressions dynamiques et les débits sous 1bar des poteaux d'incendie n'ont pu être calés qu'à hauteur de 50%. Ceci peut être dû à plusieurs critères :

- Les mesures sur les poteaux d'incendie ont été réalisées entre 2019 ; la configuration du réseau modélisée représente une période donnée qui peut être différente de celles des mesures. En effet, aujourd'hui le réducteur en tête du réseau est ouvert en grand alors qu'à l'époque, il était en

équilibre pour que la distribution soit « partagée entre les deux réservoirs (aujourd'hui tout part du réservoir des Côtes, le réservoir de la Mulinière distribuant qu'en cas de très forte consommation).

- Bien que de taille modeste, le réseau est très maillé, il se peut que des vannes soient fermées sans que la commune en ait connaissance et cela peut faire varier les pressions (exemple avéré au niveau de la vanne fermée entre les regards 25 et 27).
- Les consommations varient fortement pendant l'année en fonction des périodes de fréquentation touristique, la variation ayant un impact direct sur la pression dynamique des poteaux incendie (plus la consommation est élevée, plus la pression résiduelle au poteau est faible).
- Enfin des incertitudes subsistent dans les hypothèses de répartition des consommations dans la journée ainsi que sur le nombre de jour à prendre en considération dans l'année pour établir la consommation moyenne, notamment des consommateurs touristiques.

Cependant les résultats sont globalement cohérents sur l'ensemble et les valeurs aux poteaux d'incendie évoluent dans le même sens : lorsqu'un poteau ne fonctionne pas en réalité, il ne fonctionne pas dans le modèle et inversement.

Cependant, quelques poteaux nécessitent d'être vérifiés :

- PI_22 et PI_27 (en aval du réducteur F) montrant une différence de pression statique,
- PI_17 (Vers Fort Marie Christine) qui fonctionne presque dans le modèle mais pas du tout en réalité,
- PI_09, PI_10, PI_11, PI_13 et PI_14 (sur la même ligne de conduite, dont le sens d'alimentation était probablement différent dans la configuration de 2019), montrant des débits/pressions assez différentes dans le modèle et en réalité.
- Les PI suivants qui fonctionnent dans le modèle et qui ne fonctionnent pas dans la réalité ou inversement : PI_01 et PI_19.

IV.2.3. Conclusions sur la création du modèle

Le modèle semble représenter correctement la réalité malgré un calage des poteaux d'incendie en dynamique difficile (50%).

La Collectivité doit remesurer quelques poteaux incendie pour améliorer le calage en dynamique.

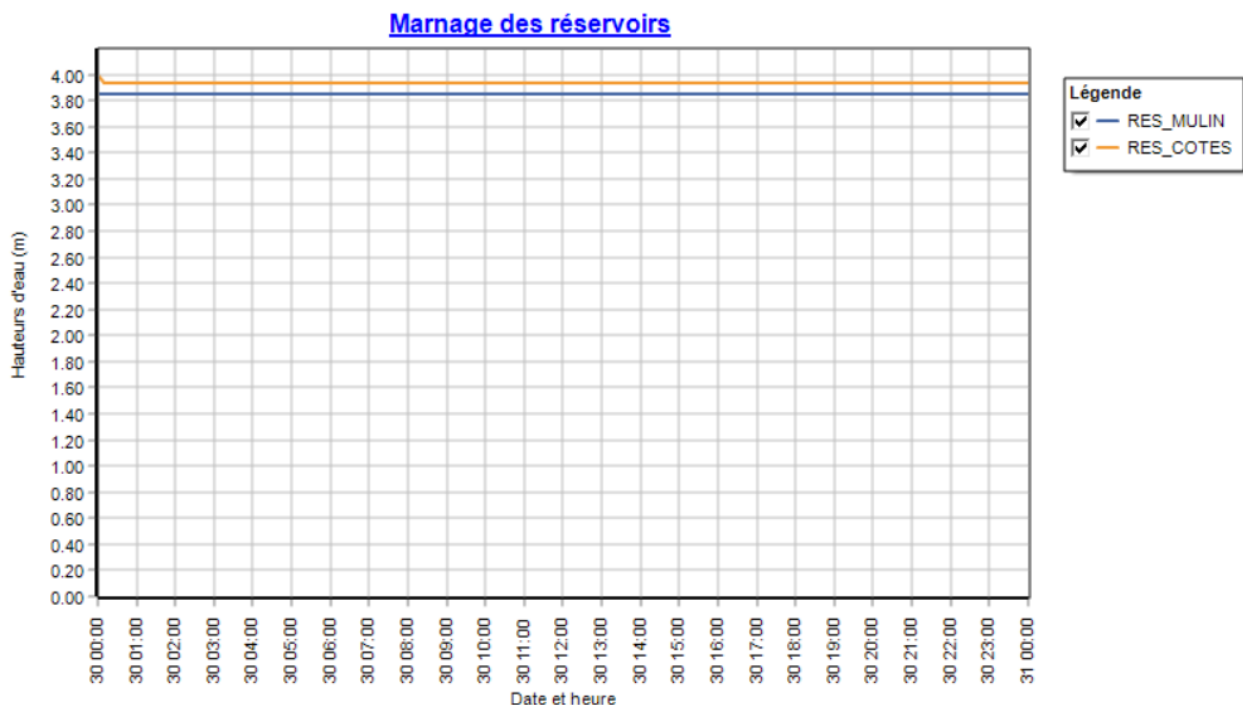
V. Situation actuelle : Fonctionnement en période de consommation moyenne

La consommation moyenne actuelle a été estimée à 787 m³/j (soit une consommation annuelle moyenne de 287 000 m³/an), correspondant à environ la moitié de la consommation de pointe. Pour cette consommation moyenne, il est retenu comme hypothèse une consommation pour l'irrigation de moitié par rapport à la pointe soit 130 m³/j.

V.1. Marnage des réservoirs

Les marnages des différents réservoirs en consommation moyenne sur 1 jour sont les suivants :

Dans ce cas les réservoirs ne marnent pas du tout, comme le montre le graphique ci-dessous :

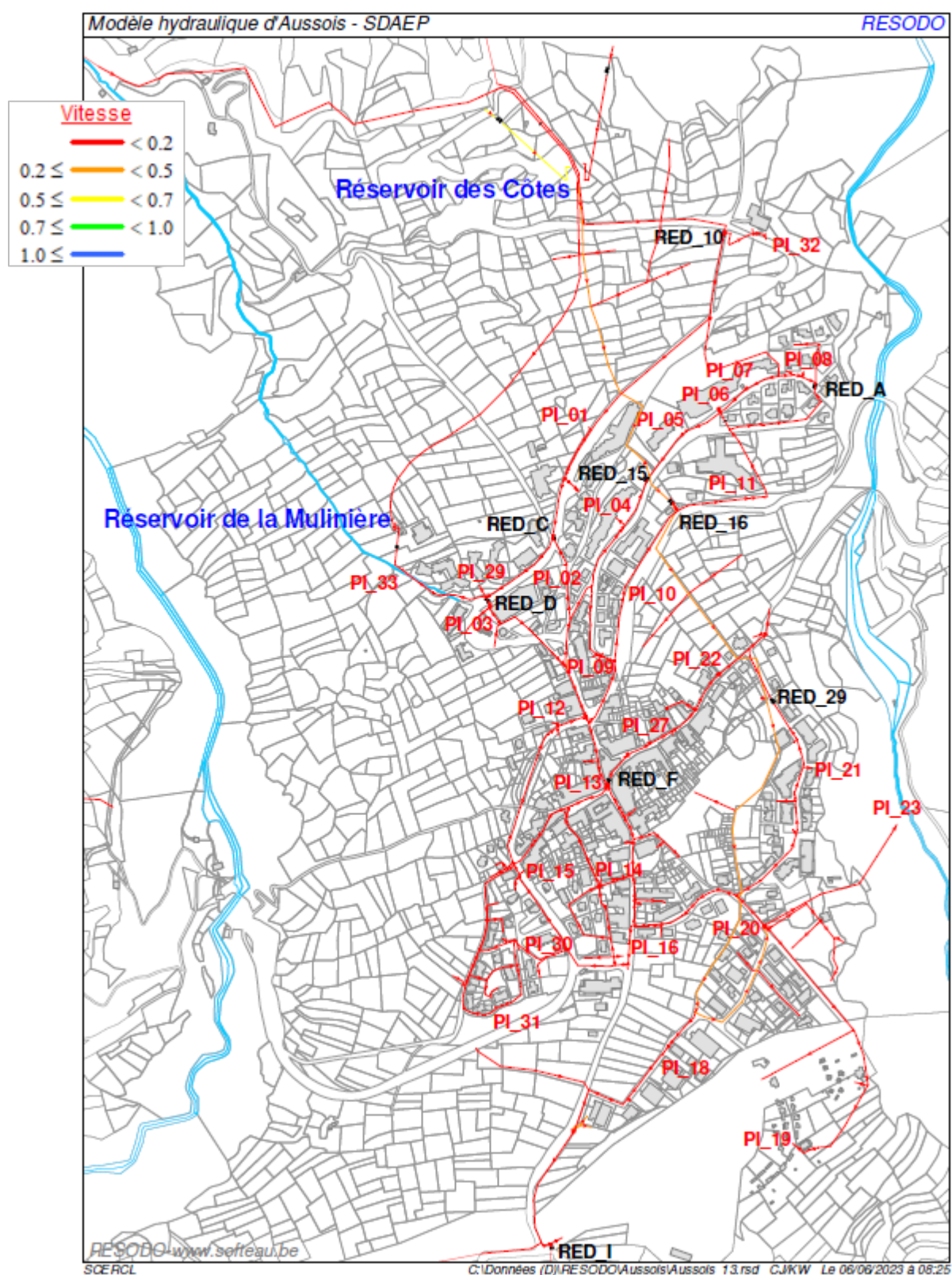


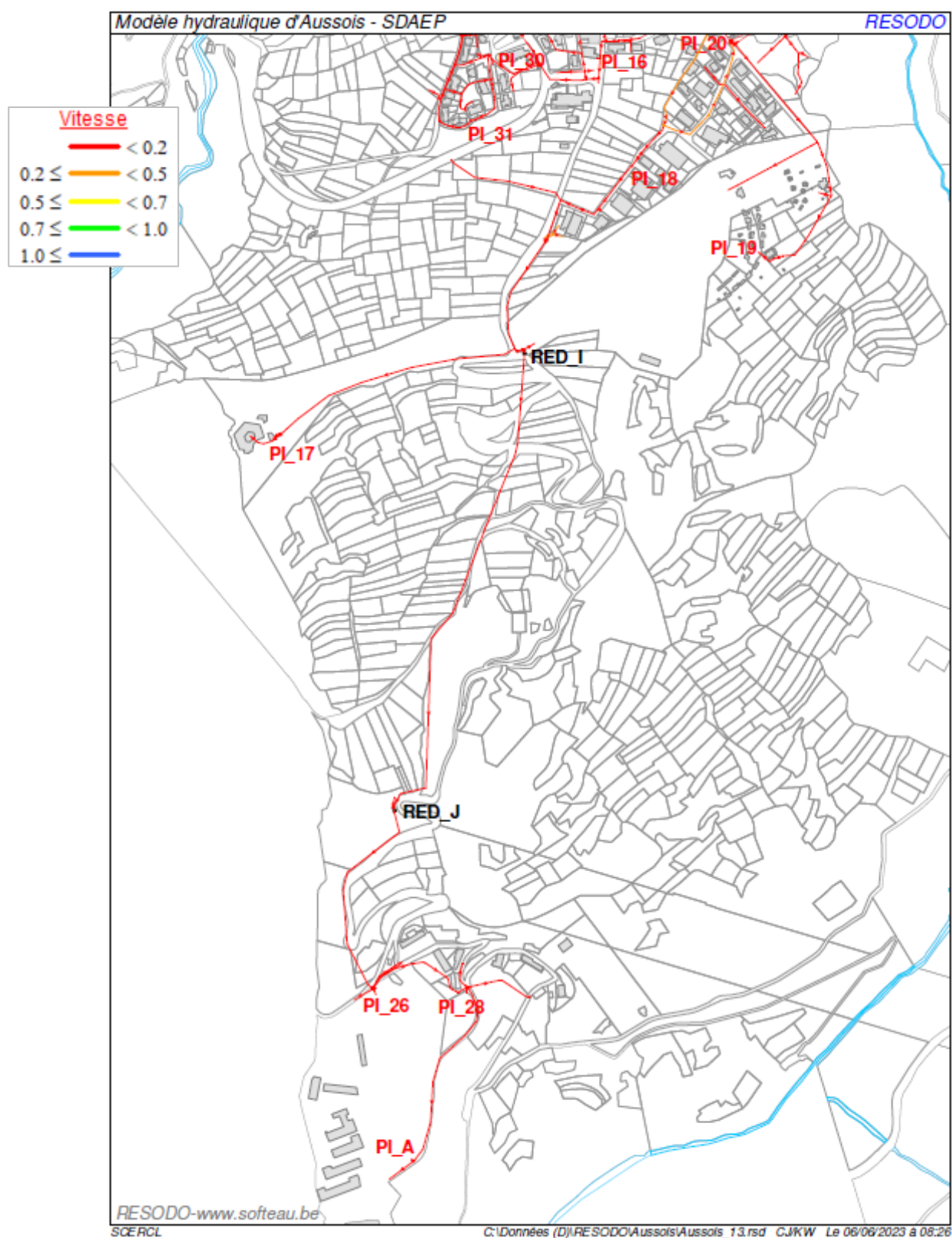
Le fonctionnement actuel des réseaux (réducteur en tête de réseau ouvert en grand), implique que le réservoir de la Mulinière ne distribue qu'en cas de très fort tirage sur le réseau. En situation moyenne, il est donc tout à fait logique que le réservoir ne marne pas. Par ailleurs, le débit des sources, même à l'étiage est très supérieur à la consommation moyenne. D'où le fait que le réservoir des Côtes, équipé d'un robinet à flotteur sur l'adduction de la Fournache (source principale en débit) ne marne pas non plus en situation moyenne.

V.2. Analyse des vitesses

Théoriquement dans les conditions optimales de fonctionnement, la vitesse d'écoulement de l'eau dans les conduites doit être comprise entre 0,5 et 1,5 m/s hors refoulement. En effet, des vitesses inférieures à 0,5 m/s favorisent la formation des dépôts et les développements bactériens et les vitesses supérieures à 1,5 m/s peuvent abraser les canalisations entraînant un vieillissement prématuré.

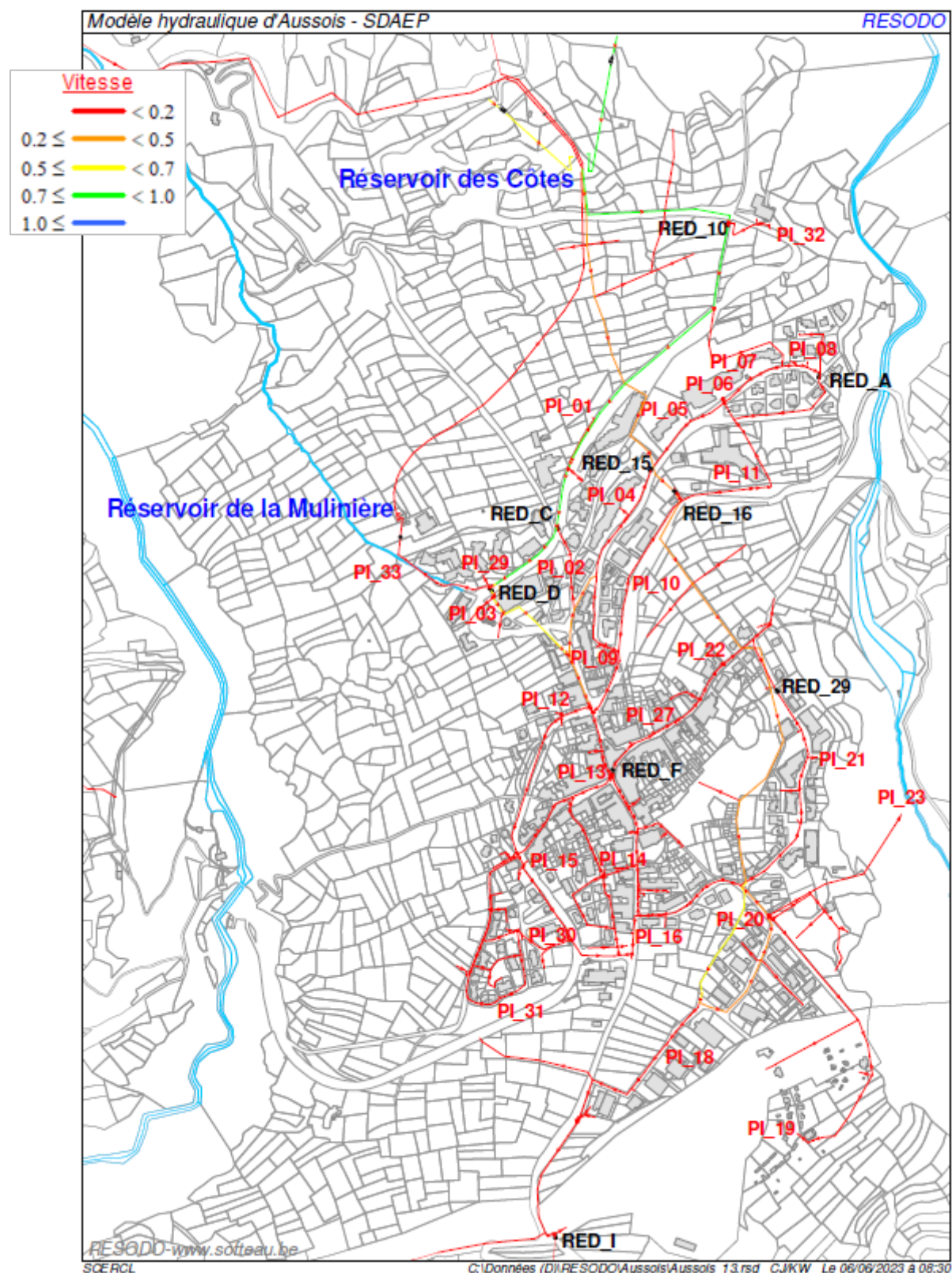
La cartographie ci-après présente les **vitesse minimale** journalières simulées sur le réseau en période de consommation moyenne. Dans le cas de la modélisation d'Aussois, les vitesses minimales sont faibles voire très faibles, inférieures à 0.5 m/s, en tous points du réseau, comme le montre les cartes ci-après :

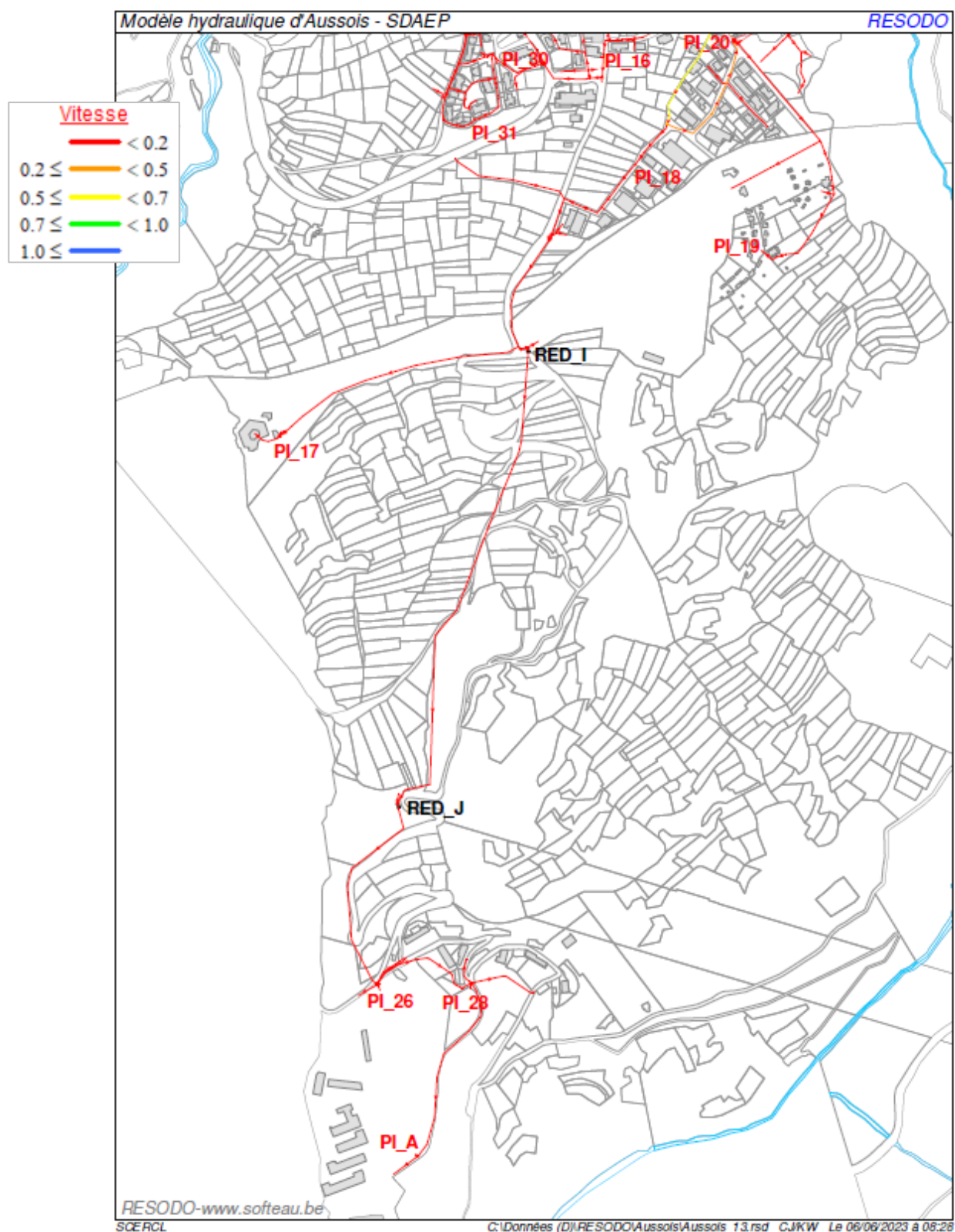




Vitesses minimales sur le réseau en consommation moyenne (fichier Aussois13.rsd)

La cartographie ci-après présente les **vitesse maximale** journalières simulées sur le réseau en période de consommation moyenne. Dans le cas de la modélisation d'Aussois, les vitesses maximales sont majoritairement faibles, inférieures à 0.5 m/s. Sur la conduite de tête conduites les vitesses atteignent toutefois 1 m/s.





Vitesses maximales sur le réseau en consommation moyenne (fichier Aussois13.rsd)

V.3. Analyse des pressions

Les valeurs recommandées pour une **pression de confort sont comprises entre 2 et 6 bars sur le réseau**. Au-delà de 6 bars, la dégradation des équipements et le risque de fuites augmentent.

La réglementation française (décret du 20.12.01) impose une pression minimale de 0,3 bar en tous points de mise à disposition, c'est à dire jusqu'au compteur de branchement et à l'heure de pointe de la consommation. Néanmoins, cette valeur reste faible notamment pour les bâtiments à étage(s).

Les valeurs de consignes choisies pour établir les pressions min et max dans le cadre de cette étude sont les suivantes :

- Inférieure à 2,5 bars pour l'interprétation du manque de pression, pour prendre en compte les branchements longs, le dénivelé et les hauteurs de bâtiments ;
- Supérieure à 10 bars pour l'interprétation des fortes pressions ;
- Entre ces deux valeurs : pressions du réseau satisfaisantes.

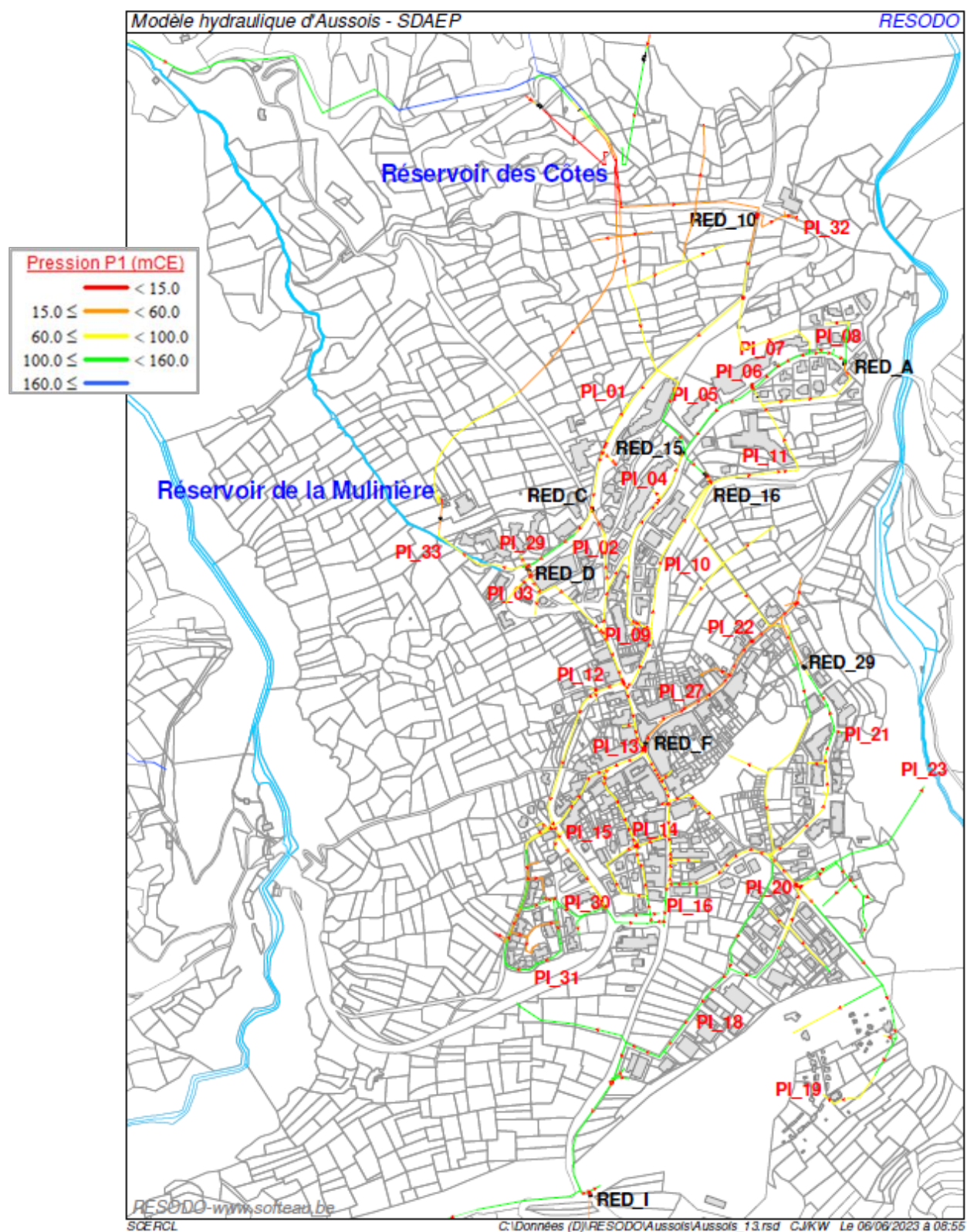
En consommation moyenne, la pression varie de 1,4 à 15,5 bars dans tout le réseau. La pression moyenne est environ de 11,5 bars.

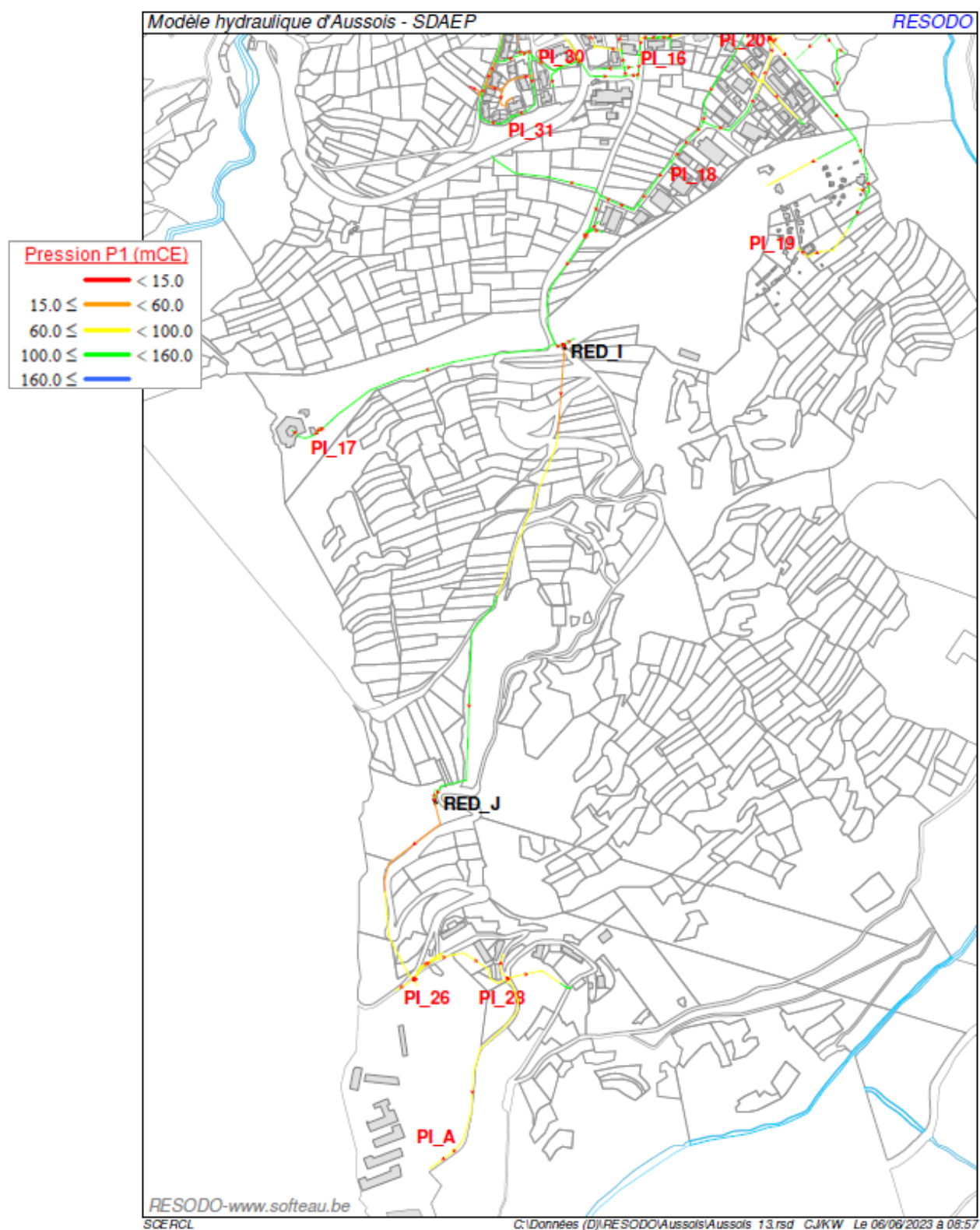
Un seul secteur présente une pression inférieure à 2,5 bars sur l'antenne irrigation, au Nord-Est du réservoir des Côtes.

Certains secteurs présentent des pressions supérieures à 10 bars mais ne dépassent pas les 16 bars (secteurs en vert sur les cartes ci-dessous).

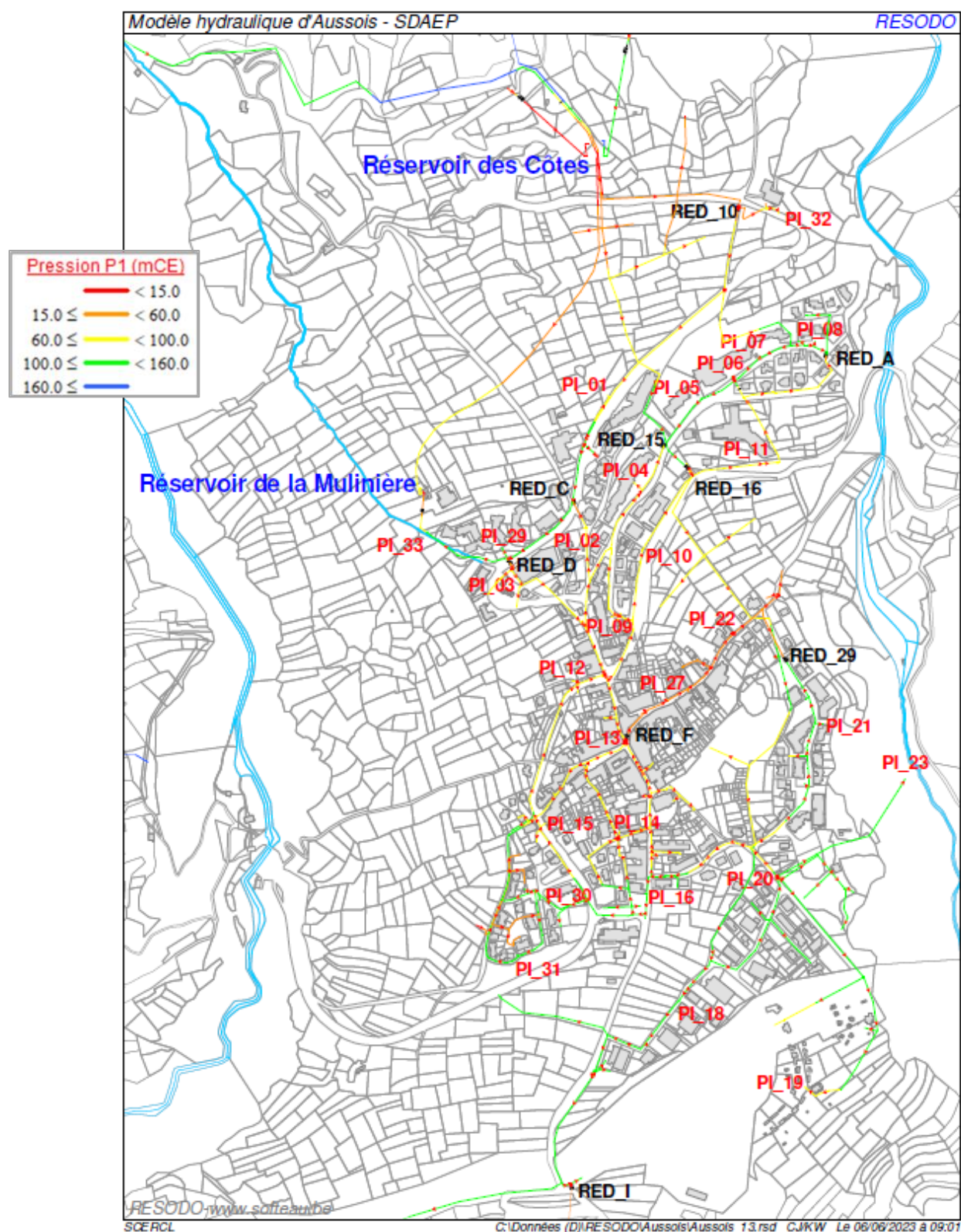
Les pressions sont globalement élevées sur le réseau avec une très grande majorité des secteurs situés au-dessus de 6 bars. Certaines zones du réseau présentent des pressions supérieures à 10 bars.

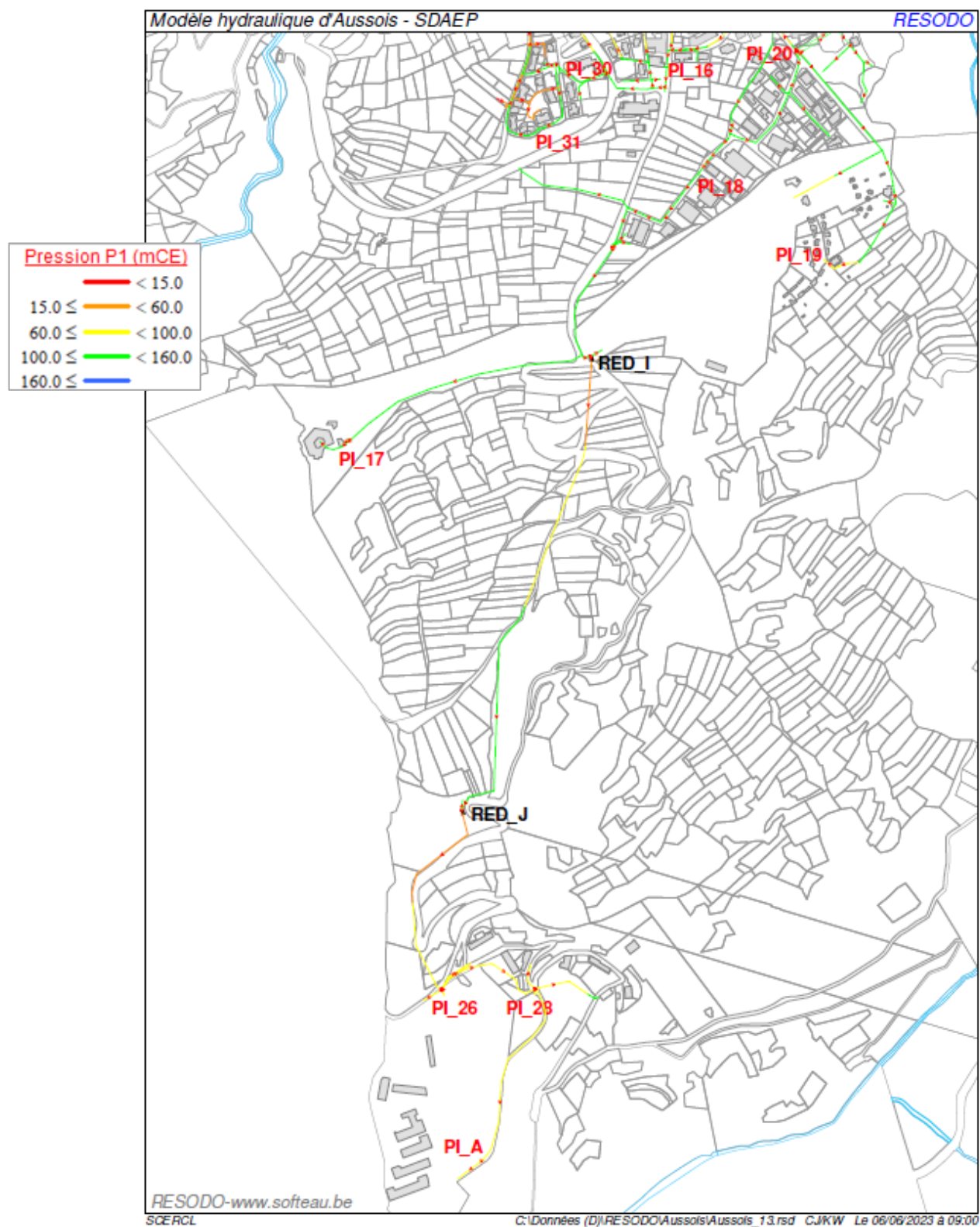
Les cartographies ci-après donnent une représentation des pressions minimales sur le réseau (à 19h00) puis une représentation des pressions maximales sur le réseau (à 2h00) :





Pressions minimales sur le réseau en consommation moyenne (fichier Aussois13.rsd)

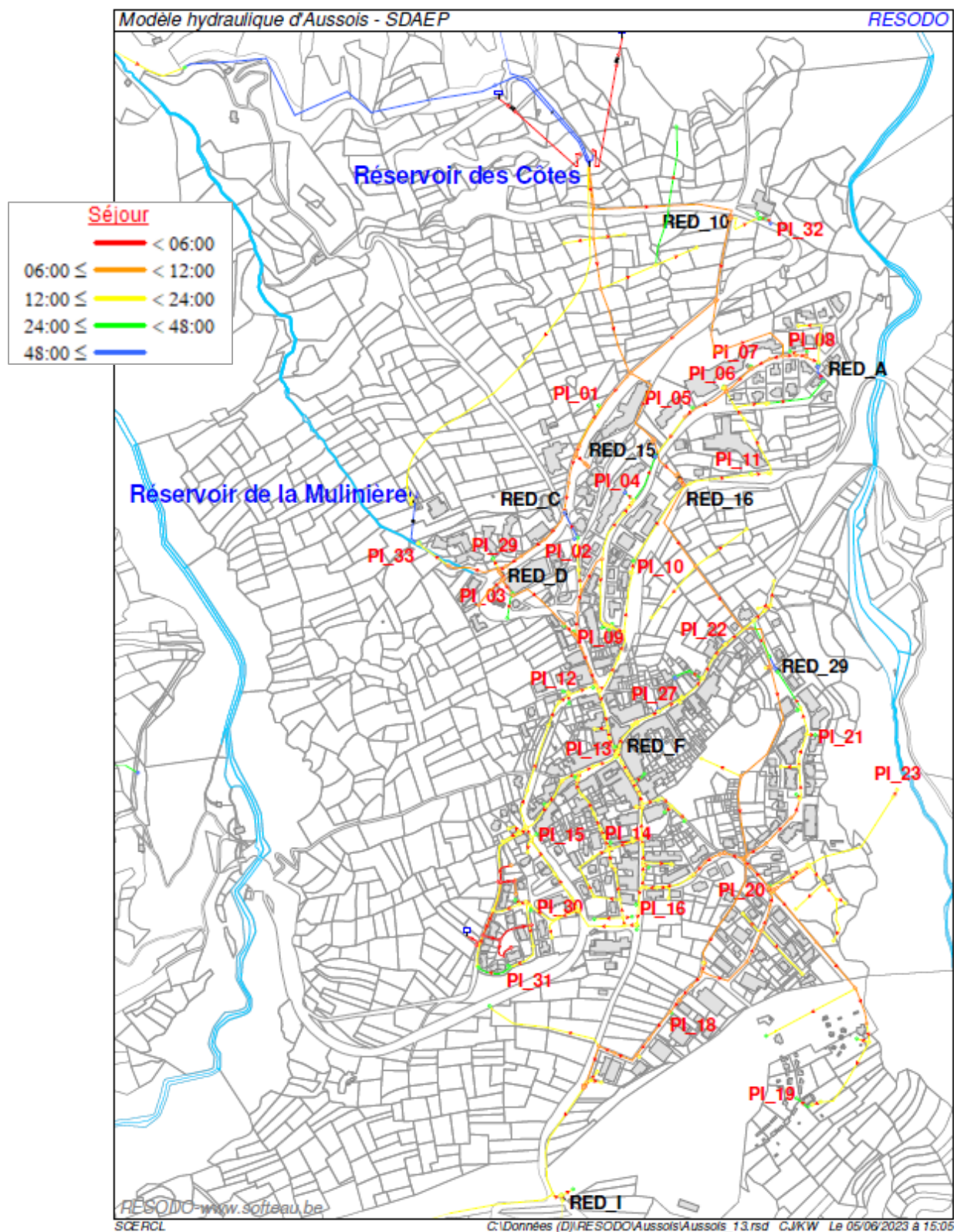


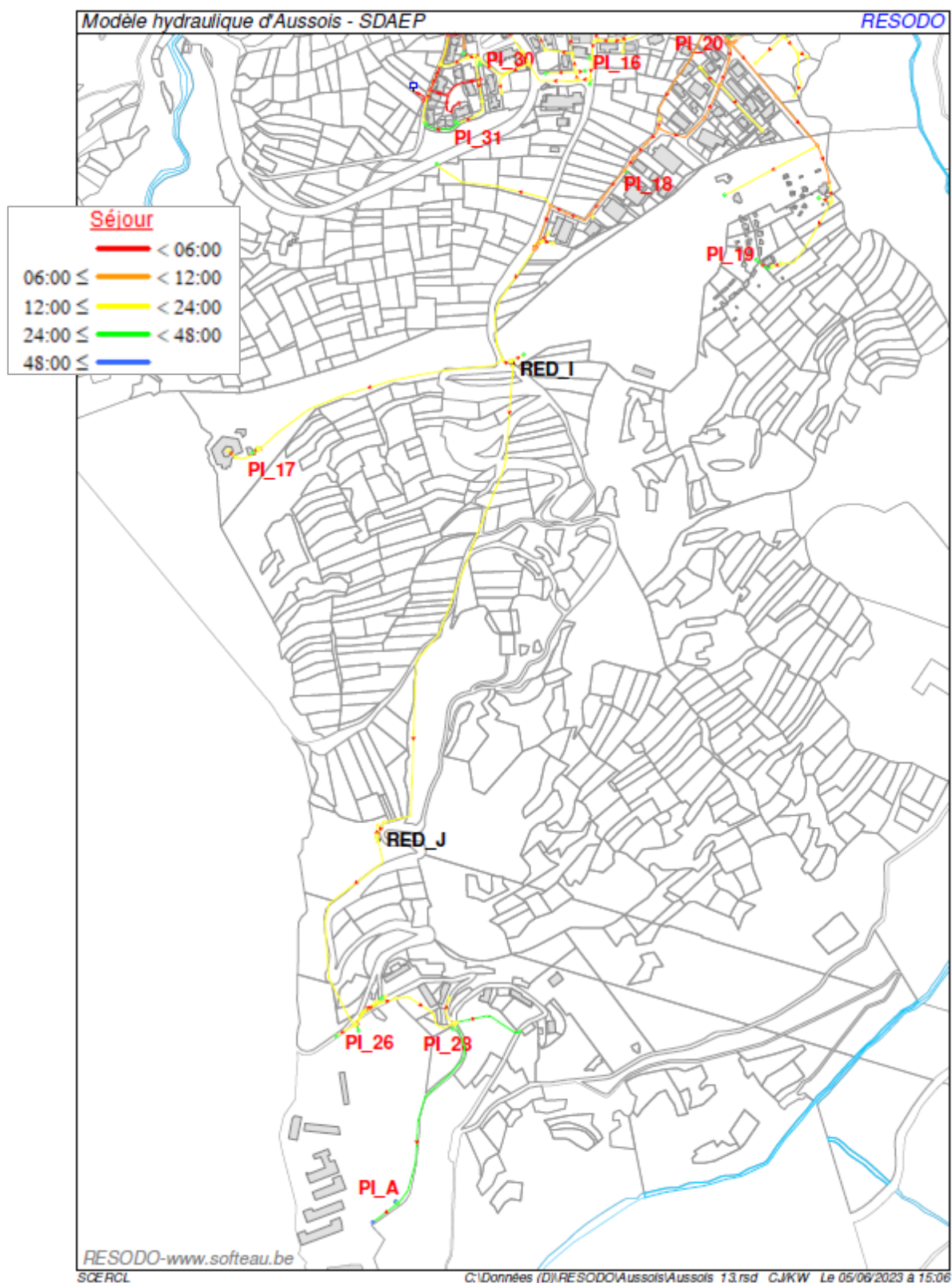


Pressions maximales sur le réseau en consommation moyenne (fichier Aussois13.rsd)

V.4. Contrôle des temps de séjour

La carte suivante présente le temps de séjour maximum de l'eau au sein des canalisations, la simulation est faite sur 20 jours.





Temps de séjour sur le réseau (fichier Aussois13a_Séjour.rsd)

Le temps de séjour a été étudié pour la consommation moyenne actuelle de 787 m³/j dont 240 m³/j de fuites environ.

Les résultats sont les suivants :

- Le temps de transit de l'eau dans le réservoir des Côtes est d'environ 8h40.
- Dans la majorité du réseau, les eaux ont un temps de séjour de 12 à 24 heures (1 jour). Quelques antennes atteignent une quarantaine d'heures (moins de 2 jours). On note que le temps de séjour dans les réseaux est tout à fait correct. En effet, pour une bonne qualité des eaux un temps de séjour maximal de 2 à 3 jours est recommandé.

En revanche, l'eau reste longtemps dans le réservoir de la Mulinière (20 jours) qui ne distribue que lors de gros tirages sur le réseau. Pour pallier cela, un trop plein est mis en place pour permettre le renouvellement constant de l'eau dans ce réservoir.

Le plan page suivante montre le temps de séjour (en heure) de l'eau sur l'ensemble du réseau.

Les temps de séjour sont très corrects en période de consommation moyenne, ne dépassant pas les 2 jours sur tout le réseau. Idéalement, le temps de séjour ne devrait pas dépasser 2 jours entre le point de mise en distribution et l'abonné.

V.5. Analyse de la défense incendie

En situation actuelle et en consommation moyenne (787 m³/j), trois poteaux incendie ne donnent pas satisfaction d'après le modèle :

- PI 01 : 0.8 b à 60 m³/h - 59.4 m³/h sous 1 bar (ce PI affichait 64 m³/h le 23/09/2019 dans des conditions de consommation proches de celles-ci)
- PI 23 : 33.8 m³/h (ce PI ne donnait pas satisfaction le 23/09/2019 dans des conditions de consommation proches de celles-ci)
- PI 17 : 1.0 b à 60 m³/h - 60.1 m³/h sous 1 bar (valeurs très limites ; ce PI affichait 40 m³/h le 23/09/2019 dans des conditions de consommation proches de celles-ci).

PI	Résultat modélisation		Valeur terrain (23/09/2019)	
	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)
PI_20	166.68	8.4	123	5.1
PI_26	95.04	5.5	90	3.4
PI_21	131.04	6.5	105	3.1
PI_22	72.36	2.1	120	5.2
PI_11	115.92	7.1	75	2.2
PI_08	70.92	2.7	63	1.1
PI_03	156.96	5.8	97	3.1
PI_02	142.92	5.0	100	2.4
PI_10	132.48	6.8	65	4.9
PI_09	160.20	7.3	66	4.8
PI_12	163.08	7.6	127	4.8
PI_13	156.24	7.8	82	3.8
PI_15	150.48	8.4	104	5.4
PI_14	149.76	8.1	65	4.9
PI_16	167.40	8.9	115	5.2
PI_04	110.52	5.6	122	4.2
PI_19	69.48	2.9	54	0
PI_05	64.08	1.7	75	2.2
PI_23	33.84	-26.4	0	0
PI_17	60.12	1.0	40	0
PI_28	90.72	5.0	96	6.8
PI_27	104.40	2.9	115	3.1
PI_29	98.64	2.2	97	2.9
PI_30	144.00	8.7	100	4.6
PI_31	136.80	9.1	101	3.2
PI_07	70.20	2.5	78	1.9
PI_01	59.40	0.8	64	1.5
PI_33	86.04	1.2	60	1
PI_18	136.08	8.8	129	4.9
PI_32	65.52	1.7	66	1.9
PI_A	75.24	3.5		
PI_06	67.68	2.2	73	2.4

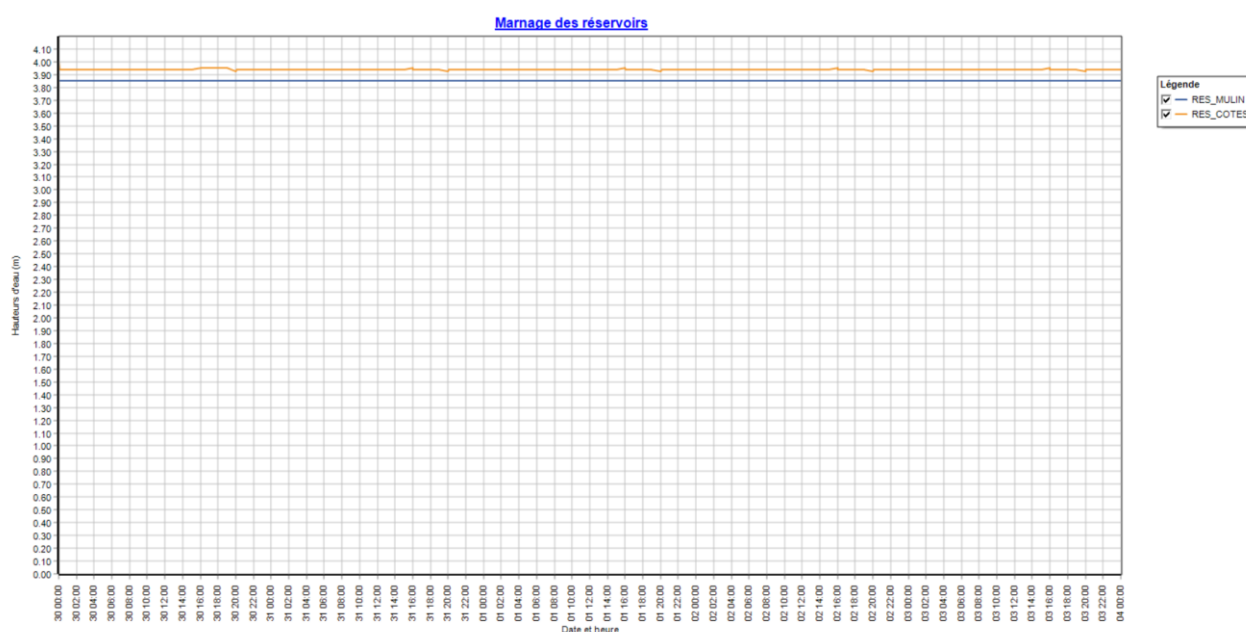
VI. Situation actuelle : Fonctionnement en période de pointe de consommation

VI.1. Avec un débit des sources de 26.6 L/s soit un débit disponible de 26.0 L/s

Cette situation correspond à la pointe de consommation enregistrée durant la campagne de mesures d'août 2022 mise en parallèle avec un étiage interannuel mesuré de 1996 à 2013 de 26.6 L/s et une consommation sur l'adduction en pointe estimée à 43.7 m³/j, soit un débit disponible sur le réseau de distribution de 26.0 L/s.

VI.1.1. Marnage des réservoirs

Les marnages des différents réservoirs en situation de pointe actuelle sur 5 jours sont les suivants :

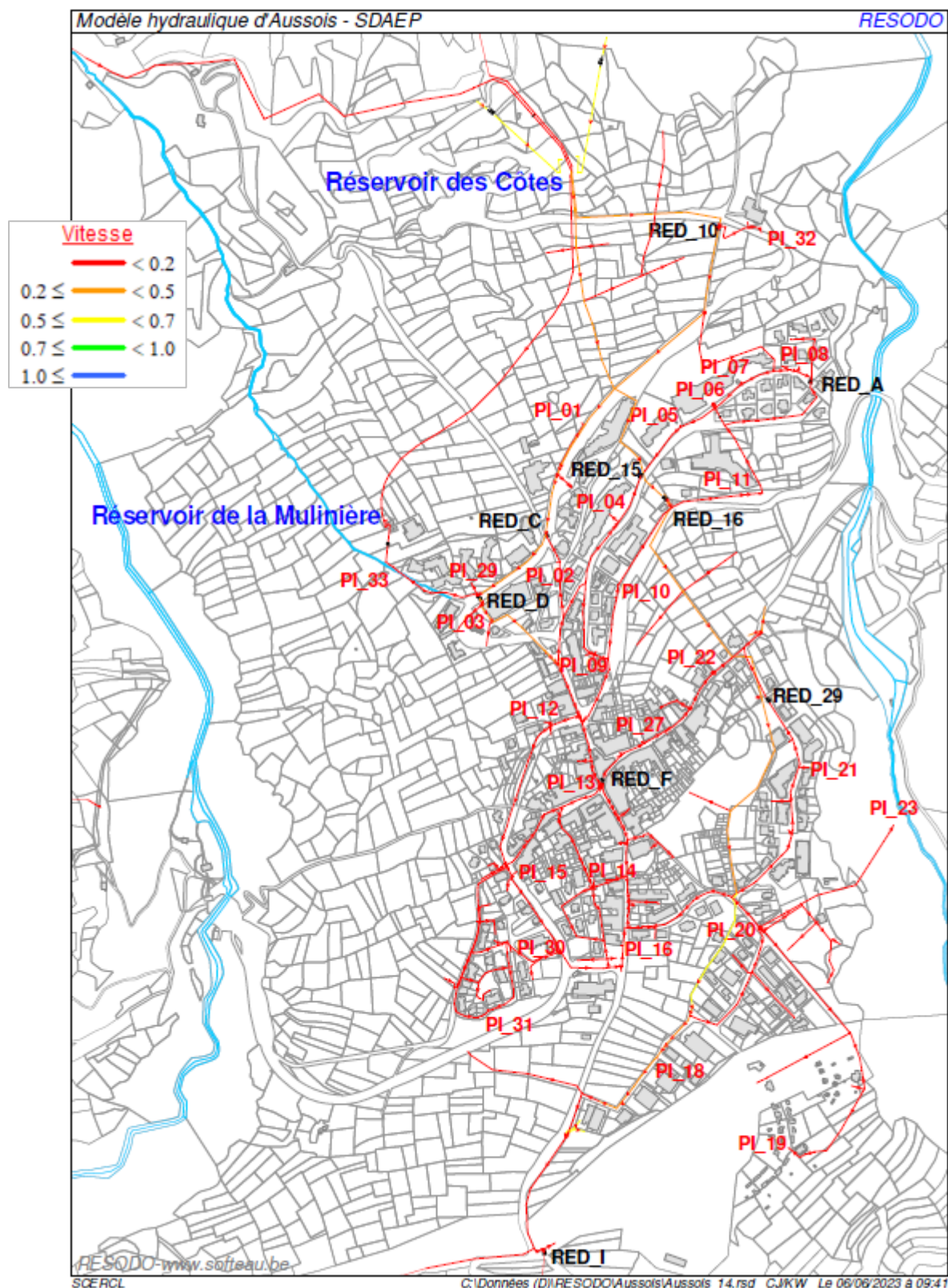


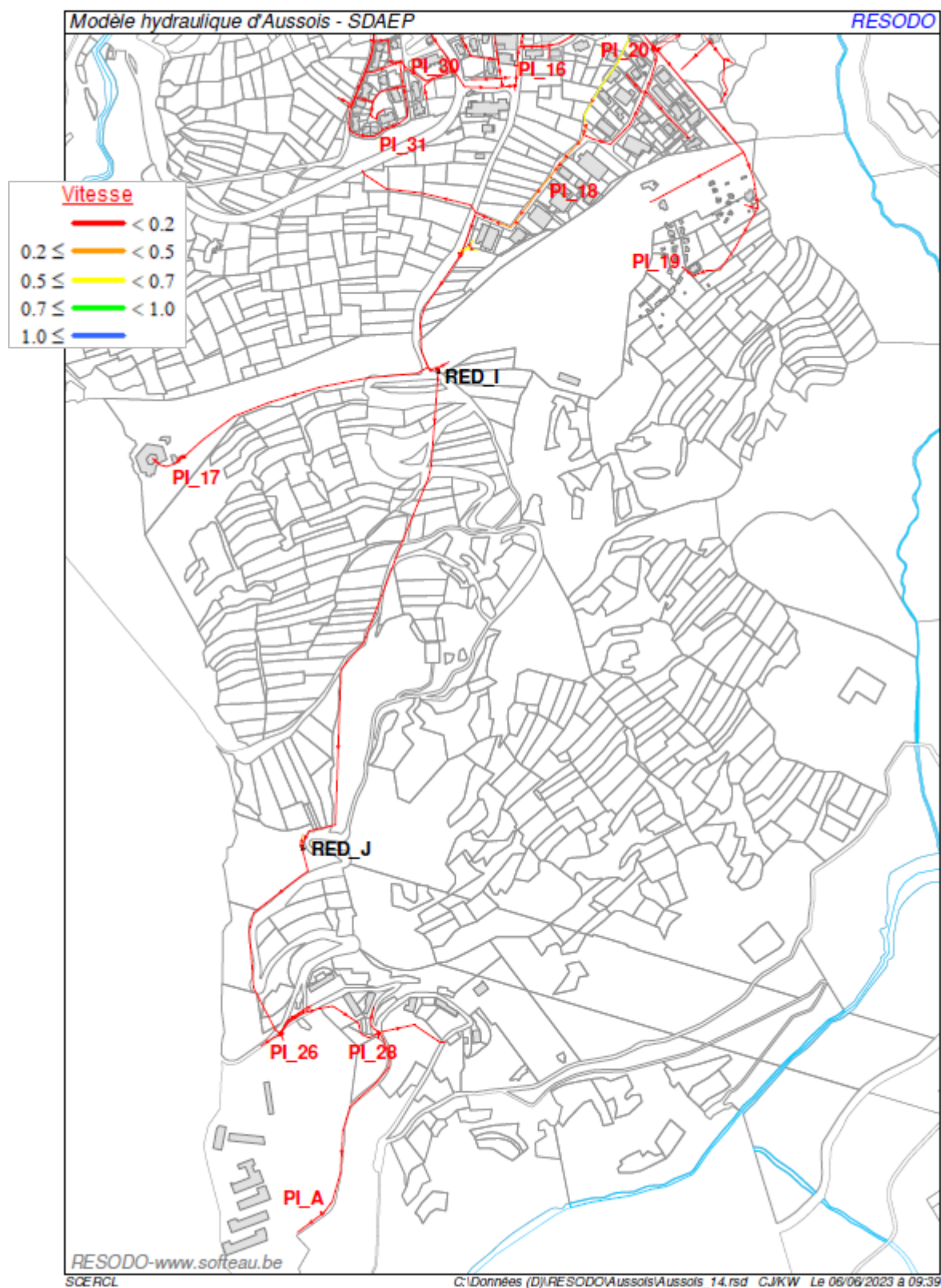
Le réservoir des Côtes marne très peu, même en période de consommation de pointe, témoignant d'un débit disponible bien supérieur à la demande.

VI.1.2. Analyse des vitesses

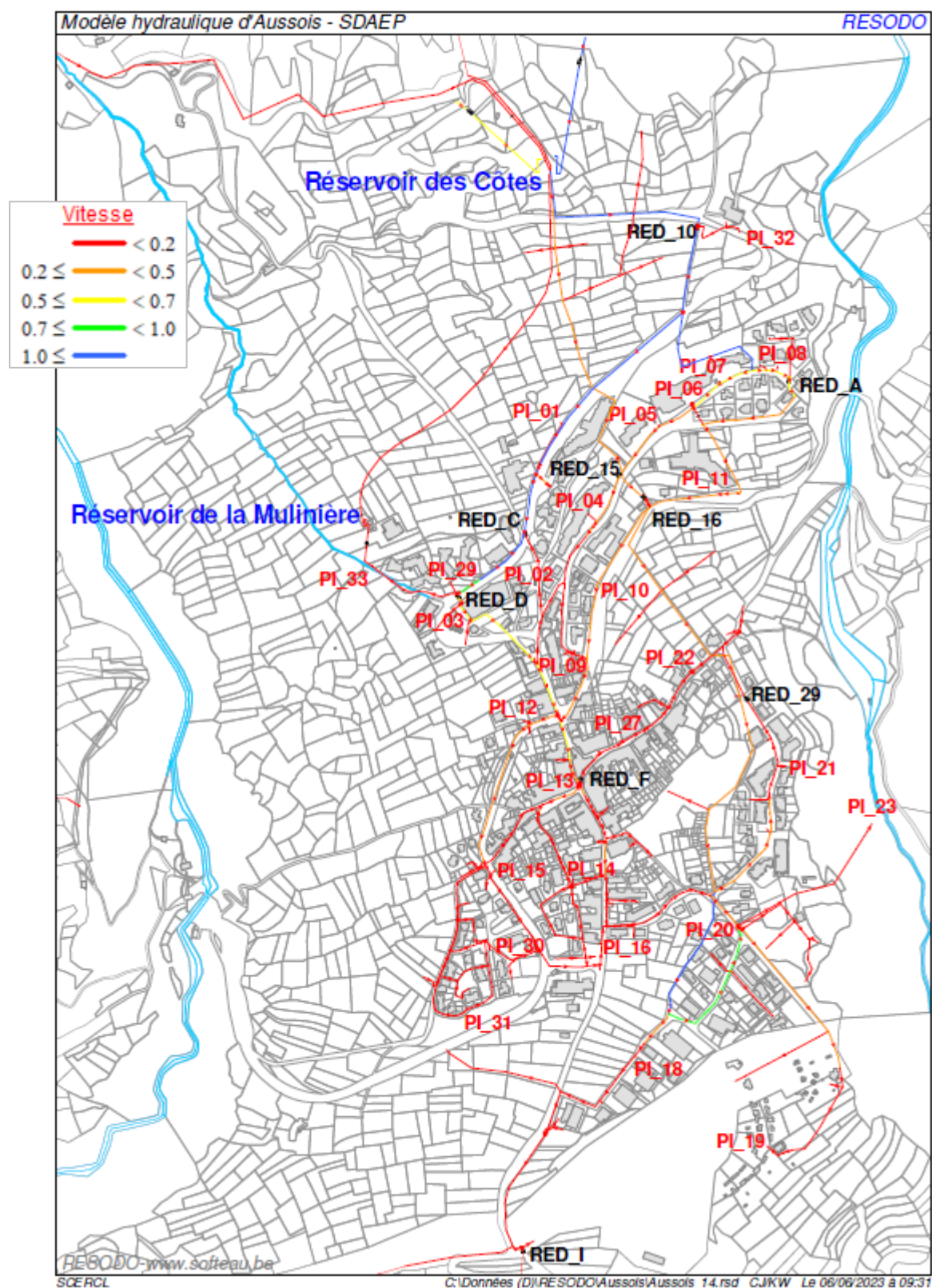
Théoriquement dans les conditions optimales de fonctionnement, la vitesse d'écoulement de l'eau dans les conduites doit être comprise entre 0,5 et 1,5 m/s hors refoulement. En effet, des vitesses inférieures à 0,5 m/s favorisent la formation des dépôts et les développements bactériens, et les vitesses supérieures à 1,5 m/s peuvent abraser les canalisations entraînant un vieillissement prématuré.

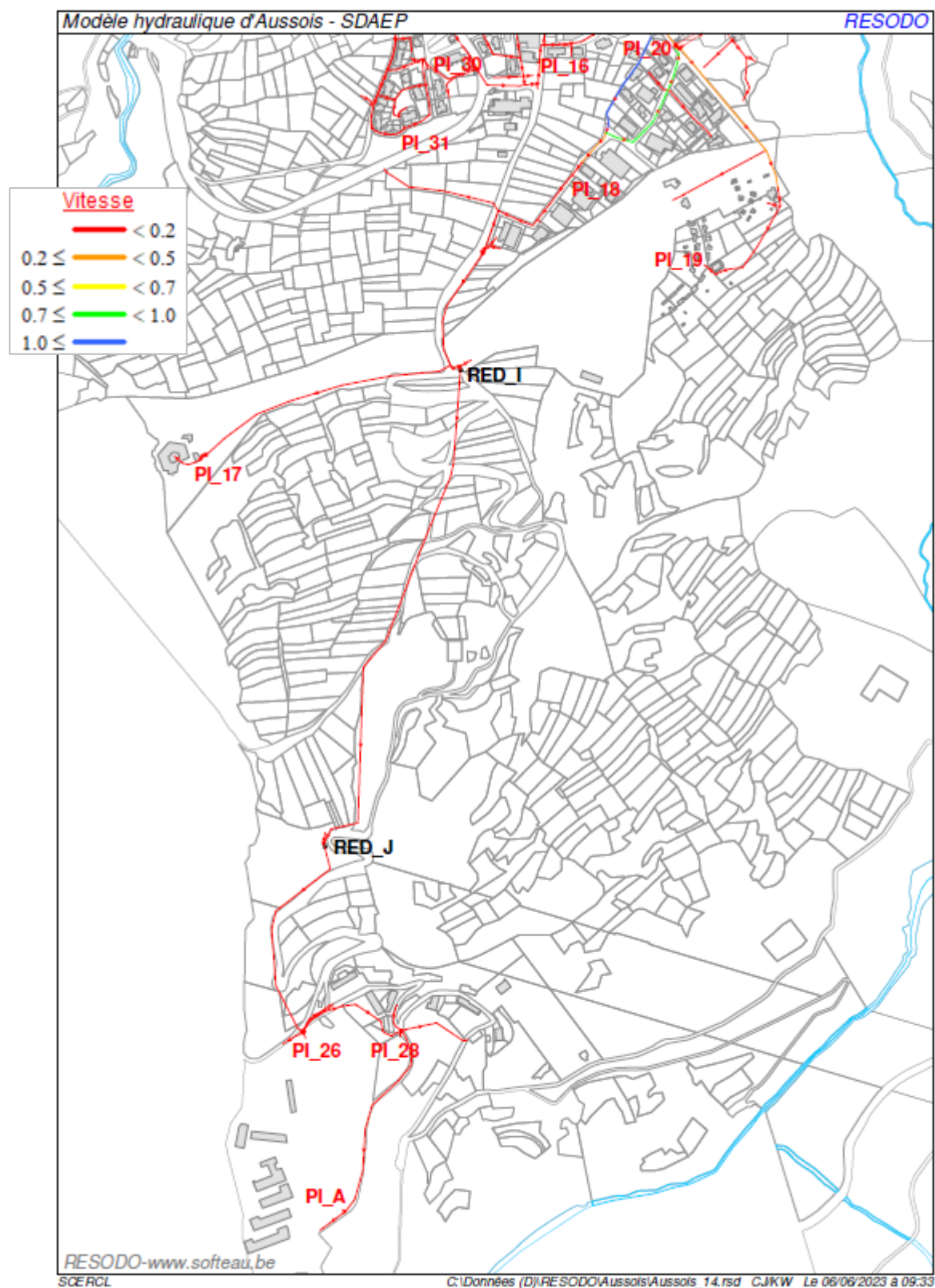
La carte ci-après présente les **vitesses minimales** journalières simulées sur le réseau en période de pointe de consommation :





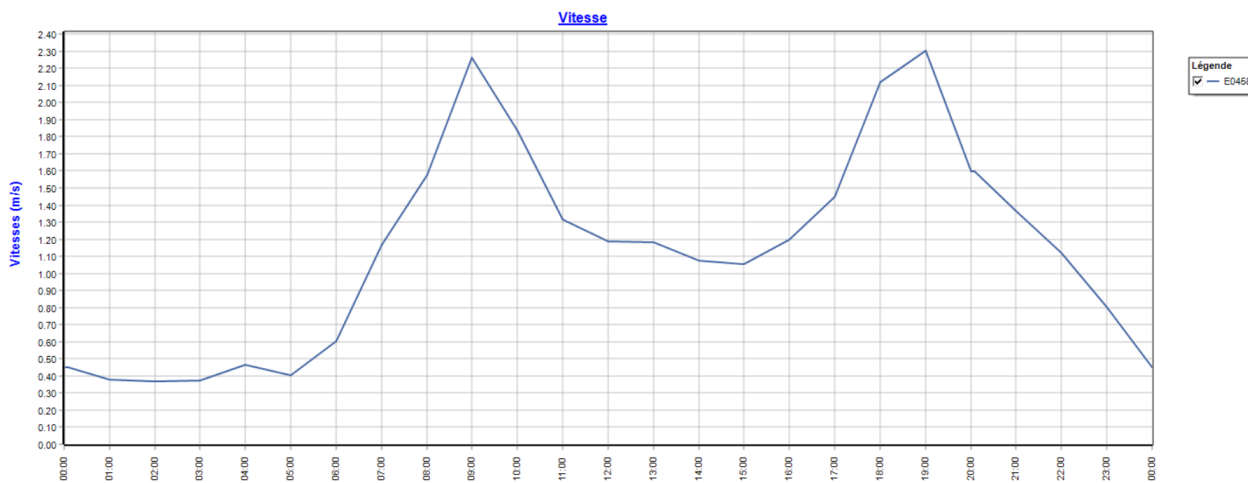
Vitesses minimales sur le réseau en consommation de pointe (fichier Aussois14.rsd)





Vitesses maximales sur le réseau en consommation de pointe (fichier Aussois14.rsd)

En consommation de pointe, les vitesses minimales sont très faibles majoritairement en dessous de 0.5 m/s. Les vitesses maximales sont un peu plus importantes, mais demeurent globalement faibles (inférieures à 0.5 m/s). Seule la conduite de tête dite « alimentation du village » monte à 2.3 m/s lors des pics de consommation à 9h et à 19h, comme le montre le graphique ci-dessous :



Cette analyse met en évidence que les vitesses journalières sont faibles sur la majeure partie du réseau avec des vitesses qui ne dépassent pas ou peu 1 m/s.

Les vitesses de circulation faibles peuvent altérer la qualité de l'eau.

Ces vitesses sont toutefois caractéristiques d'un réseau de distribution d'eau potable. Elles témoignent d'un dimensionnement des diamètres de canalisation un peu surévalué.

VI.1.3. Analyse des pressions

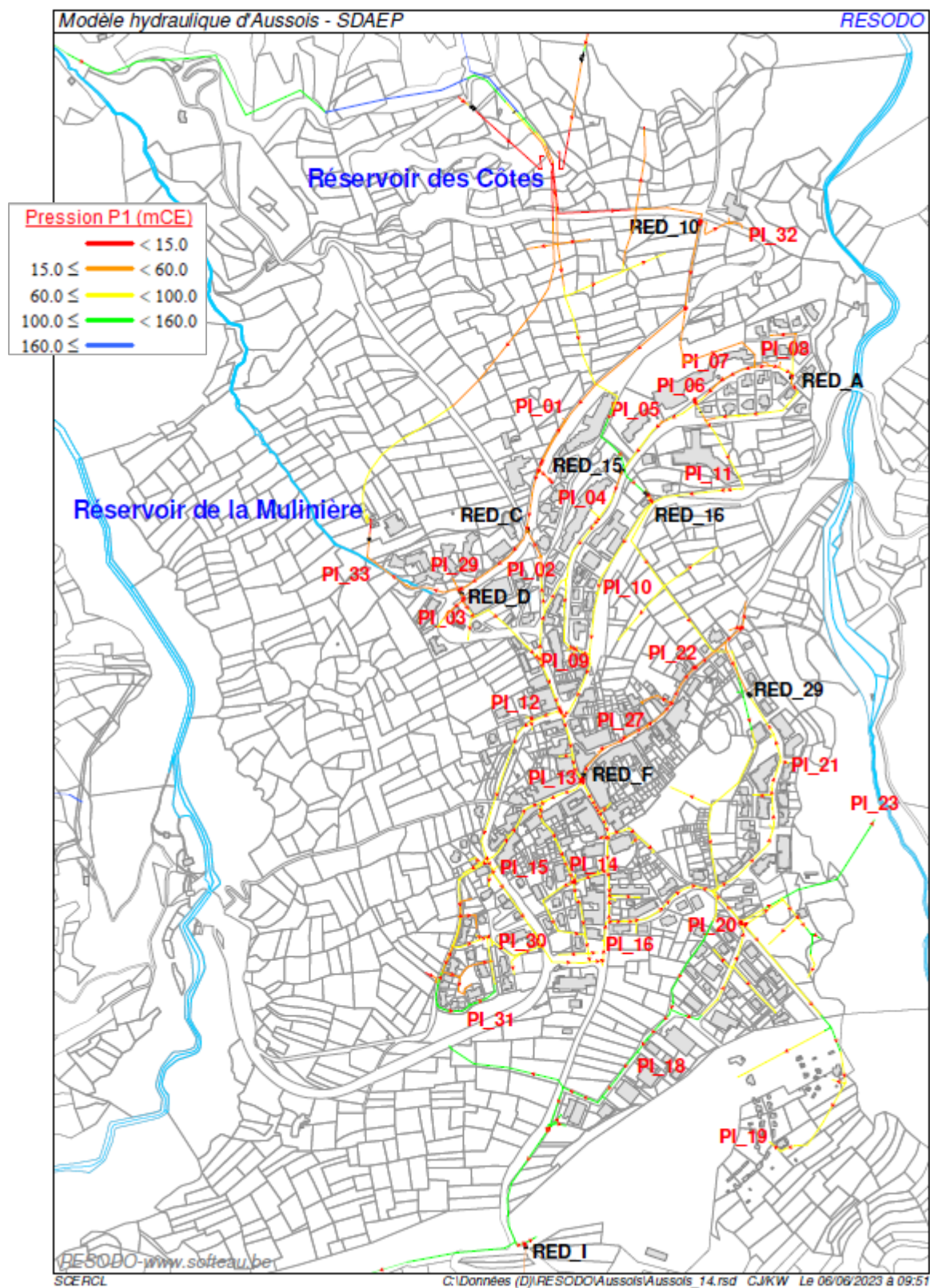
Les valeurs recommandées pour une **pression de confort sont comprises entre 2 et 6 bars sur le réseau**. Au-delà de 6 bars, la dégradation des équipements et le risque de fuites augmentent.

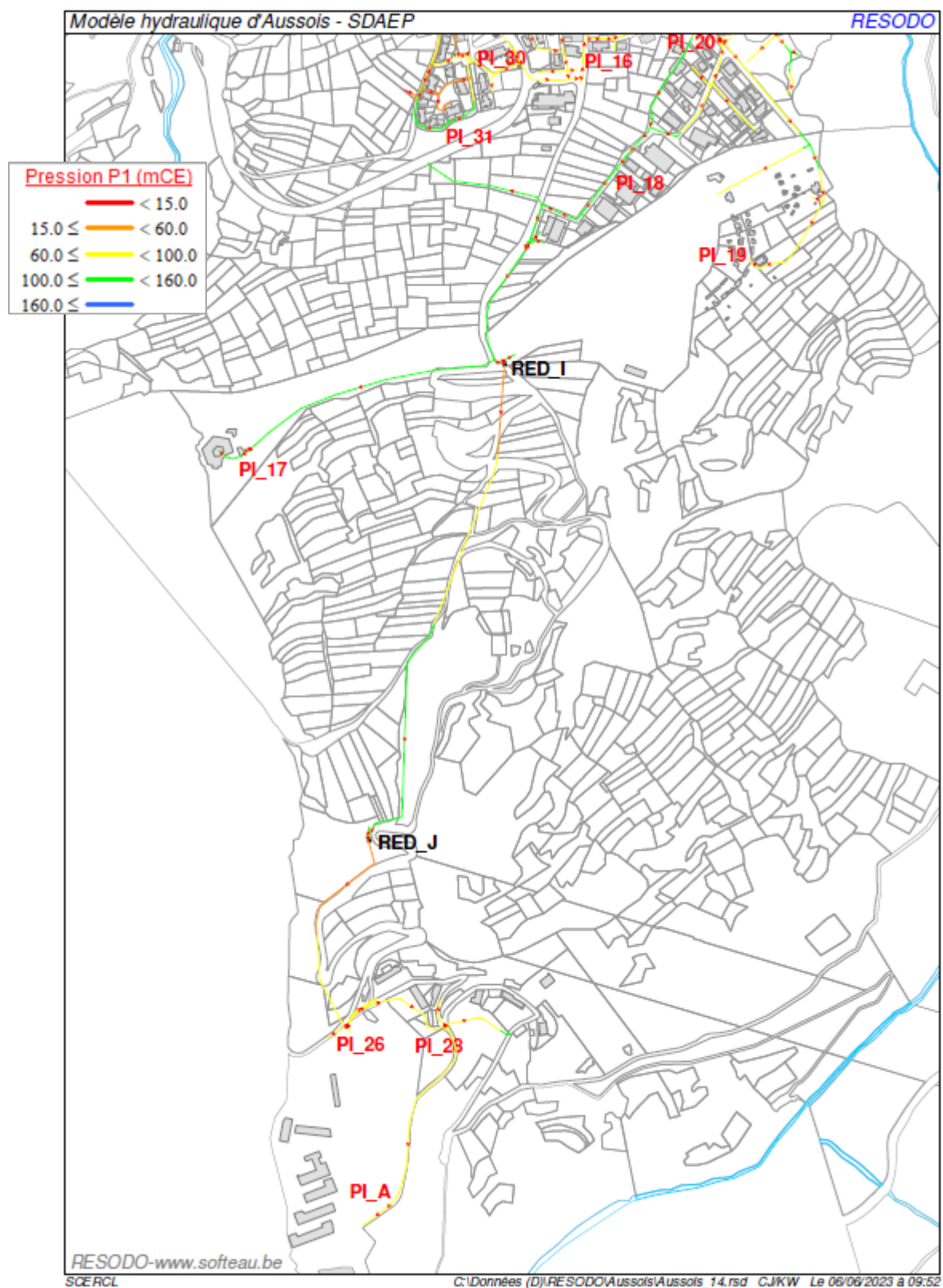
La réglementation française (décret du 20.12.01) impose une pression minimale de 0,3 bar en tous points de mise à disposition, c'est à dire jusqu'au compteur de branchement et à l'heure de pointe de la consommation. Néanmoins, cette valeur reste faible notamment pour les bâtiments à étage(s).

Les valeurs de consignes choisies pour établir les pressions min et max dans le cadre de cette étude sont les suivantes :

- Inférieure à 2,5 bars pour l'interprétation du manque de pression, pour prendre en compte les branchements longs, le dénivelé et les hauteurs de bâtiments ;
- Supérieure à 10 bars pour l'interprétation des fortes pressions ;
- Entre ces deux valeurs : pressions du réseau satisfaisantes.

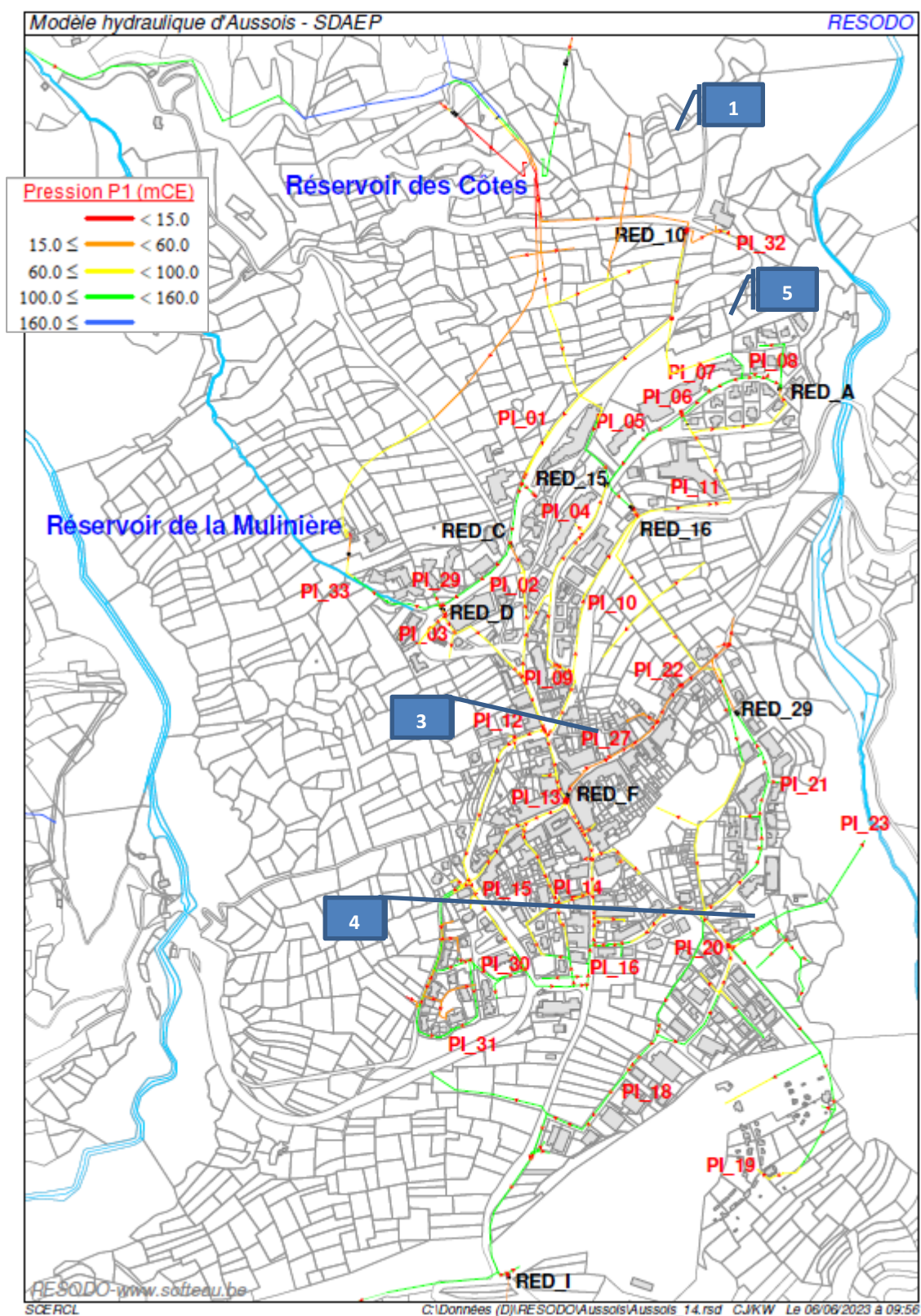
Les pressions représentées sur la carte suivante correspondent à la pression minimale sur une journée :

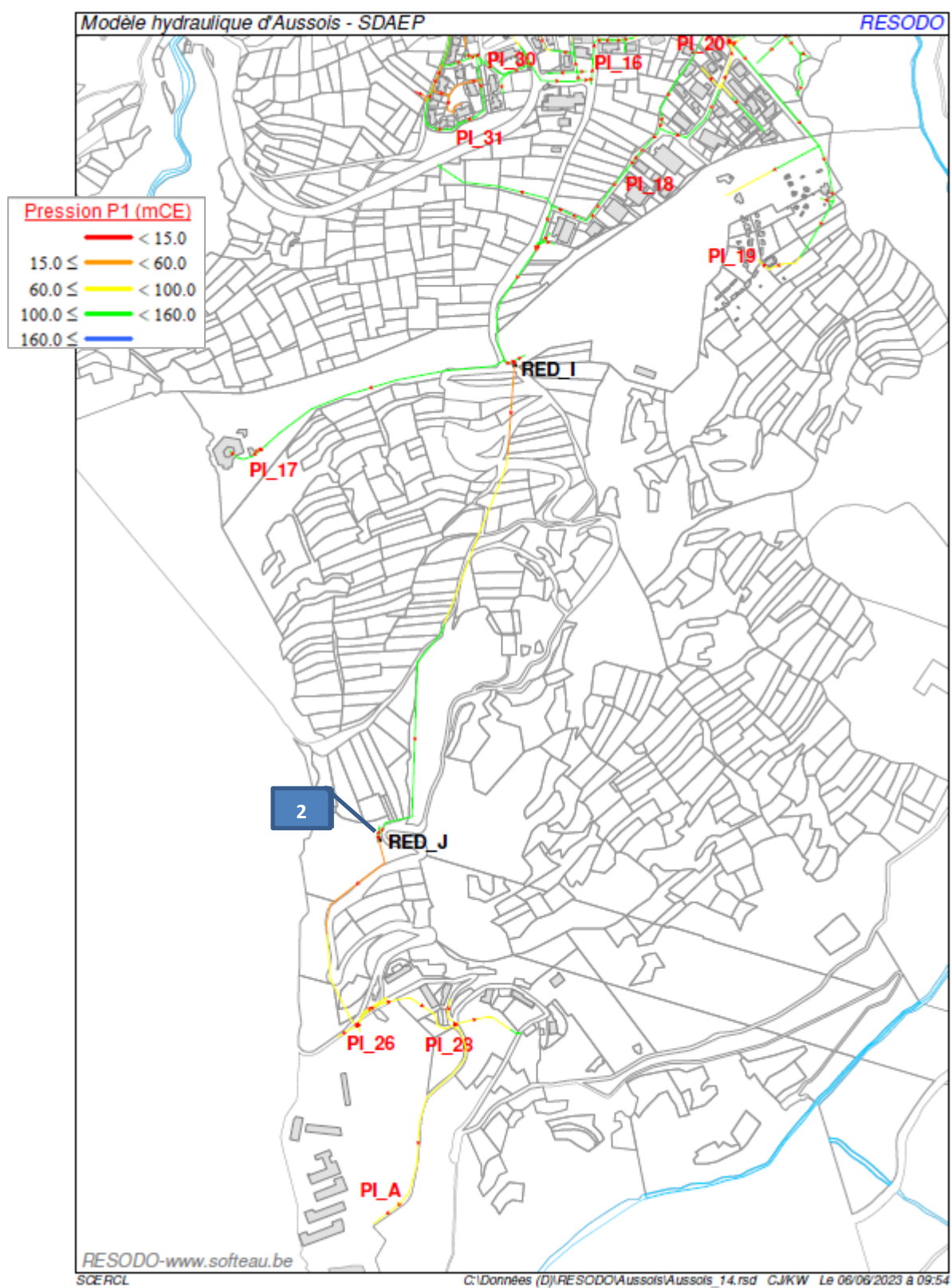




Pressions minimales sur le réseau en consommation de pointe (fichier Aussois14.rsd)

Les pressions représentées sur la carte suivante correspondent à la pression maximale sur une journée :





Pressions maximales sur le réseau en consommation de pointe (fichier Aussois14.rsd)

De même qu'en situation de consommation moyenne, en consommation de pointe, la pression varie de 1,4 à 15,5 bars dans tout le réseau. La pression moyenne est environ de 11,5 bars.

Un seul secteur présente une pression inférieure à 2,5 bars sur l'antenne irrigation, au Nord-Est du réservoir des Côtes (1.4 bars).

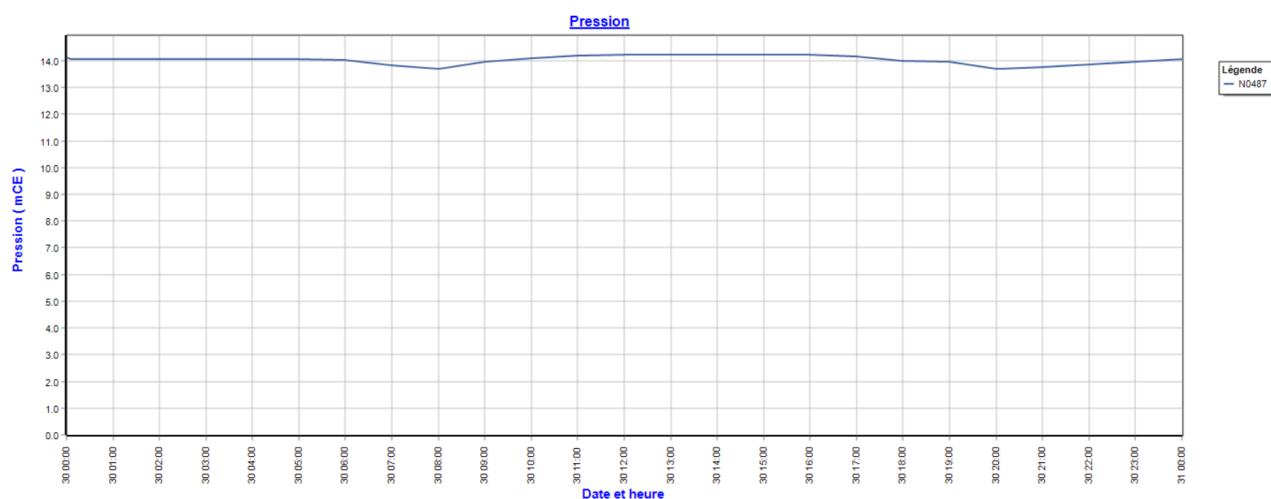
Certains secteurs présentent des pressions supérieures à 10 bars mais ne dépassent pas les 16 bars (secteurs en vert sur les cartes ci-dessous).

Les pressions sont globalement élevées sur le réseau avec une très grande majorité des secteurs situés au-dessus de 6 bars. Certaines zones du réseau présentent des pressions supérieures à 10 bars.

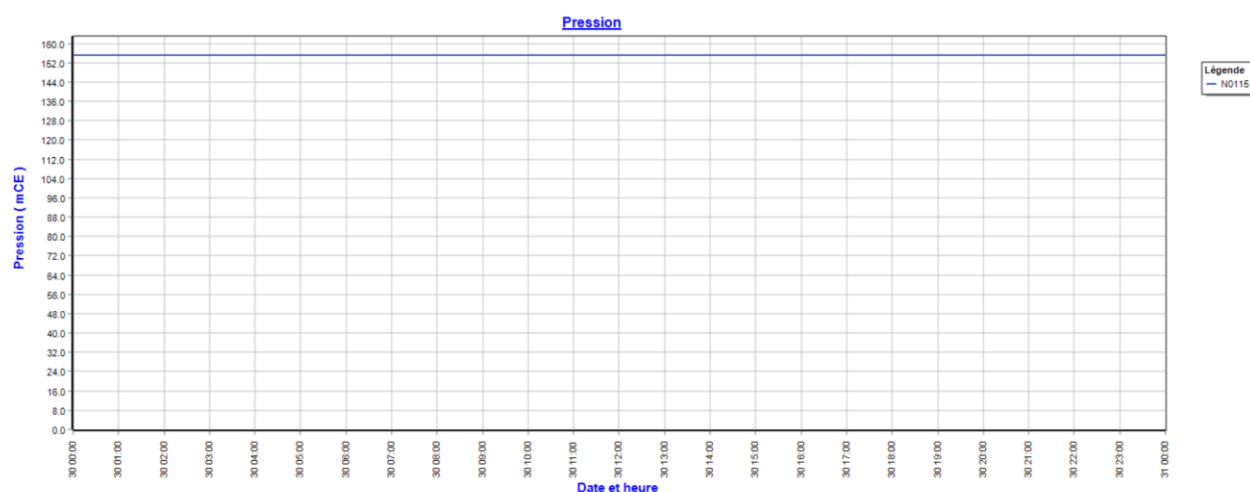
Les pressions peuvent varier au cours de la journée de façon significative en fonction des secteurs et parfois de manière importante (4 bars).

Les courbes suivantes représentent les pressions sur 24h en différents points du réseau :

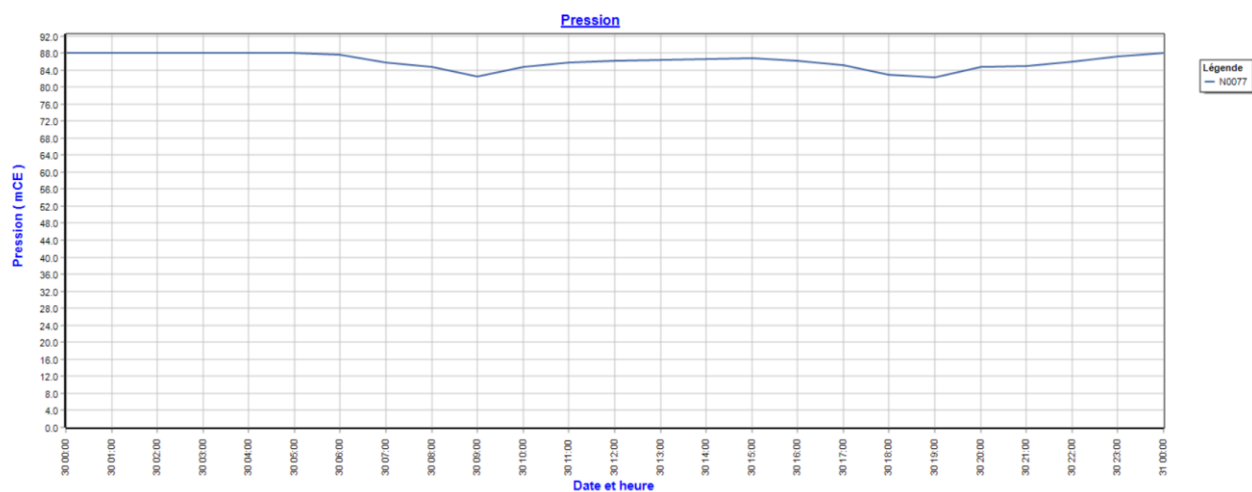
➤ **Point 1 :**



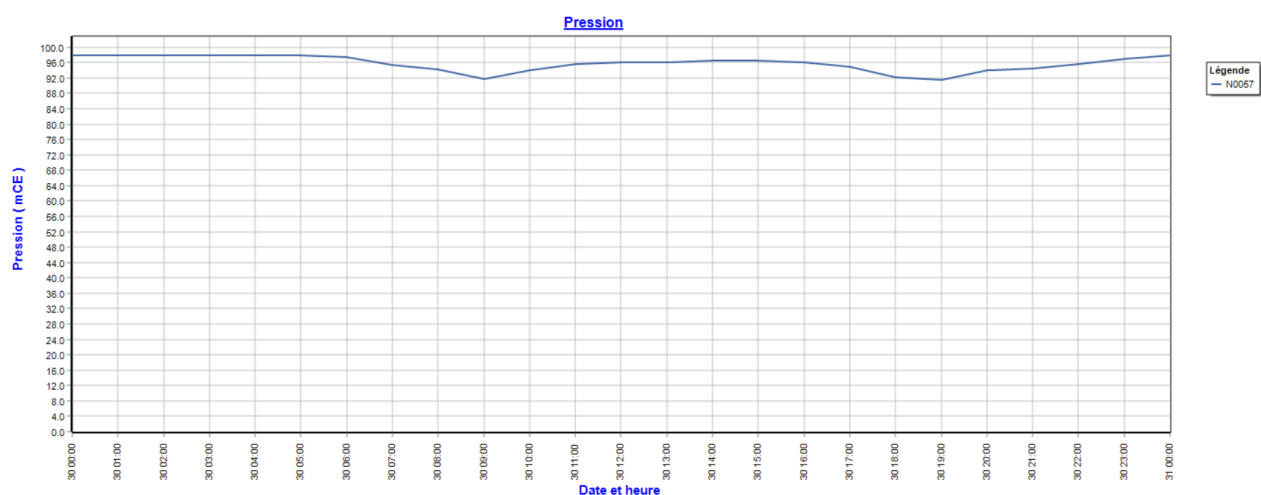
➤ **Point 2 :**



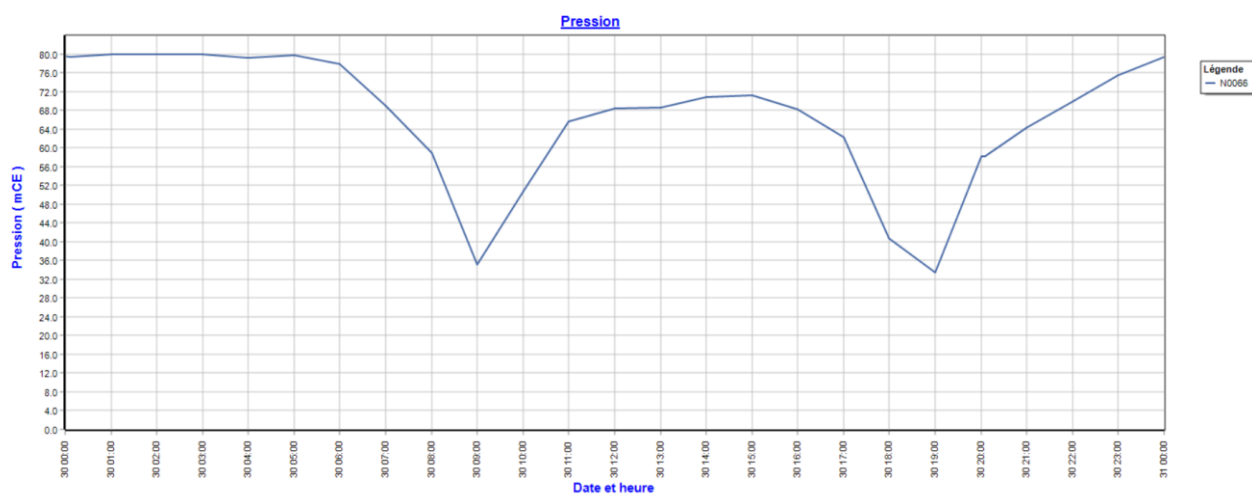
➡ **Point 3 :**



➡ **Point 4 :**



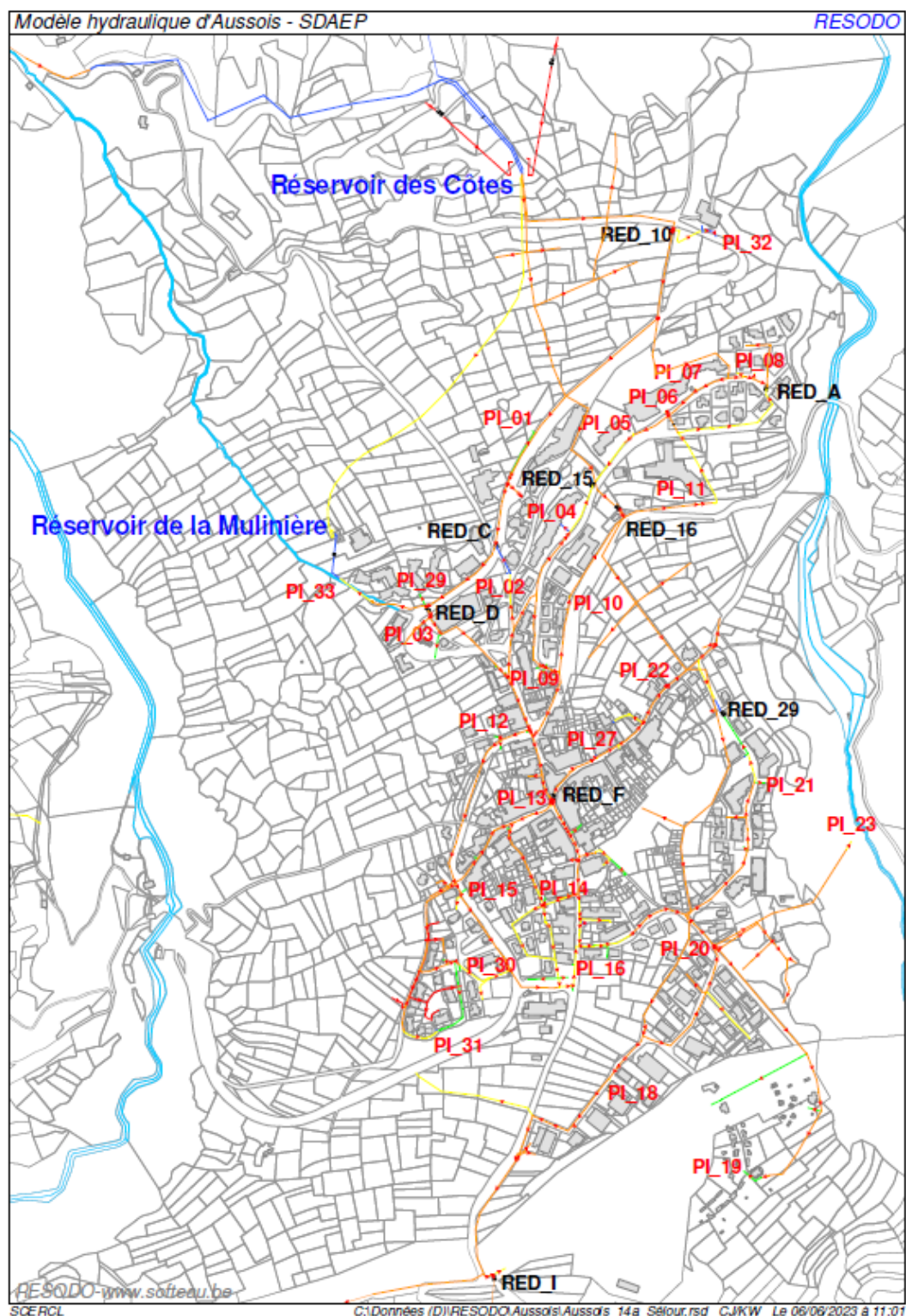
➡ **Point 5 :**

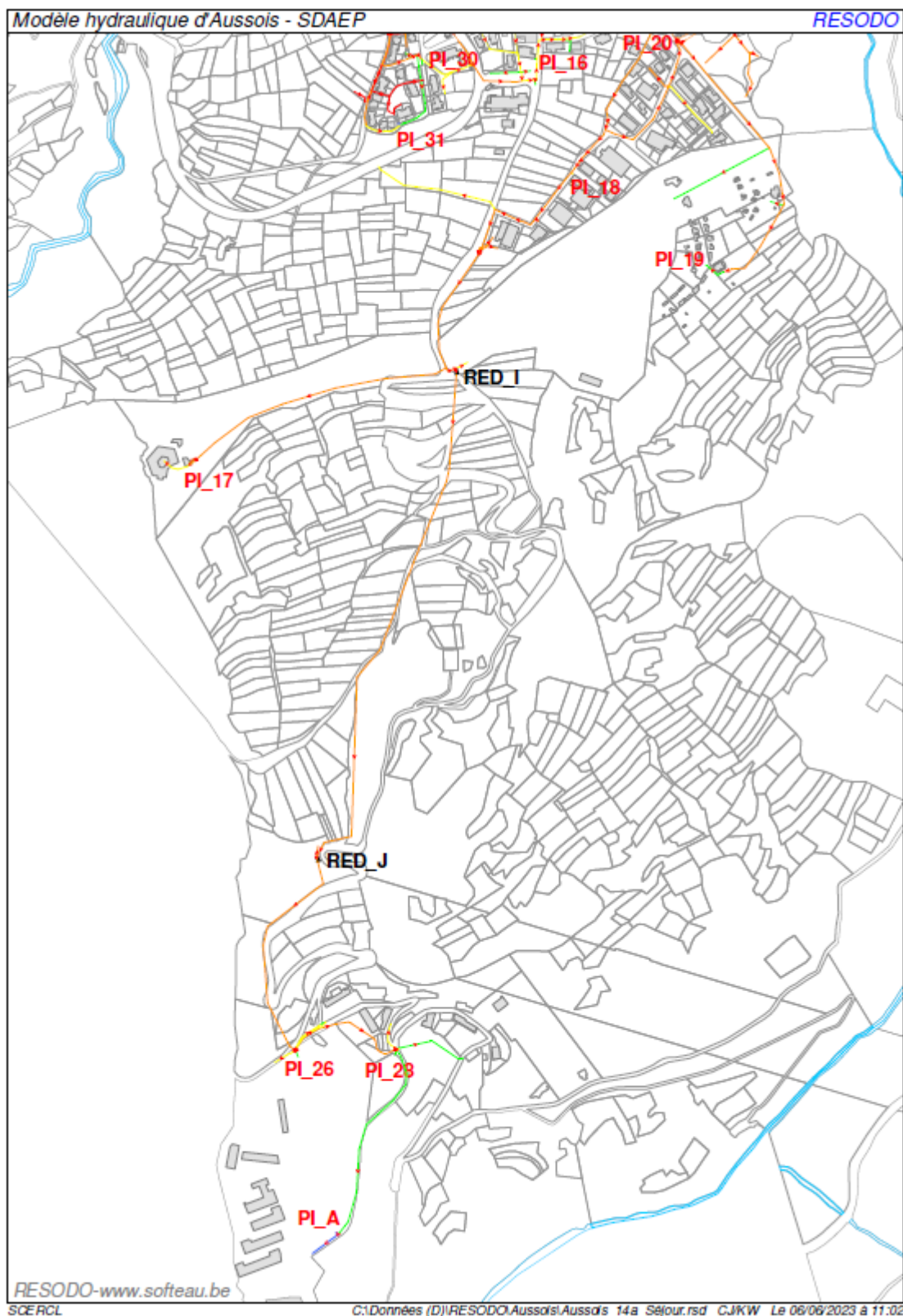


VI.1.4. Contrôle des temps de séjour

Le logiciel permet de simuler le temps de séjour de l'eau dans les canalisations, un temps de séjour conséquent peut altérer la qualité de l'eau.

La carte suivante présente le temps de séjour maximum de l'eau au sein des canalisations en situation de pointe, la simulation est faite sur 20 jours.





Temps de séjour maximum sur le réseau en situation de pointe (fichier Aussois14a_Séjour.rsd)

Le temps de séjour a été étudié pour la consommation de pointe actuelle de 1449 m³/j dont 240 m³/j de fuites environ.

Les temps de séjour sont très corrects en période de consommation de pointe, ne dépassant pas les 2 jours sur tout le réseau. Idéalement, le temps de séjour ne devrait pas dépasser 2 jours entre le point de mise en distribution et l'abonné.

Le temps de séjour sur la majorité du réseau principal est comprise entre 6 et 12 h. Quelques antennes présentent un temps de séjour entre 18 et 24h.

Le renouvellement de l'eau dans le réservoir des Côte est de 6h52.

VI.1.5. Analyse de la défense incendie

En situation actuelle et en consommation de pointe (1449 m³/j), 5 poteaux incendie ne donneraient pas satisfaction d'après le modèle dont c'était déjà le cas en situation moyenne pour 3 d'entre eux :

- PI 01 : 48.2 m³/h sous 1 bar
- PI 23 : 33.5 m³/h
- PI 17 : 0.6 b à 60 m³/h - 59 m³/h sous 1 bar

Les poteaux PI 05 et PI 32 seraient affectés dans leurs performances en situation de pointe :

- PI 05 : 0.6 b à 60 m³/h - 58.3 m³/h sous 1 bar
- PI 32 : 0.1 b à 60 m³/h - 51.8 m³/h sous 1 bar

Il serait intéressant de mesurer ces poteaux en période de pointe avant de proposer des travaux. D'une manière générale, il serait nécessaire de mesurer l'ensemble des poteaux dans la configuration actuelle du réseau (les pressions étant calées différemment en 2019 lors des derniers essais).

PI	Résultat modélisation		Valeur terrain (23/09/2019)	
	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)
PI_20	156.60	8.0	123	5.1
PI_26	93.60	5.5	90	3.4
PI_21	125.64	6.0	105	3.1
PI_22	71.28	2.0	120	5.2
PI_11	110.88	6.0	75	2.2
PI_08	64.08	1.7	63	1.1
PI_03	144.36	4.7	97	3.1
PI_02	131.76	4.5	100	2.4
PI_10	124.92	6.0	65	4.9
PI_09	149.40	6.4	66	4.8
PI_12	151.56	6.9	127	4.8
PI_13	145.44	7.1	82	3.8
PI_15	141.48	7.7	104	5.4
PI_14	140.40	7.5	65	4.9
PI_16	156.60	8.4	115	5.2
PI_04	104.04	4.5	122	4.2
PI_19	66.24	2.3	54	0
PI_05	58.32	0.6	75	2.2
PI_23	33.48	-26.7	0	0
PI_17	59.04	0.6	40	0
PI_28	89.64	5.0	96	6.8
PI_27	102.96	2.9	115	3.1
PI_29	91.08	2.1	97	2.9
PI_30	136.44	8.0	100	4.6
PI_31	130.32	8.4	101	3.2
PI_07	62.64	1.5	78	1.9
PI_01	48.24	-0.1	64	1.5
PI_33	77.76	1.2	60	1
PI_18	127.08	8.5	129	4.9
PI_32	51.84	0.1	66	1.9
PI_A	75.24	3.5		
PI_06	60.84	1.1	73	2.4

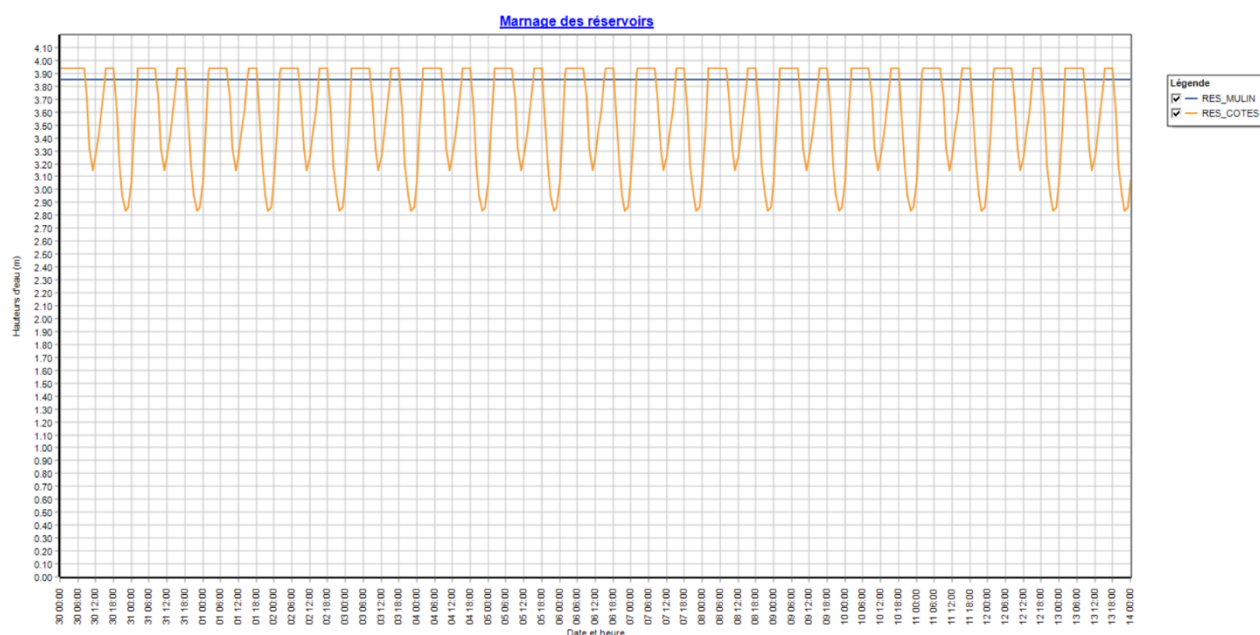
VI.2. Situation critique : avec le débit d'étiage sévère de 19 L/s

VI.2.1. Analyse du marnage des réservoirs

Nous considérons ici l'étiage le plus sévère, rencontré le 6 avril 2006 de 14.5 L/s à la Fournache et de 4.5 L/s à Plan d'Aval et de la consommation de pointe de 1449 m³/j.

Cette situation critique entraîne le marnage du réservoir des Côtes sur 1.1 mètre. Historiquement, la commune d'Aussois a déjà connu un tel débit, en avril 2006, mais à ce moment-là, la consommation n'était pas en pointe.

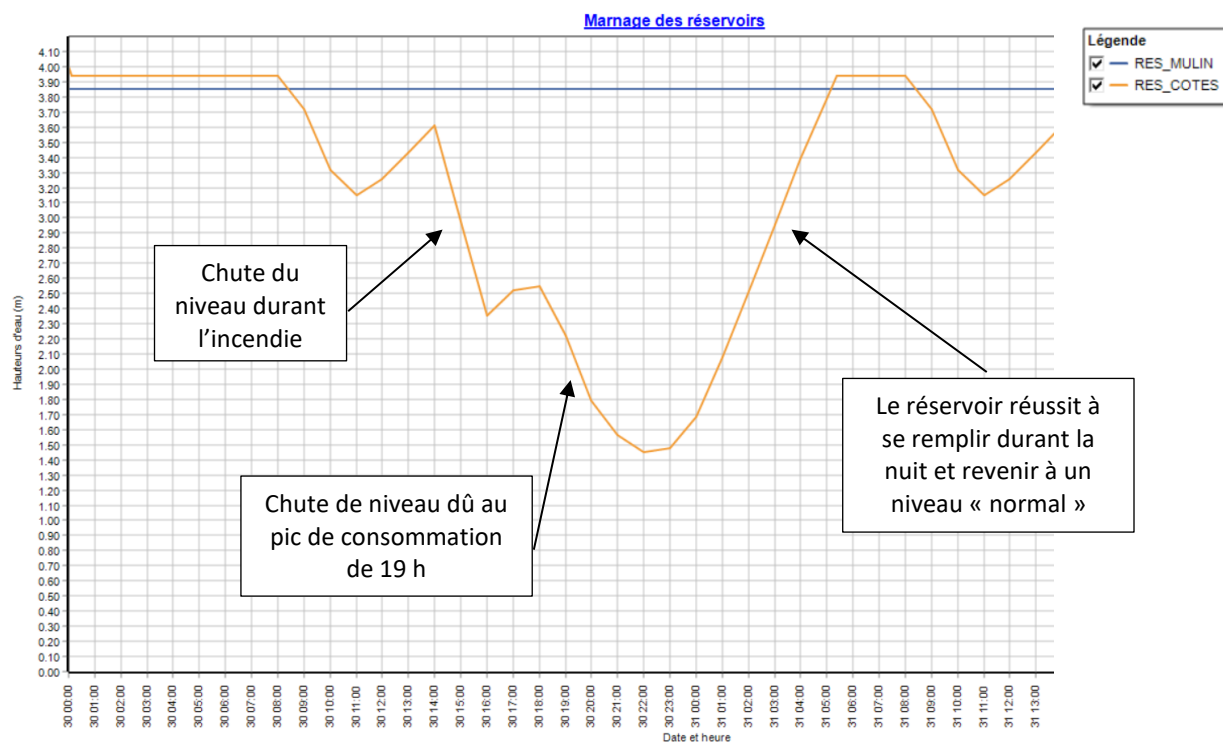
Ce phénomène montre que le volume du réservoir des Côtes présente un volume assez juste lorsque le débit est critique.



VI.2.2. Analyse de la défense incendie

Les poteaux donnent les mêmes résultats de débit et de pression qu'en situation actuelle de pointe avec un débit d'étiage disponible de 26 L/s, à ceci près que le réservoir subit une baisse de niveau plus importante (le niveau descend à 2.35 m), puis chute à nouveau avec le pic de consommation du soir à 1.40 m, mais réussit néanmoins à se remplir à nouveau pendant la nuit.

L'absence de réserve suffisante pour la consommation de pointe et pour l'incendie se fait ressentir, comme le montre le graphique suivant :



Exemple d'utilisation du PI 07 à 14h à 60 m³/h sous 1 bar de pression pendant 2 heures et d'incidence sur le niveau de l'eau dans le réservoir des Côtes

VII. Situation future : Fonctionnement en pointe de consommation

En situation future à court/moyen terme, il est prévu :

- 46 logements permanents supplémentaires, soit 87 habitants permanents supplémentaires dont la consommation a été estimée à **13 m³/j**.
- Occupation des 18 logements vacants actuels, soit **6 m³/j** supplémentaires.
Ces consommations seront réparties pour 4 m³/j (14 logements) sur la zone UC de la Fintan et le reste, sur l'ensemble des nœuds de consommation permanente.
- 600 lits touristiques pour l'OAP de la Cordaz, soit **90 m³/j**.
- 200 lits touristiques pour le programme immobilier du camping, soit **30 m³/j**.

La consommation de pointe actuelle est de 1449 m³/j. **La consommation de pointe future atteindra alors 1588 m³/j soit 139 m³/j supplémentaire.**

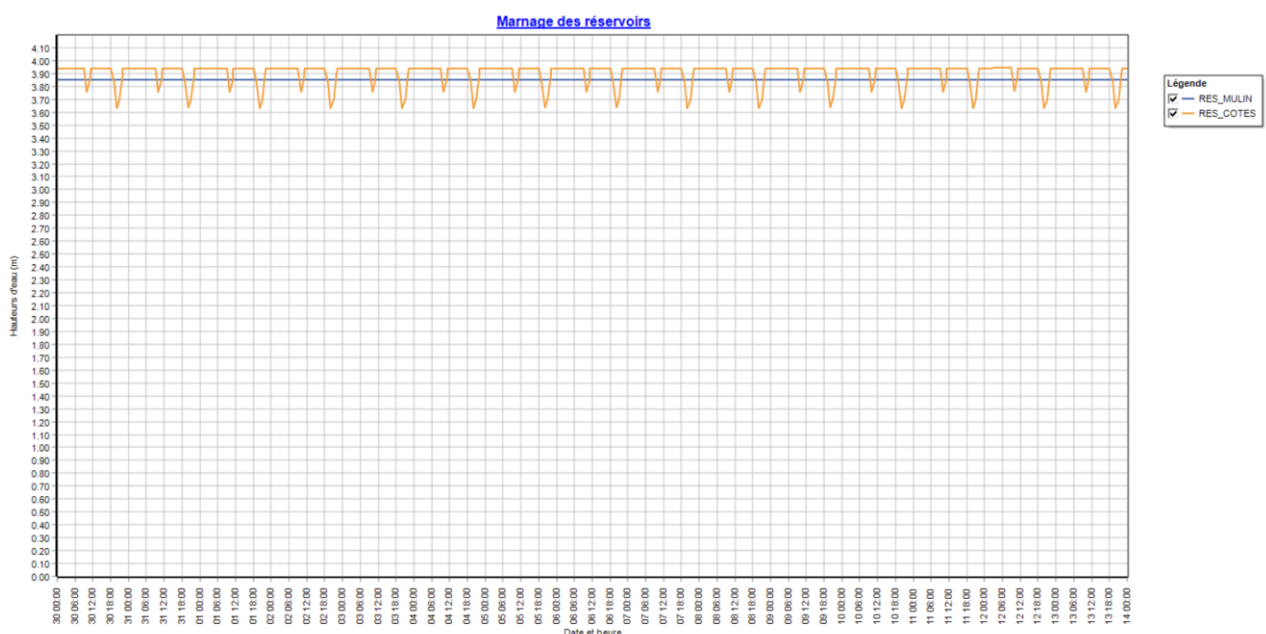
Il est à noter que dans la situation future, le niveau des fuites a été conservé bien que certaines aient été réparées.

Différentes simulations en situation future sont donc étudiées ci-après :

VII.1. Situation moyenne : avec un débit des sources de 26,6 L/s (débit interannuel minimum de 1996 à 2013)

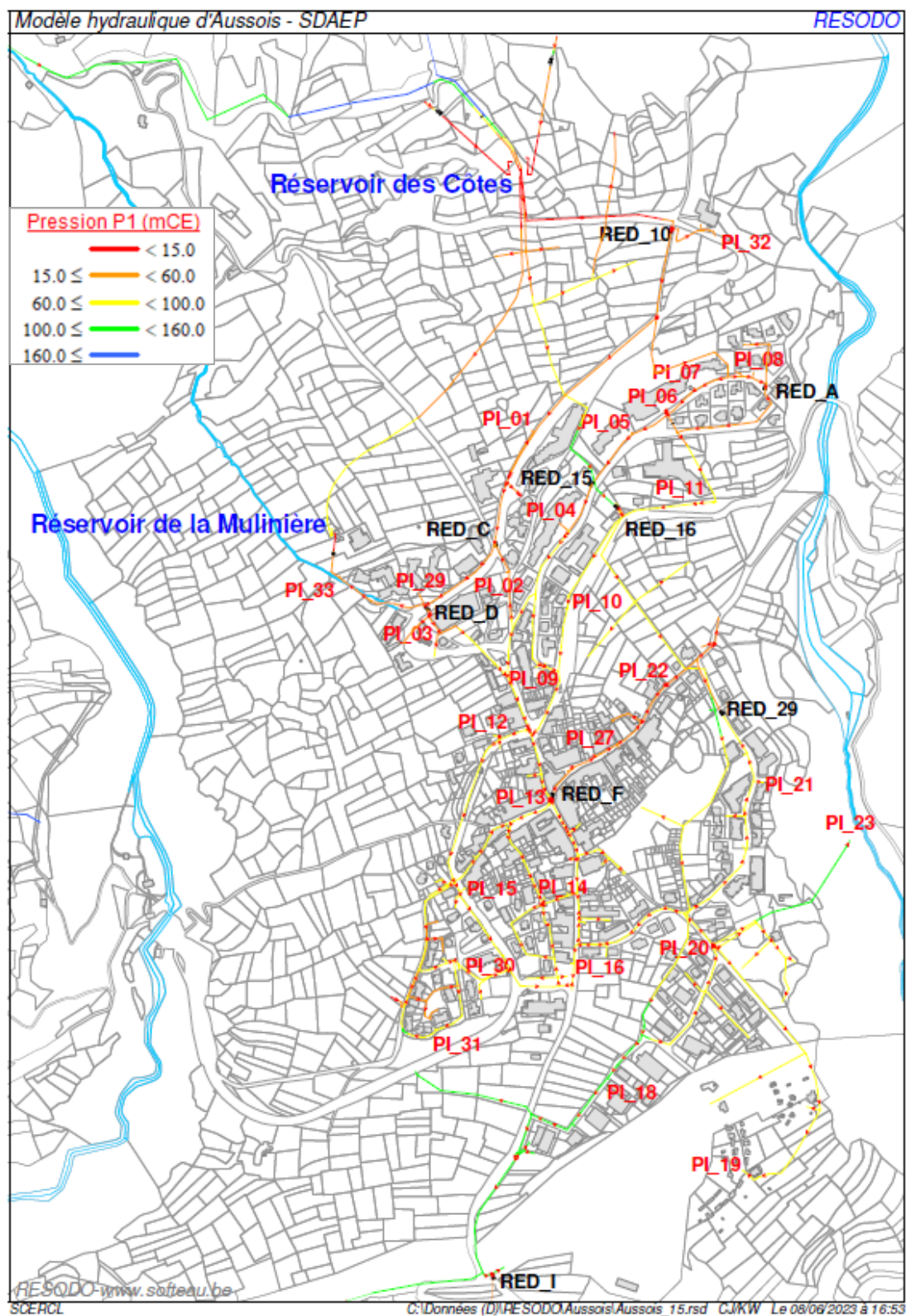
VII.1.1. Marnage des réservoirs

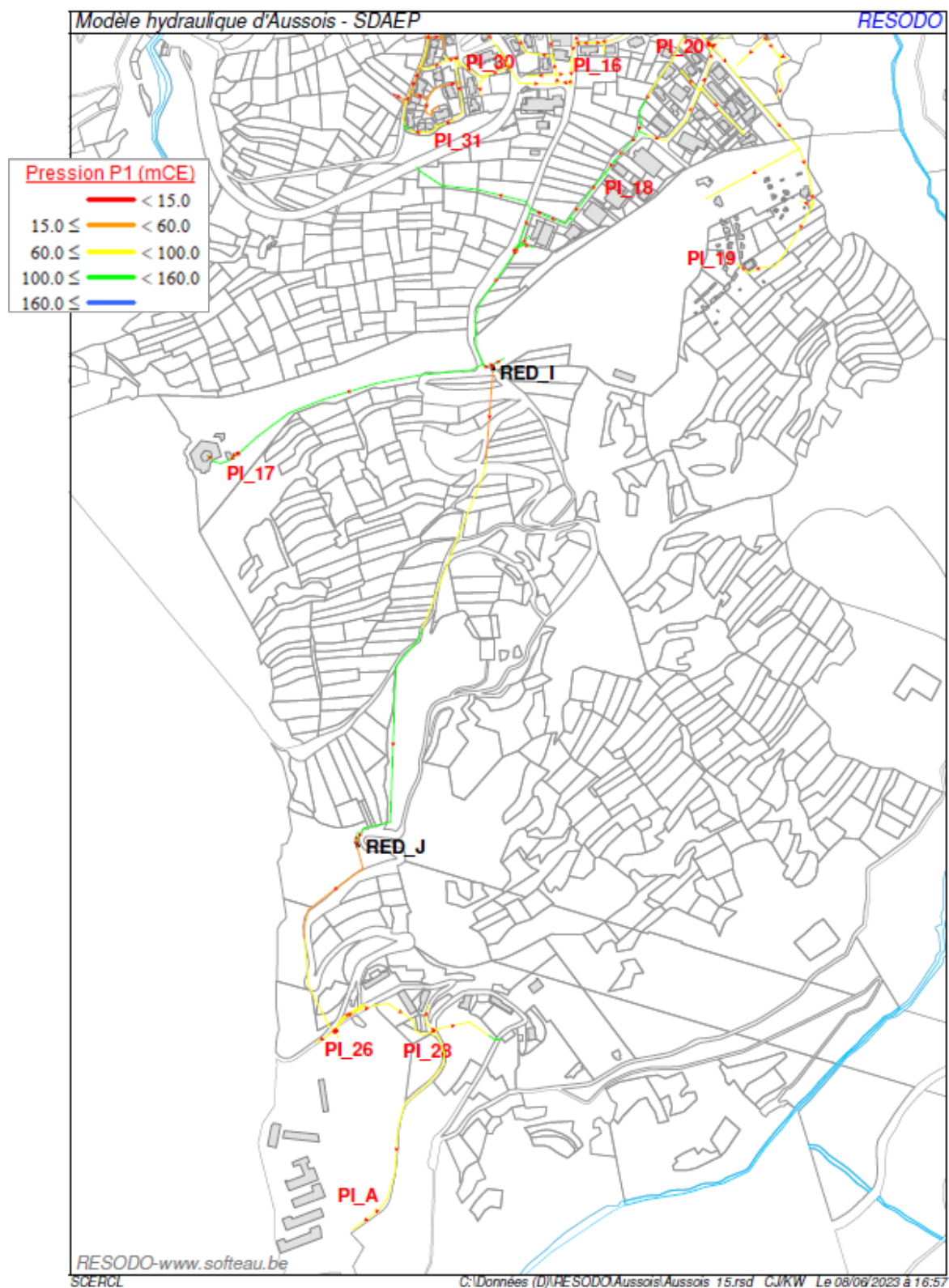
En situation future avec un débit de 26 L/s en entrée, le réservoir des Côtes marne en fonction de la consommation. Le niveau diminue de 30 cm lors du pic de consommation mais se rétablit en 2 heures environ. Pour l'autre réservoir, il n'y a pas de changement par rapport à la situation actuelle (niveau stable).



VII.1.2. Analyse des pressions

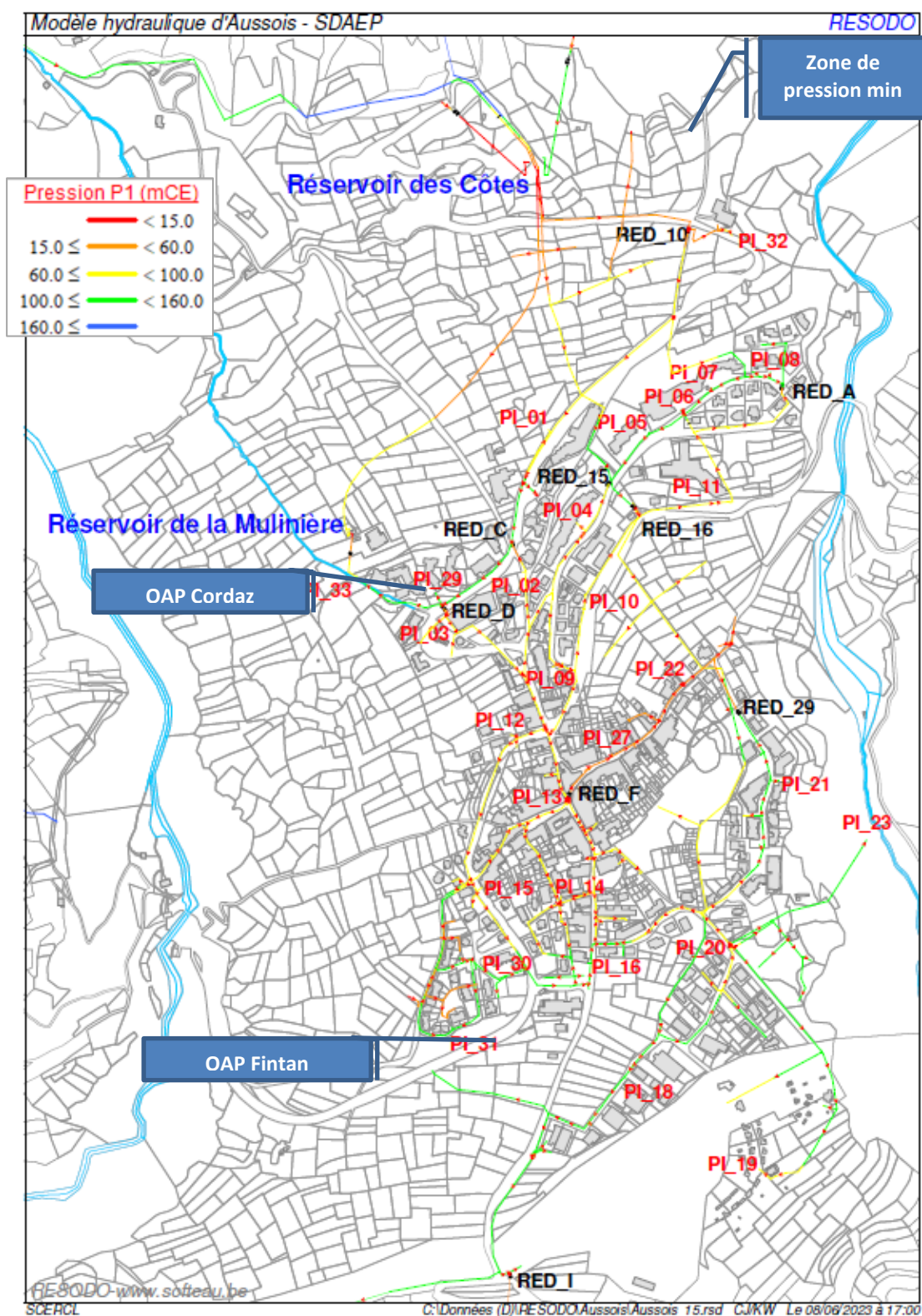
Les pressions représentées sur la carte suivante correspondent à la pression minimale sur une journée de consommation de pointe future :

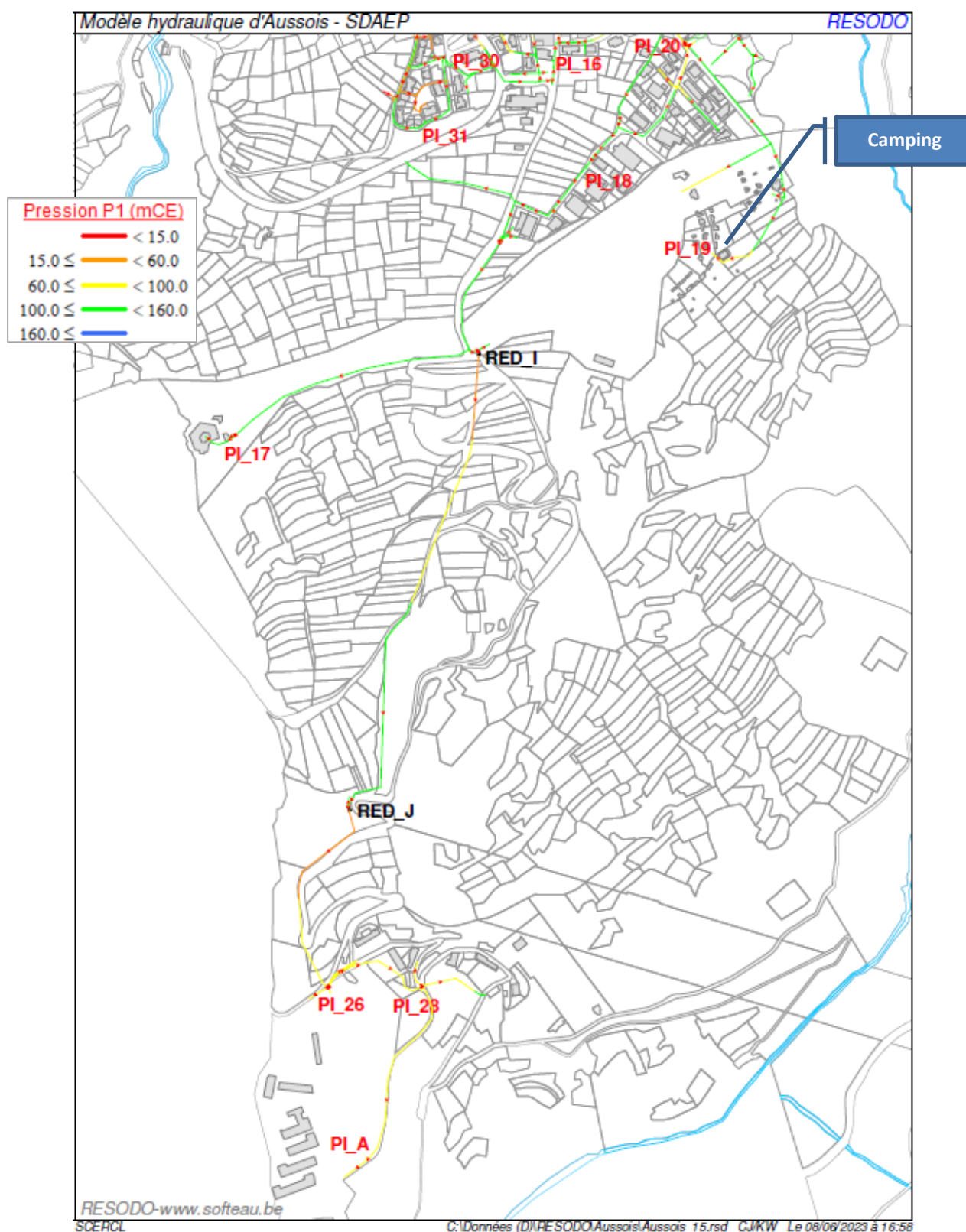




Pressions minimales sur le réseau en consommation de pointe (fichier Aussois15.rsd)

Les pressions représentées sur la carte suivante correspondent à la pression maximale sur une journée de consommation de pointe future :





Pressions maximales sur le réseau en consommation de pointe (fichier Aussois14.rsd)

Globalement, il n'est pas noté d'évolution sensible des pressions en situation de pointe future par rapport à la situation de pointe actuelle. La pression varie de 1,4 à 15,5 bars dans tout le réseau

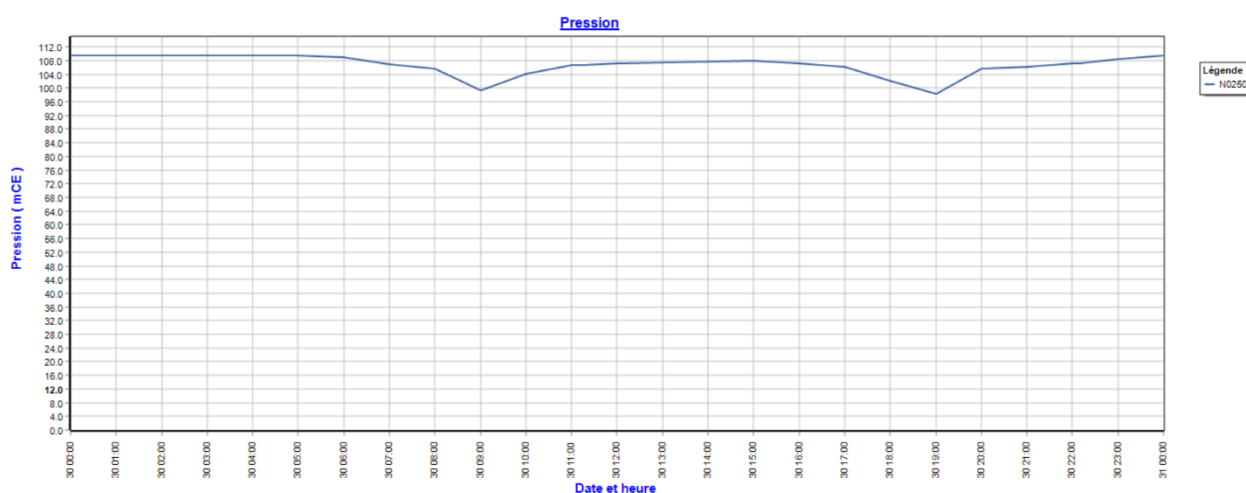
Le même secteur présente une pression inférieure à 2,5 bars sur l'antenne irrigation, au Nord-Est du réservoir des Côtes (1.3 bars).

Certains secteurs présentent des pressions supérieures à 10 bars mais ne dépassent pas les 16 bars (secteurs en vert sur les cartes ci-avant.

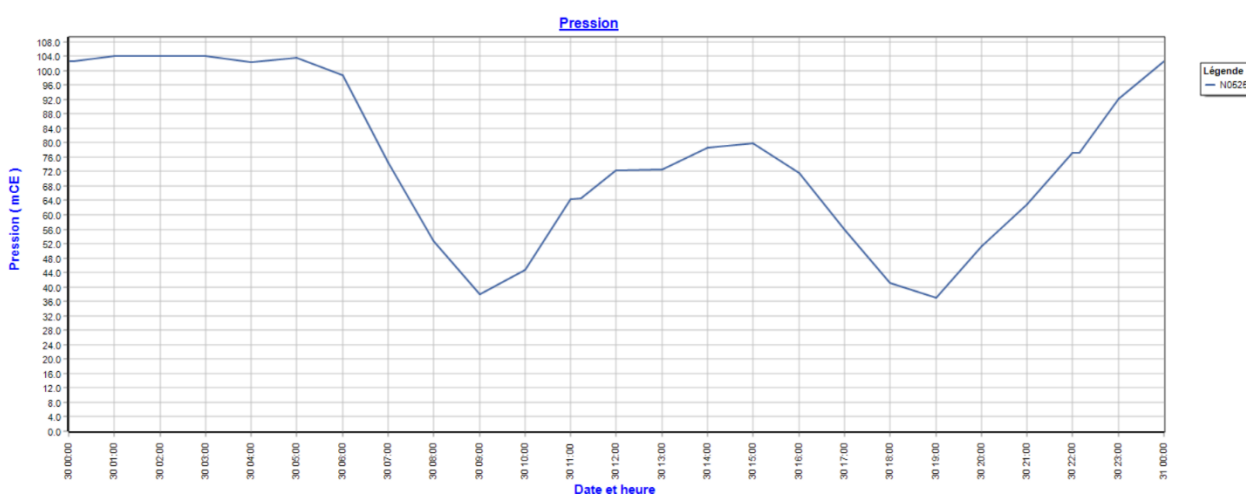
Les pressions sont globalement élevées sur le réseau avec une très grande majorité des secteurs situés au-dessus de 6 bars. Certaines zones du réseau présentent des pressions supérieures à 10 bars. Une seule zone en dessous de 2.5 bars (sur l'irrigation).

Les secteurs ayant évolué significativement en termes de population présentent les variations de pression au cours d'une journée suivantes :

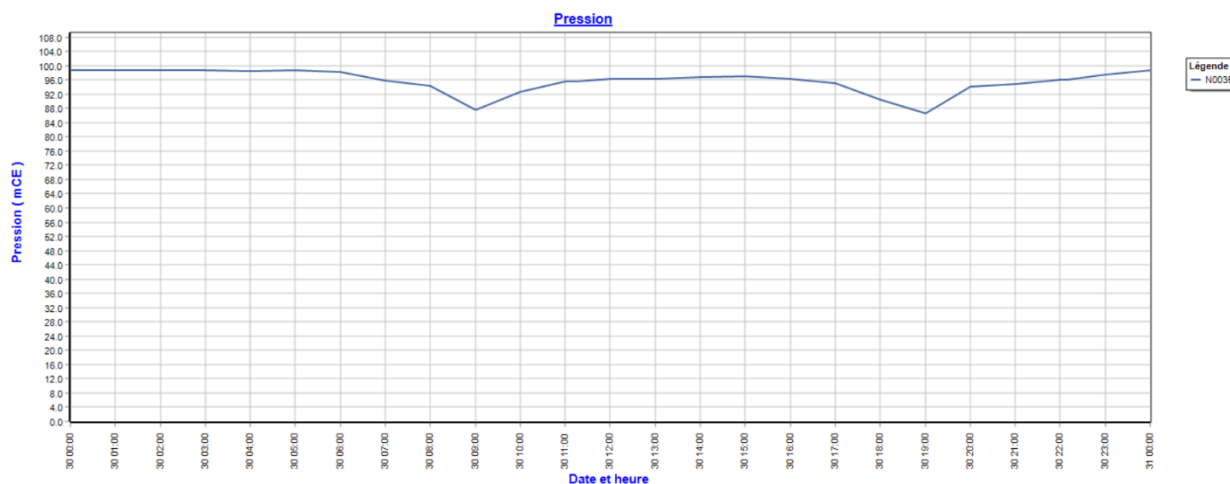
➡ Secteur de la Fintan :



➡ Secteur de Cordaz :



➔ Secteur du Camping :



VII.1.3. Analyse des vitesses

Les vitesses restent inchangées par rapport à la situation actuelle de pointe et sont inférieures à 1 m/s sur l'ensemble des réseaux.

En consommation de pointe future, les vitesses minimales sont très faibles majoritairement en dessous de 0.5 m/s. Les vitesses maximales sont un peu plus importantes, mais demeurent globalement faibles (inférieures à 0.7 m/s). Seule la conduite de tête dite « alimentation du village » monte à 2.5 m/s lors des pics de consommation à 9h et à 19h.

Cette analyse met en évidence que les vitesses journalières sont faibles sur la majeure partie du réseau avec des vitesses qui ne dépassent pas ou peu 1 m/s.

Rappel : Les vitesses de circulation faibles peuvent altérer la qualité de l'eau.

VII.1.4. Analyse de la défense incendie

En situation future et en consommation de pointe (1589 m³/j), 6 poteaux incendie ne donneraient pas satisfaction d'après le modèle dont c'était déjà le cas en situation de point actuelle pour 5 d'entre eux :

- PI 01 : 43.6 m³/h sous 1 bar
- PI 23 : 33.5 m³/h sous 1 bar
- PI 17 : 0.5 b à 60 m³/h - 58.7 m³/h sous 1 bar
- PI 05 : 0.3 b à 60 m³/h - 56.5 m³/h sous 1 bar
- PI 32 : 48.6 m³/h sous 1 bar

Le poteau PI 06 serait également affecté dans sa performance en situation de pointe :

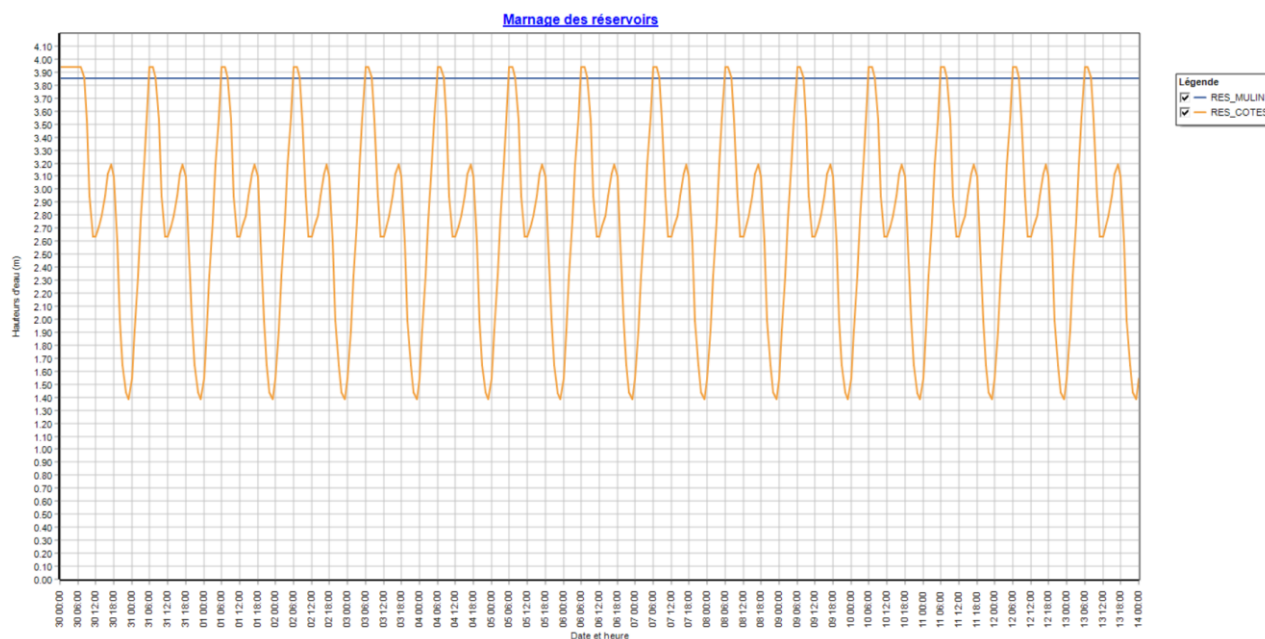
- PI 06 : 0.8 b à 60 m³/h - 59 m³/h sous 1 bar.

PI	Résultat modélisation		Valeur terrain (23/09/2019)	
	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)
PI_20	154.80	7.9	123	5.1
PI_26	93.24	5.5	90	3.4
PI_21	124.92	5.7	105	3.1
PI_22	71.28	2.0	120	5.2
PI_11	110.16	5.7	75	2.2
PI_08	61.92	1.3	63	1.1
PI_03	141.84	4.3	97	3.1
PI_02	129.60	4.1	100	2.4
PI_10	123.48	5.6	65	4.9
PI_09	147.60	6.0	66	4.8
PI_12	149.76	6.5	127	4.8
PI_13	144.00	6.7	82	3.8
PI_15	140.04	7.4	104	5.4
PI_14	138.60	7.1	65	4.9
PI_16	155.16	8.1	115	5.2
PI_04	102.96	4.1	122	4.2
PI_19	64.44	2.0	54	0
PI_05	56.52	0.3	75	2.2
PI_23	33.48	-26.9	0	0
PI_17	58.68	0.5	40	0
PI_28	89.28	5.0	96	6.8
PI_27	102.24	2.9	115	3.1
PI_29	88.56	2.1	97	2.9
PI_30	135.00	7.7	100	4.6
PI_31	129.24	8.1	101	3.2
PI_07	60.84	1.1	78	1.9
PI_01	43.56	-0.1	64	1.5
PI_33	73.44	1.2	60	1
PI_18	126.36	8.4	129	4.9
PI_32	48.60	-0.2	66	1.9
PI_A	75.24	3.5		
PI_06	59.04	0.8	73	2.4

VII.2. Situation critique : avec le débit d'étiage sévère des sources de 19 L/s

VII.2.1. Marnage des réservoirs

En situation de pointe future et critique, sur 15 jours de consommation de pointe consécutifs, le réservoir des Cotes marne beaucoup plus, de 2.5 m mais parvient en se remplissant en 7 heures durant la nuit.



Le marnage est encore accentué par l'augmentation de consommation en situation future. L'augmentation de capacité du réservoir devient vraiment nécessaire.

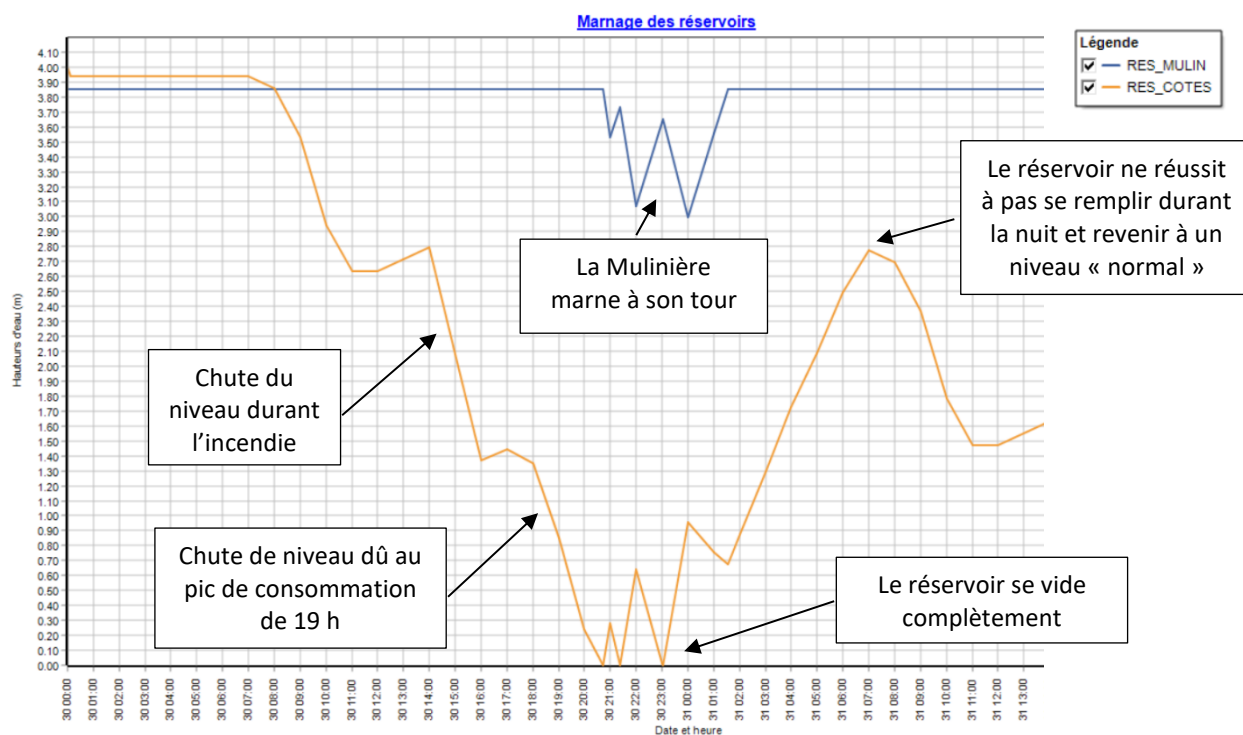
VII.2.2. Analyse de vitesses, des pressions et des temps de séjour

Pas ou très peu d'incidence sur les vitesses, pressions et sur les temps de séjour par rapport à la situation future de pointe avec un débit d'étiage de 26 L/s.

VII.2.3. Analyse de la défense incendie

Les poteaux donnent les mêmes résultats de débit et de pression qu'en situation future avec un débit d'étiage disponible de 26 L/s, à ceci près que le réservoir subit une telle baisse de niveau (le niveau descend à 1.40 m), suivie d'une autre chute due au pic de consommation du soir et se vide complètement. Il ne réussit pas à se re-remplir pendant la nuit

La réserve pour la consommation de pointe future et pour l'incendie est clairement insuffisante.



Exemple d'utilisation du PI 07 à 14h à 60 m³/h sous 1 bar de pression pendant 2 heures et d'incidence sur le niveau de l'eau dans le réservoir des Côtes

VIII. Propositions d'aménagements

VIII.1. Aménagement pour l'augmentation de réserve de consommation et incendie

Fichier : Aussois_16.rsd

L'idéal serait de construire un nouveau réservoir qui permette :

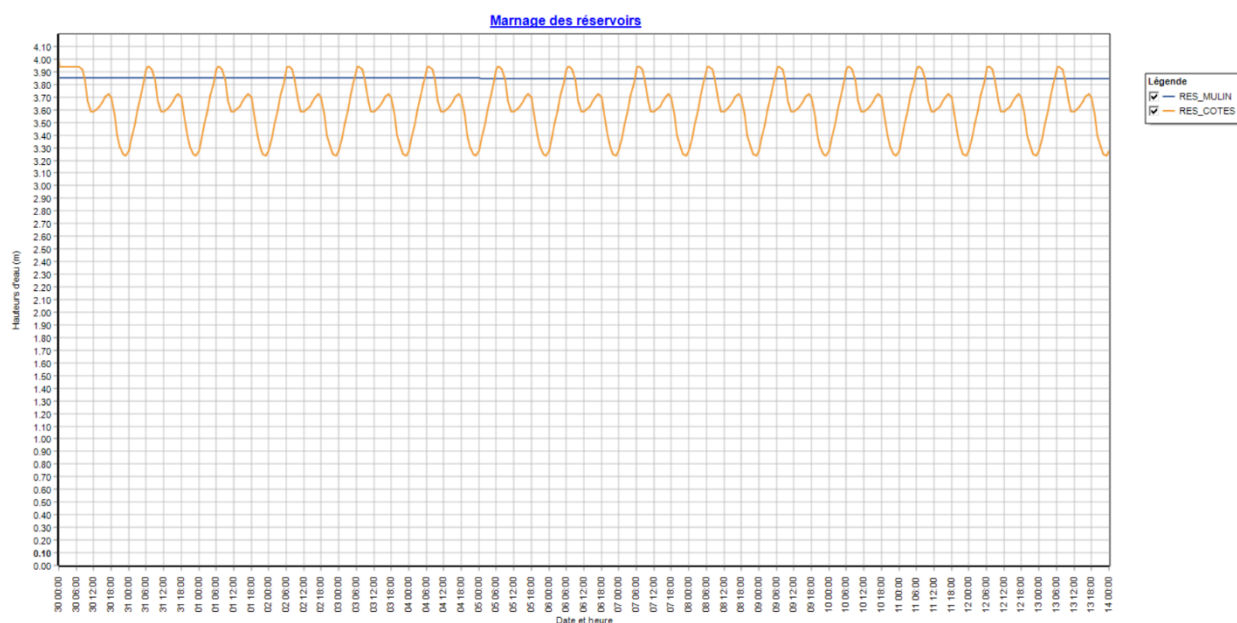
- Une réserve d'une journée de consommation de pointe future, soit 1500 m³ environ ;
- Une réserve incendie de 120 m³

Soit un volume total de 1620 m³.

Cependant un tel volume peut poser problème en termes de renouvellement de l'eau en période de basse consommation (moins de 400 m³/j en octobre/novembre actuellement). La consommation moyenne est actuellement de 790 m³/j et peut être estimée à 860 m³/j en situation future.

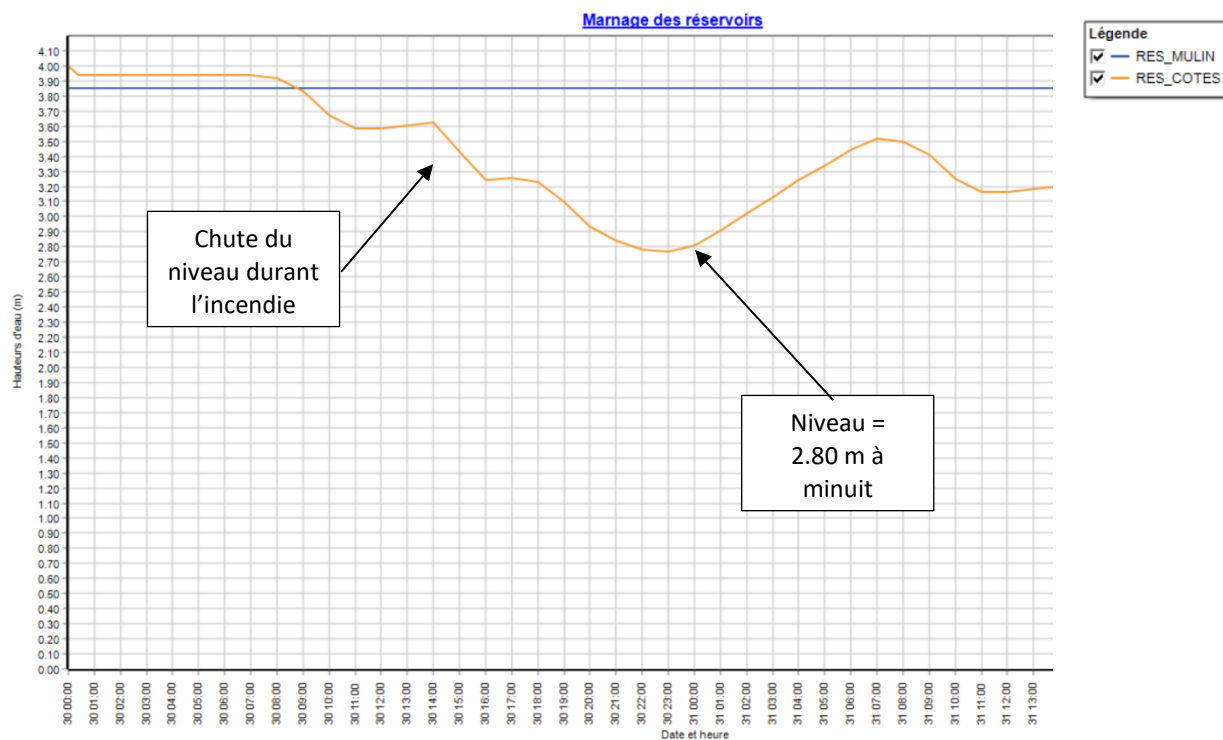
Nous proposons de construire un **nouveau réservoir de 1000 m³** pour tenir compte de la consommation moyenne et de la réserve incendie de 120 m³.

En prenant l'hypothèse d'un nouveau réservoir de 1000 m³ de capacité, le marnage sur 15 jours en situation de pointe future « critique » serait le suivant :

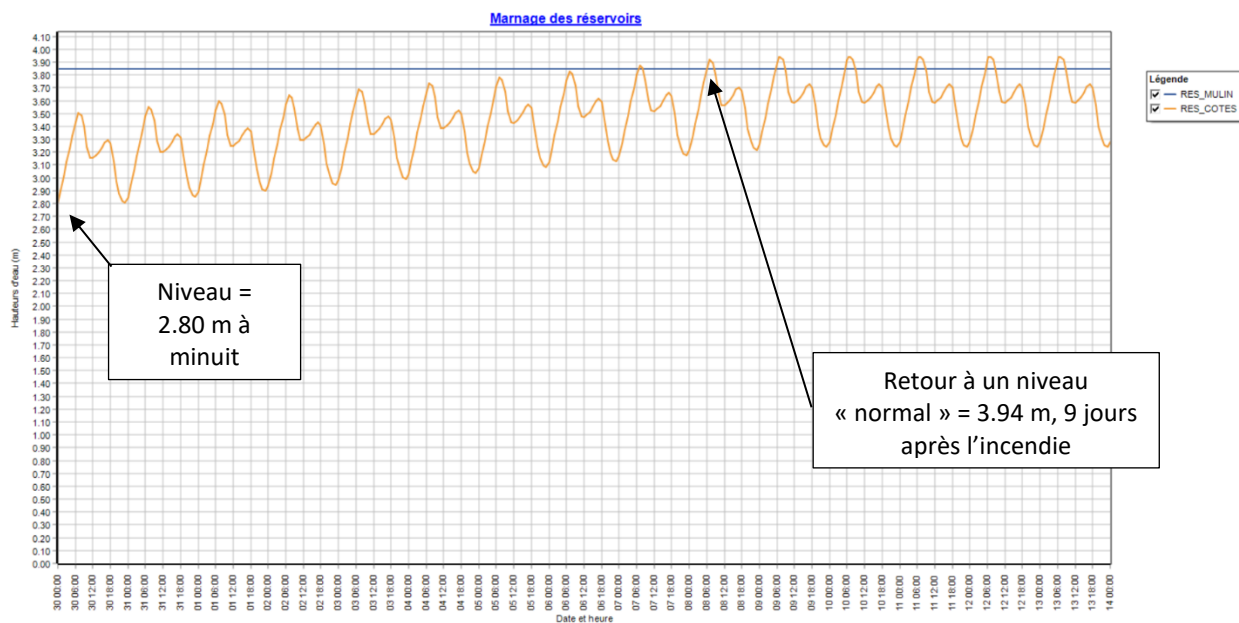


Le niveau fluctue de 70 cm.

En cas d'incendie, le réservoir ne se viderait plus. A minuit après l'incendie, le niveau est à 2.80 m, comme le montre le graphique suivant :



Dans ce cas, le réservoir met 9 jours à retrouver un niveau « normal ».



VIII.2. Aménagements pour la mise en conformité de Défense Extérieure Contre l'Incendie depuis le réseau AEP

Fichier : Aussois_16.rsd

VIII.2.1. Travaux envisagés

Les aménagements sont prévus pour assurer la défense incendie de l'ensemble du réseau dans la situation future de pointe.

Dans cette configuration (selon le fonctionnement actuel du réseau) et d'après le modèle, six poteaux incendie ne délivreraient pas le débit ou la pression réglementaire pour couvrir à minima un risque courant ordinaire à savoir : poteau incendie délivrant une pression d'au moins 1 bar à 60m³/h pendant 2 heures ou délivrant au moins 60 m³/h sous 1bar de pression pendant 2 heures.

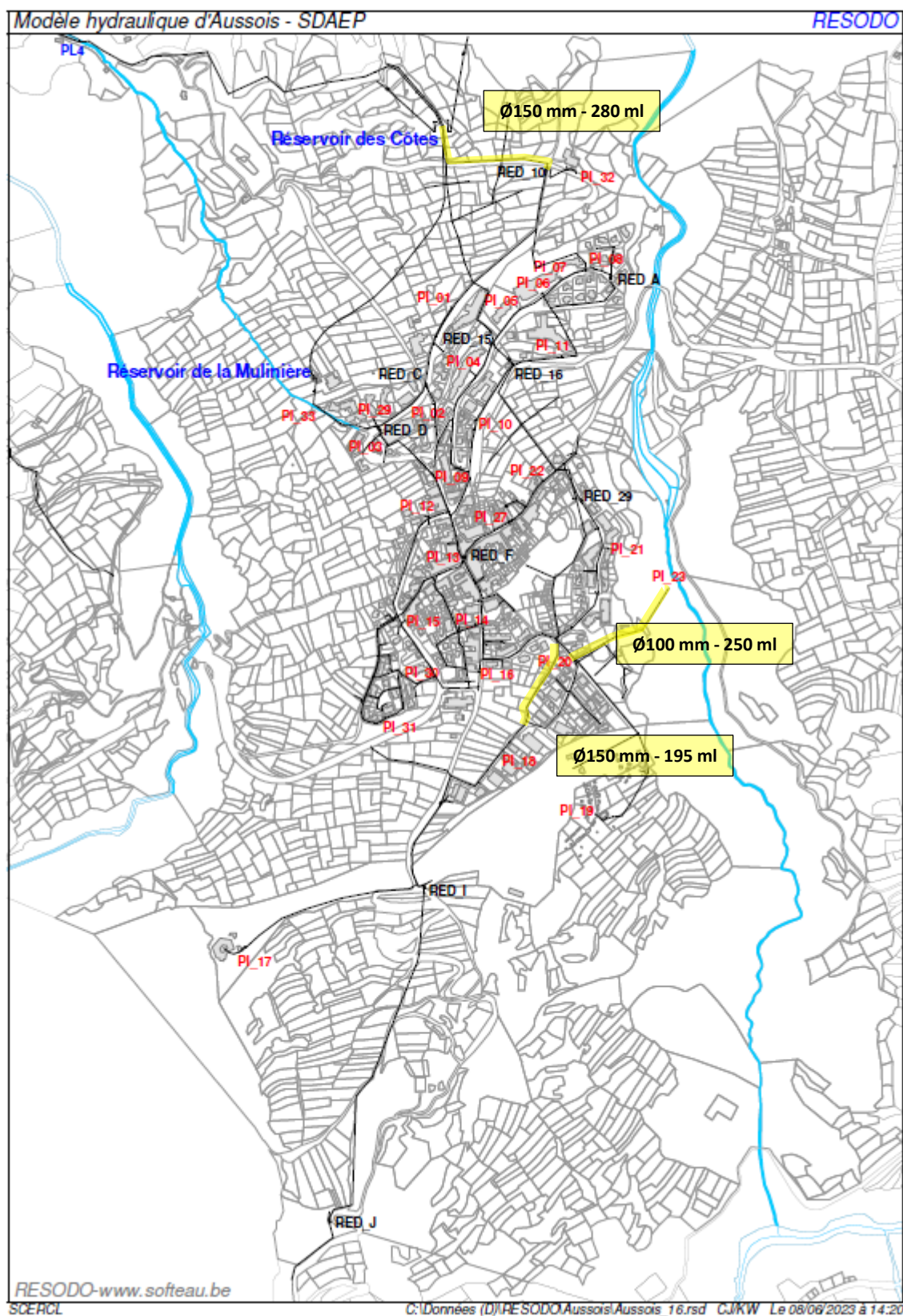
NB : Dans la modélisation, le diamètre de canalisation proposé est le diamètre intérieur. Par exemple une canalisation proposée en Ø100 pourra être réalisée en Fonte Ø100 intérieur ou en PEHD Ø125 extérieur (97 à 105mm intérieur).

Rappel : L'installation d'un nouveau PI ou le déplacement d'un PI existant nécessite un avis du SDIS73. C'est également le SDIS73 qui fournira le numéro du nouveau PI.

Pour mettre en conformité la Défense Extérieure Contre l'Incendie existante à partir des réseaux d'eau potable, les aménagements suivants sont proposés :

N°Conduite	Localisation	Poteau incendie	Aménagements proposés
E0458	Route des Barrages	PI_01, PI_05, PI_06, PI_32	Remplacement de la conduite existante (Ø100) par une conduite en Ø150 sur 280 ml (*)
E0098 E0188	Conduite parallèle au Chemin des Bergeries	PI_17	Remplacement de la conduite existante (Ø100) par une conduite en Ø150 sur 195 ml
E0544 E0183	Au bord du ruisseau de Saint Pierre	PI_23	Remplacement de la conduite existante (Ø60) par une conduite en Ø100 sur 250 ml

() Vérifier en amont des travaux en situation de pointe actuelle si ces poteaux donnent satisfaction (sachant qu'ils fonctionnent en situation de consommation actuelle moyenne).*



Plan des travaux (fichier Aussois16.rsd)

Dans ces conditions tous les poteaux délivrent le débit et la pression nécessaires pour satisfaire le risque courant ordinaire :

PI	Résultat modélisation		Valeur terrain (23/09/2019)	
	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)
PI_20	182.16	8.4	123	5.1
PI_26	96.84	5.5	90	3.4
PI_21	133.56	6.3	105	3.1
PI_22	71.28	2.0	120	5.2
PI_11	123.12	7.0	75	2.2
PI_08	81.00	4.7	63	1.1
PI_03	168.84	5.8	97	3.1
PI_02	157.68	5.0	100	2.4
PI_10	140.04	6.8	65	4.9
PI_09	172.44	7.2	66	4.8
PI_12	172.08	7.5	127	4.8
PI_13	162.72	7.7	82	3.8
PI_15	155.52	8.3	104	5.4
PI_14	154.80	8.0	65	4.9
PI_16	174.60	8.8	115	5.2
PI_04	118.44	5.6	122	4.2
PI_19	67.68	2.6	54	0
PI_05	72.00	3.7	75	2.2
PI_23	113.40	10.1	0	0
PI_17	61.20	1.4	40	0
PI_28	92.52	5.0	96	6.8
PI_27	102.96	2.9	115	3.1
PI_29	100.80	2.2	97	2.9
PI_30	147.60	8.6	100	4.6
PI_31	139.32	8.9	101	3.2
PI_07	79.20	4.5	78	1.9
PI_01	63.36	1.7	64	1.5
PI_33	85.32	1.2	60	1
PI_18	159.12	9.3	129	4.9
PI_32	134.64	5.0	66	1.9
PI_A	75.24	3.5		
PI_06	75.60	4.2	73	2.4

VIII.3. Aménagements pour résoudre les problèmes de fortes pressions

Fichier : Aussois 19.rsd

VIII.3.1. Travaux envisagés

Globalement le réseau présente de fortes pressions majoritairement entre 6 et 10 bars. Certains secteurs avoisinent même les 16 bars maximum recommandés, sans toutefois les dépasser. Par ailleurs, le réseau étant très maillé les réducteurs ne jouent pas pleinement leur rôle et fonctionnent plutôt comme des clapets anti-retours, l'eau circulant préférentiellement dans la conduite d'irrigation de diamètre 150 mm et parvenant à se frayer un chemin jusqu'au réducteurs qui ne laissent pas passer l'eau dans l'autre sens.

Par ailleurs, le réservoir de la Mulinière ne participe à l'alimentation du réseau qu'en cas d'incendie pour les poteaux à proximité. Son renouvellement est donc très limité. Il serait peut-être judicieux de le déconnecter complètement du réseau et de s'en servir uniquement en réserve incendie pour le remplissage des camions en complément des poteaux.

Aussi, il est envisageable de revenir à la configuration antérieure à 2020 où la conduite issue du réservoir des Côtes servait directement à l'alimentation du réseau, la cuve de la Mulinière étant by-passée et la conduite étant équipée d'un réducteur de pression en « équilibre » avec le réducteur 10 (technicentre) pour répartir les volumes distribués sur les 2 conduites.

Ainsi, la pression de consigne du réducteur 10 peut être réduite et les réducteurs en aval aussi.

Les réducteurs sont calés selon les consignes suivantes :

N° Conduite	Altitude	Ancienne consigne	Nouvelle consigne
RED_10	1573	5.65 b	1.0 b
RED Ch Vannes Mulinière	1535	-	4.8 b
RED_A	1511	5.5 b	4.5 b
RED_15	1509	5.57 b	4.7 b
RED_C	1515	4.33 b	4.1 b
RED_D	1511	5.90 b	4.5 b
RED_16	1494	7.82 b	6.2 b
RED_I	1455	2.94 b	1.5 b
RED_J	1330	4.6 b	2.6 b

Cette configuration permet de réduire globalement la pression dans le réseau de 4 bars dans le premier étage de pression et de 1.5 b dans le deuxième étage.

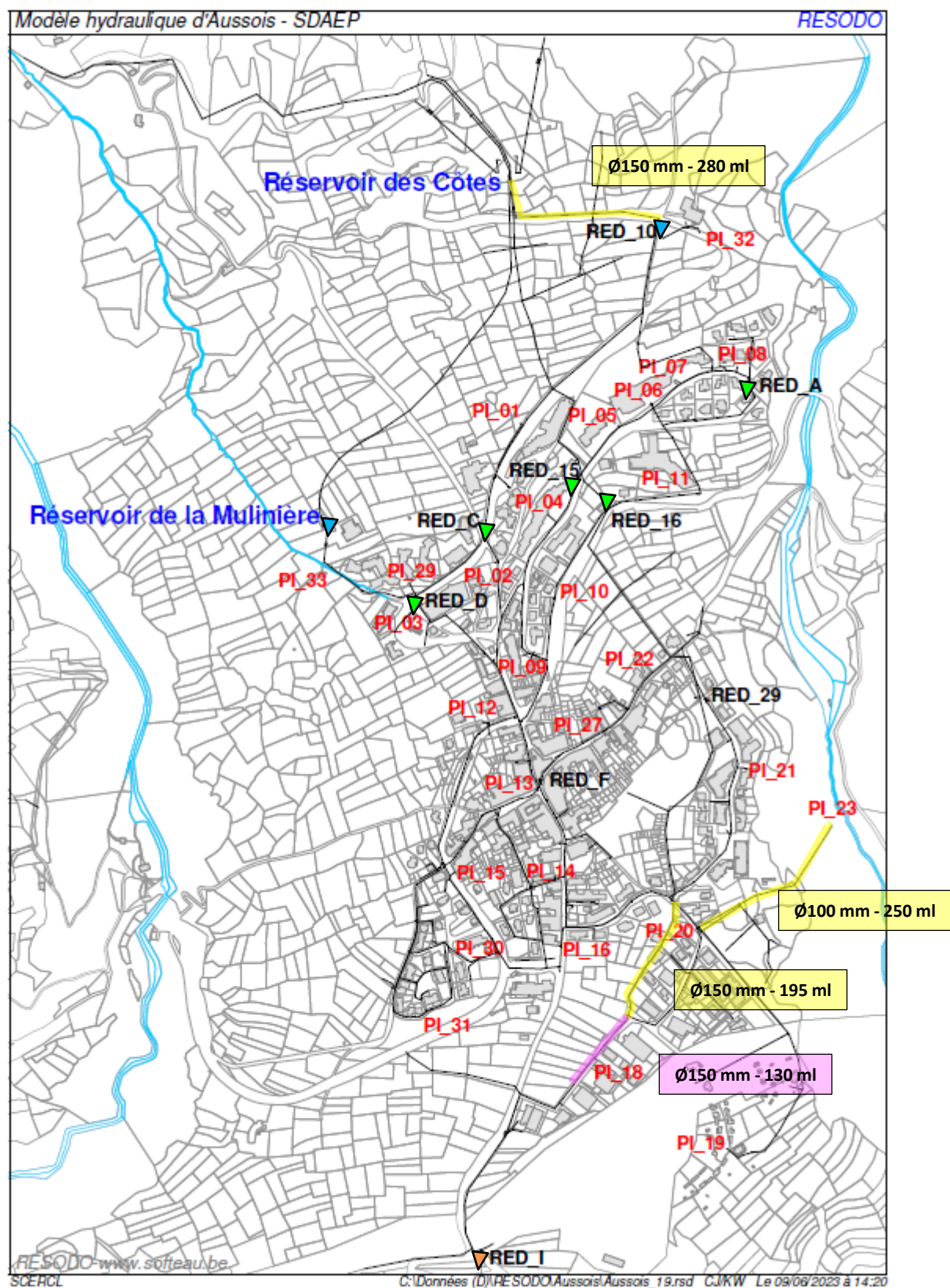
En revanche, dans cette configuration le poteau 17 ne donne plus satisfaction et nécessite de prolonger les travaux envisager précédemment à savoir :

N° Conduite	Localisation	Poteau incendie	Aménagements proposés
Déjà envisagé :			
E0098 E0188	Conduite parallèle au Chemin des Bergeries	PI_17	Remplacement des conduites existantes (Ø100) par une conduite en Ø150 sur 195 ml
Travaux complémentaires :			
E0190 E0538 E0470 E0471	Chemin des Bergeries	PI_17	Remplacement des conduites existantes (Ø100) par une conduite en Ø150 sur 130 ml

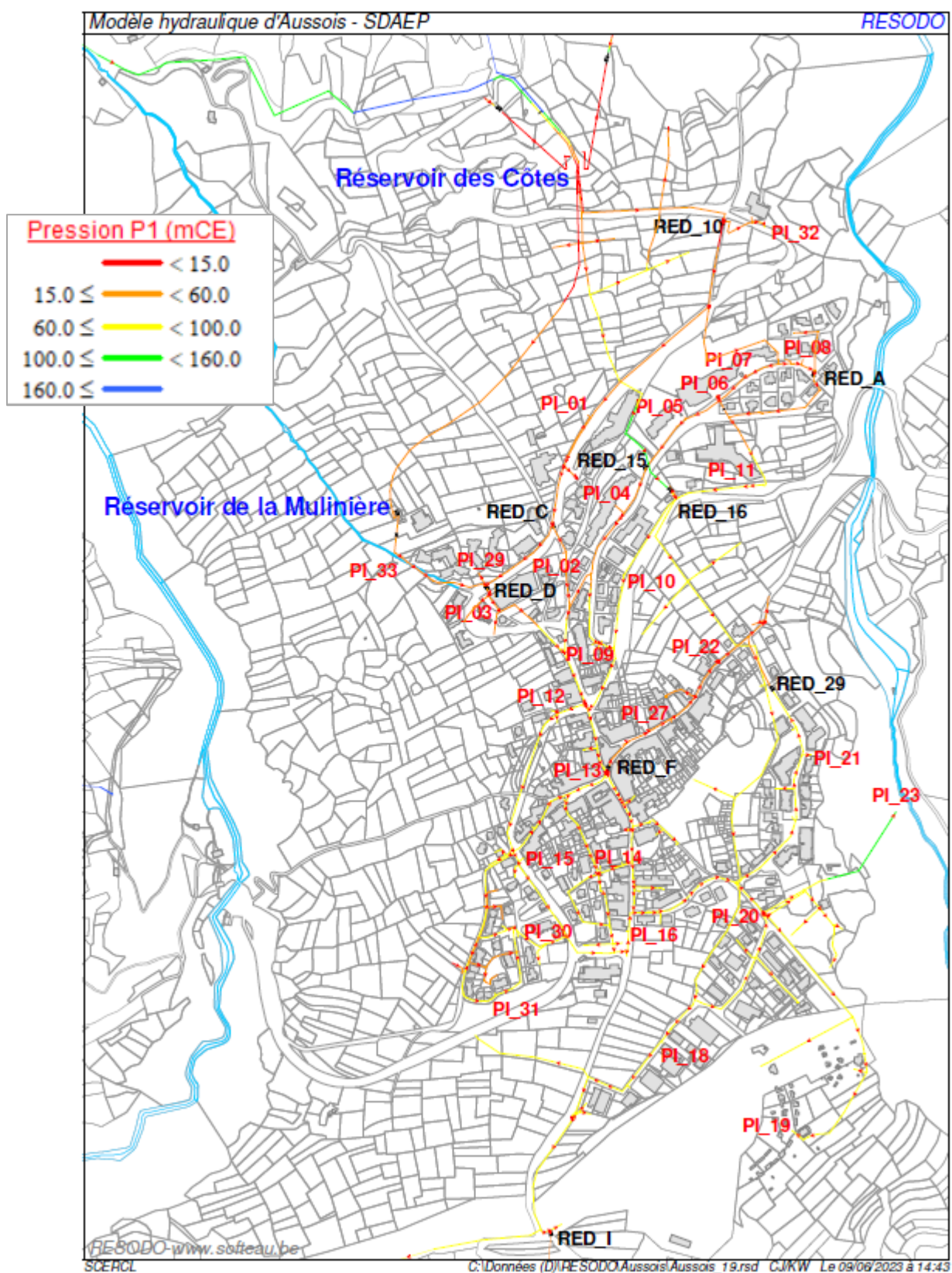
Dans ces conditions les poteaux délivrent :

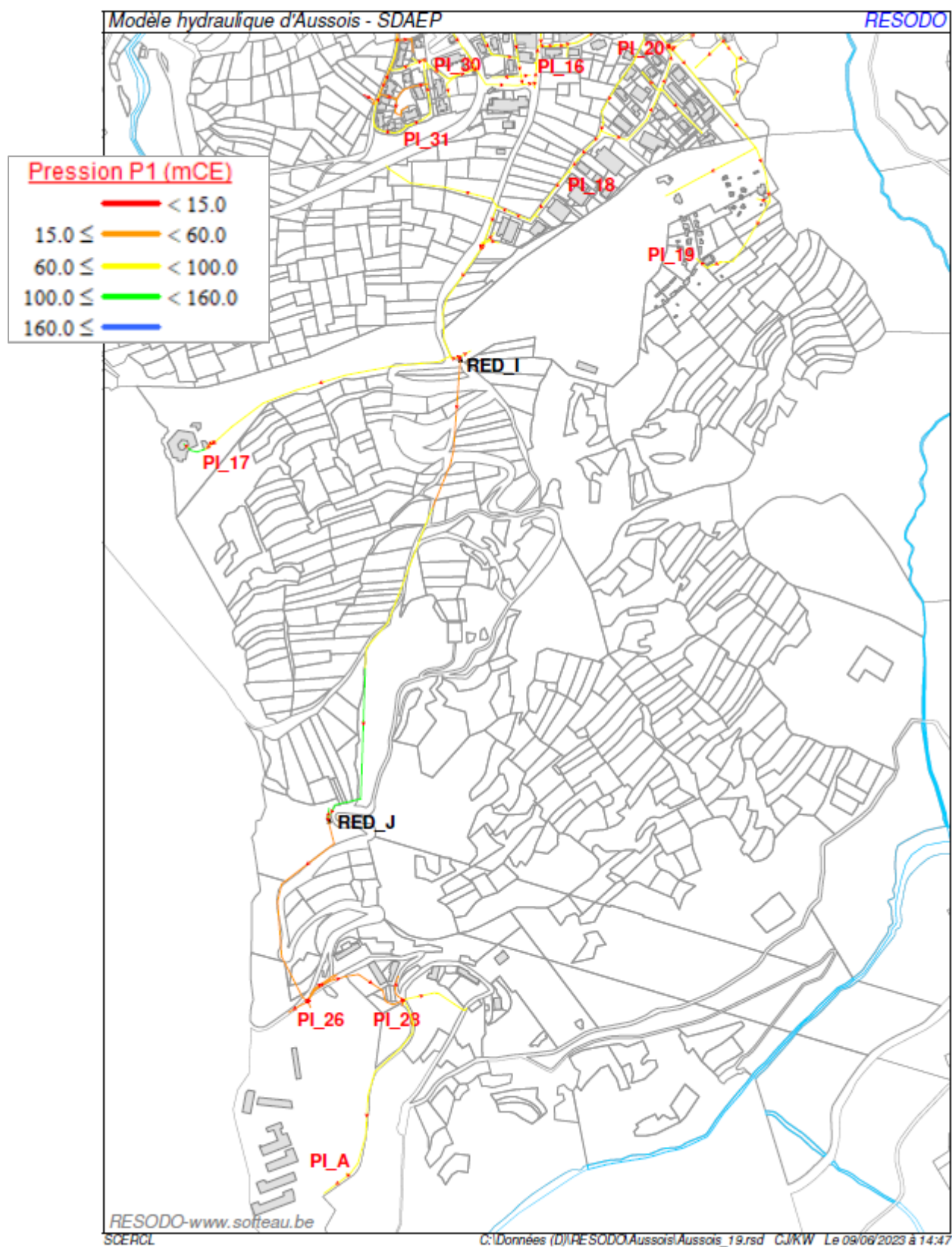
PI	Résultat modélisation		Valeur terrain (23/09/2019)	
	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)	Débit à 1b (m³/h)	Pression à 60 m³/h (b)
PI_20	172.80	7.2	123	5.1
PI_26	100.80	3.5	90	3.4
PI_21	129.96	5.3	105	3.1
PI_22	71.28	2.0	120	5.2
PI_11	119.52	5.9	75	2.2
PI_08	69.12	2.2	63	1.1
PI_03	135.36	5.0	97	3.1
PI_02	133.20	4.6	100	2.4
PI_10	130.68	5.7	65	4.9
PI_09	150.84	6.2	66	4.8
PI_12	153.36	6.5	127	4.8
PI_13	148.32	6.6	82	3.8
PI_15	146.16	7.2	104	5.4
PI_14	146.52	6.8	65	4.9
PI_16	162.00	7.7	115	5.2
PI_04	114.48	4.4	122	4.2
PI_19	61.56	1.3	54	0
PI_05	61.20	1.2	75	2.2
PI_23	107.64	8.8	0	0
PI_17	61.20	1.3	40	0
PI_28	81.72	3.1	96	6.8
PI_27	102.96	2.9	115	3.1
PI_29	79.56	3.5	97	2.9
PI_30	141.12	7.5	100	4.6
PI_31	135.00	7.8	101	3.2
PI_07	67.32	2.0	78	1.9
PI_01	66.96	1.4	64	1.5
PI_33	71.28	2.2	60	1
PI_18	218.88	8.7	129	4.9
PI_32	139.32	5.2	66	1.9
PI_A	63.72	1.6		
PI_06	64.80	1.7	73	2.4

La carte ci-après montrent les travaux envisagés :

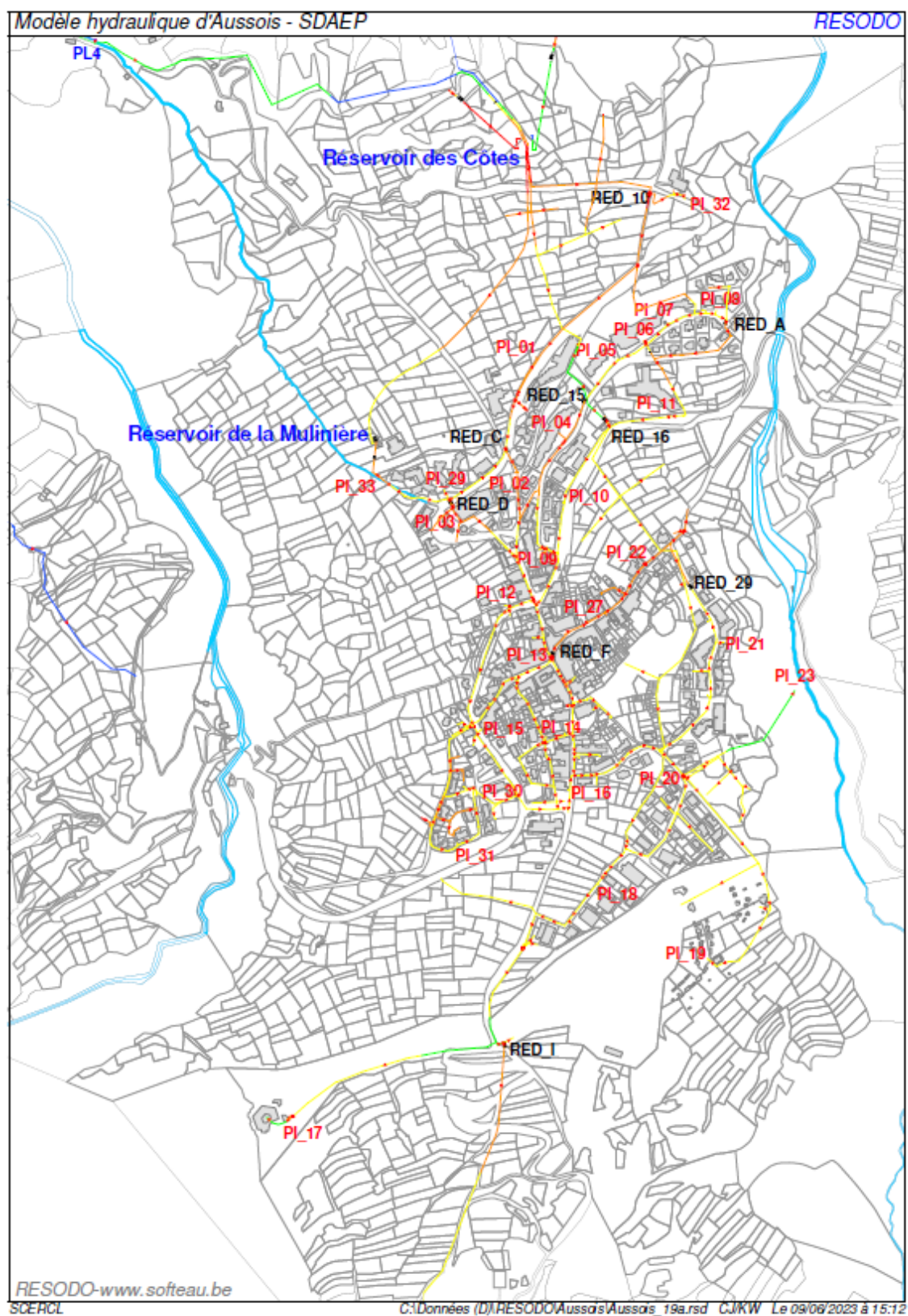


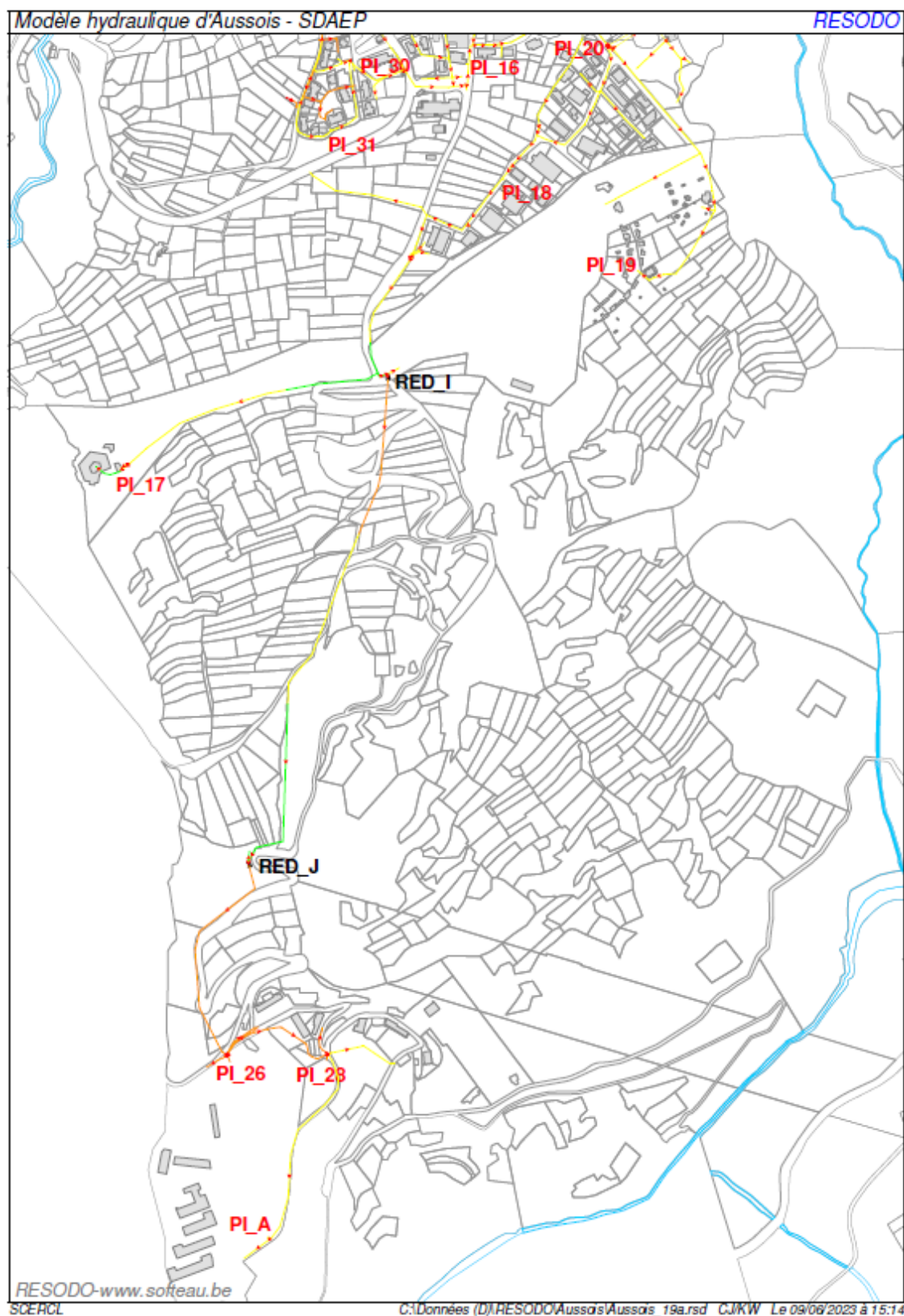
VIII.3.2. Contrôle des pressions





Situation future-Consommation de pointe-Pressions minimales après travaux (Aussois19.rsd)

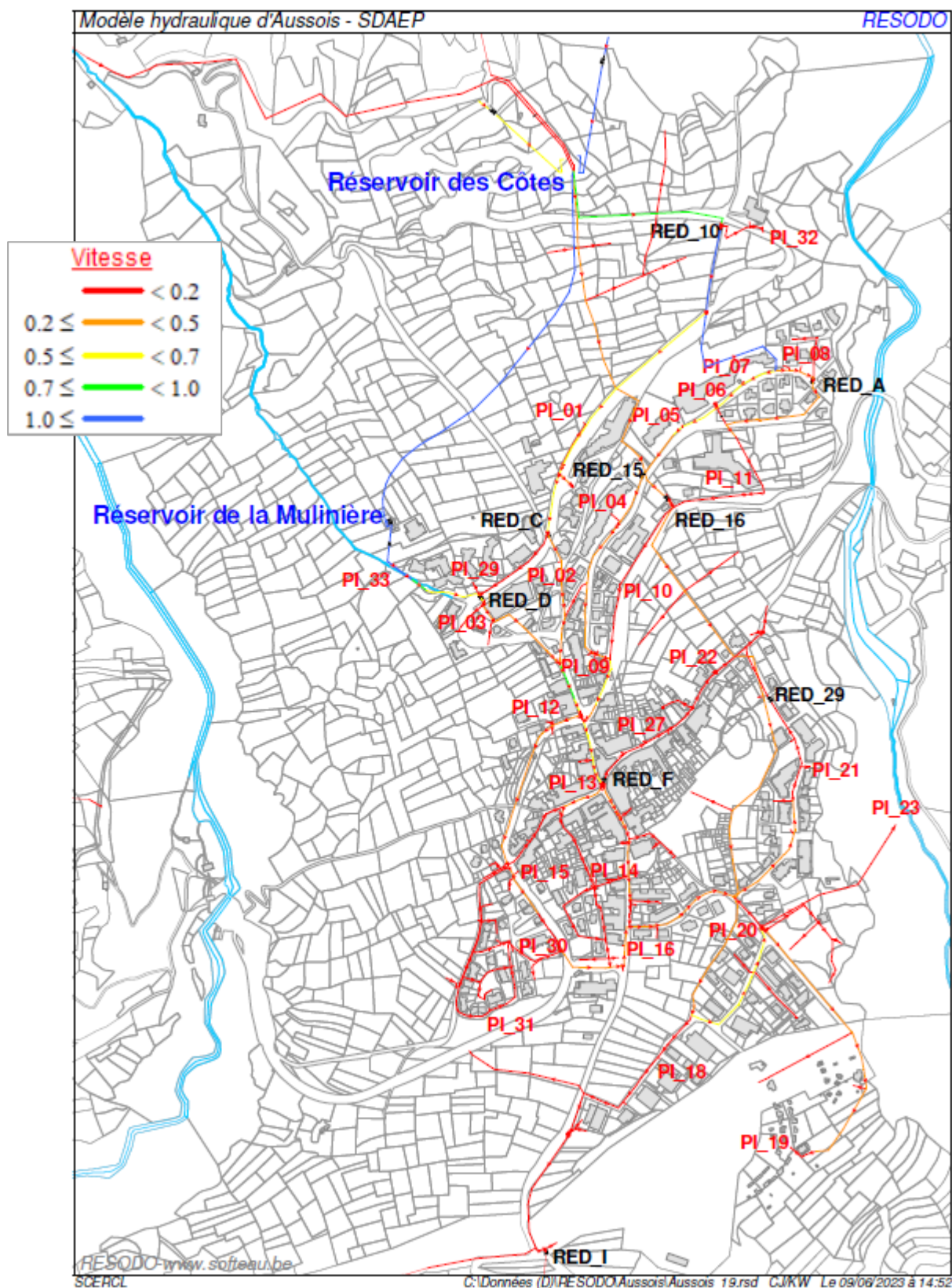


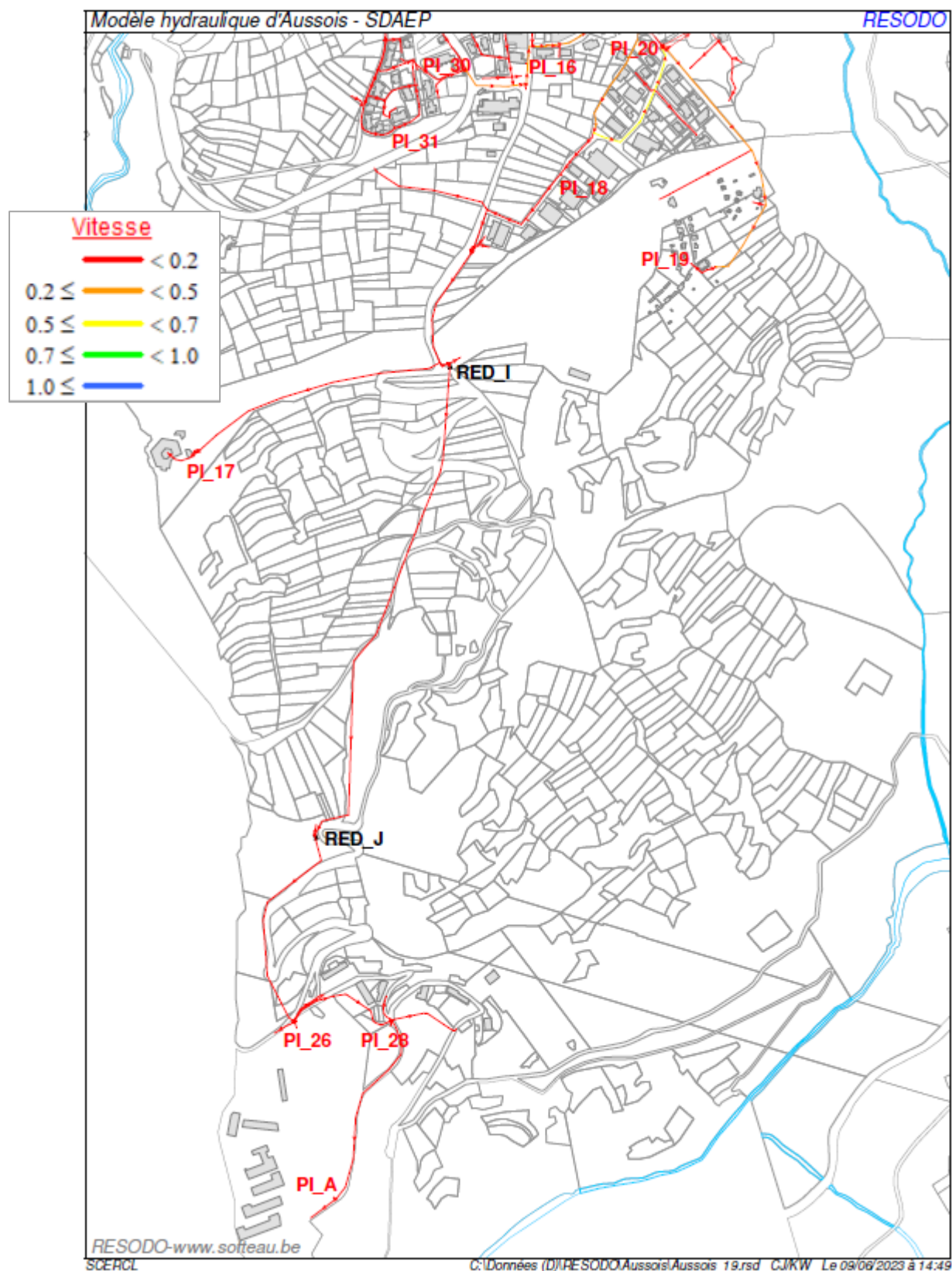


Situation future-Consommation moyenne-Pressions maximales après travaux (Aussois19.rsd)

La pression est globalement comprise entre 1.5 et 10 b. Il reste peu de secteurs de pression supérieure à 10 b.

VIII.3.3. Contrôle des vitesses

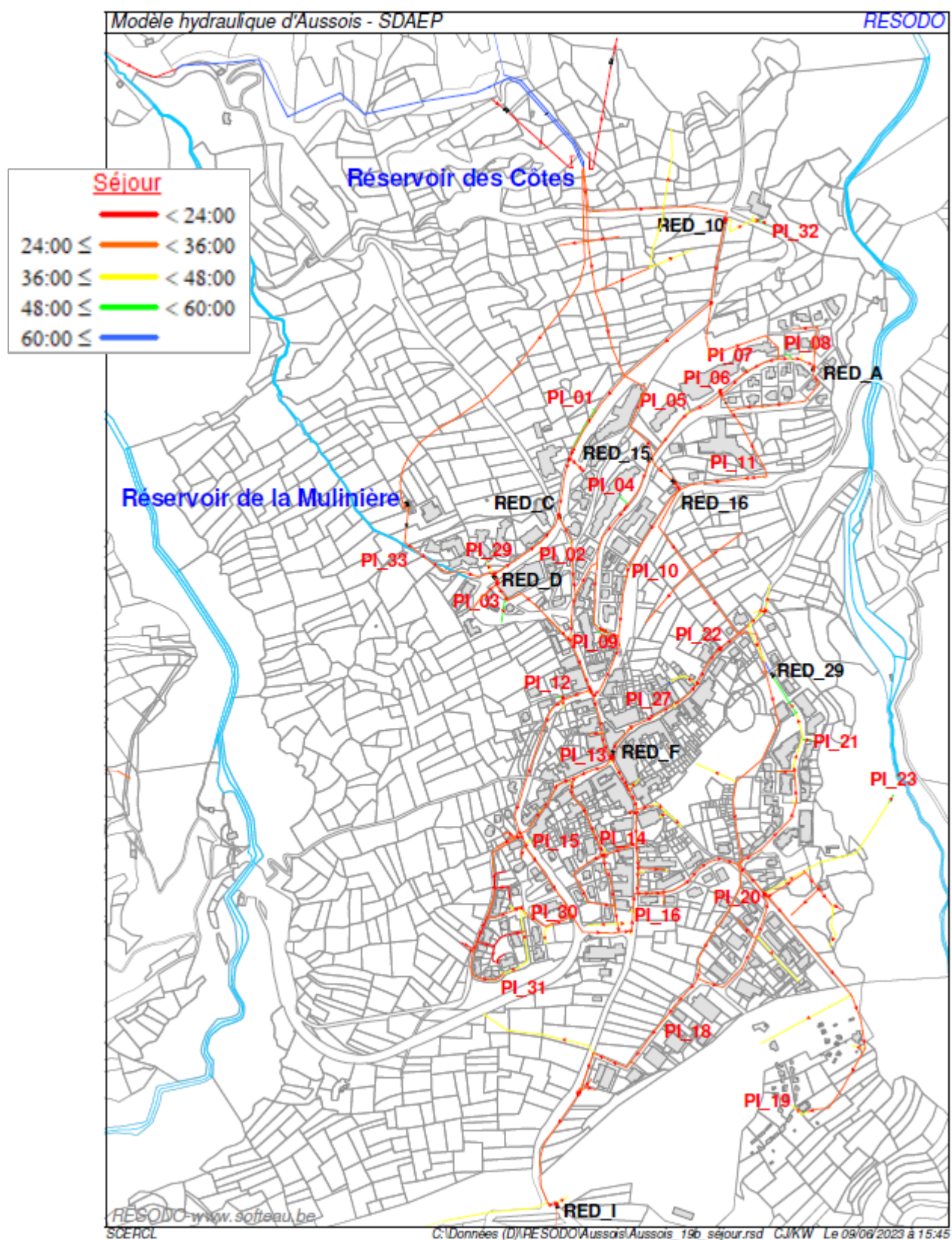


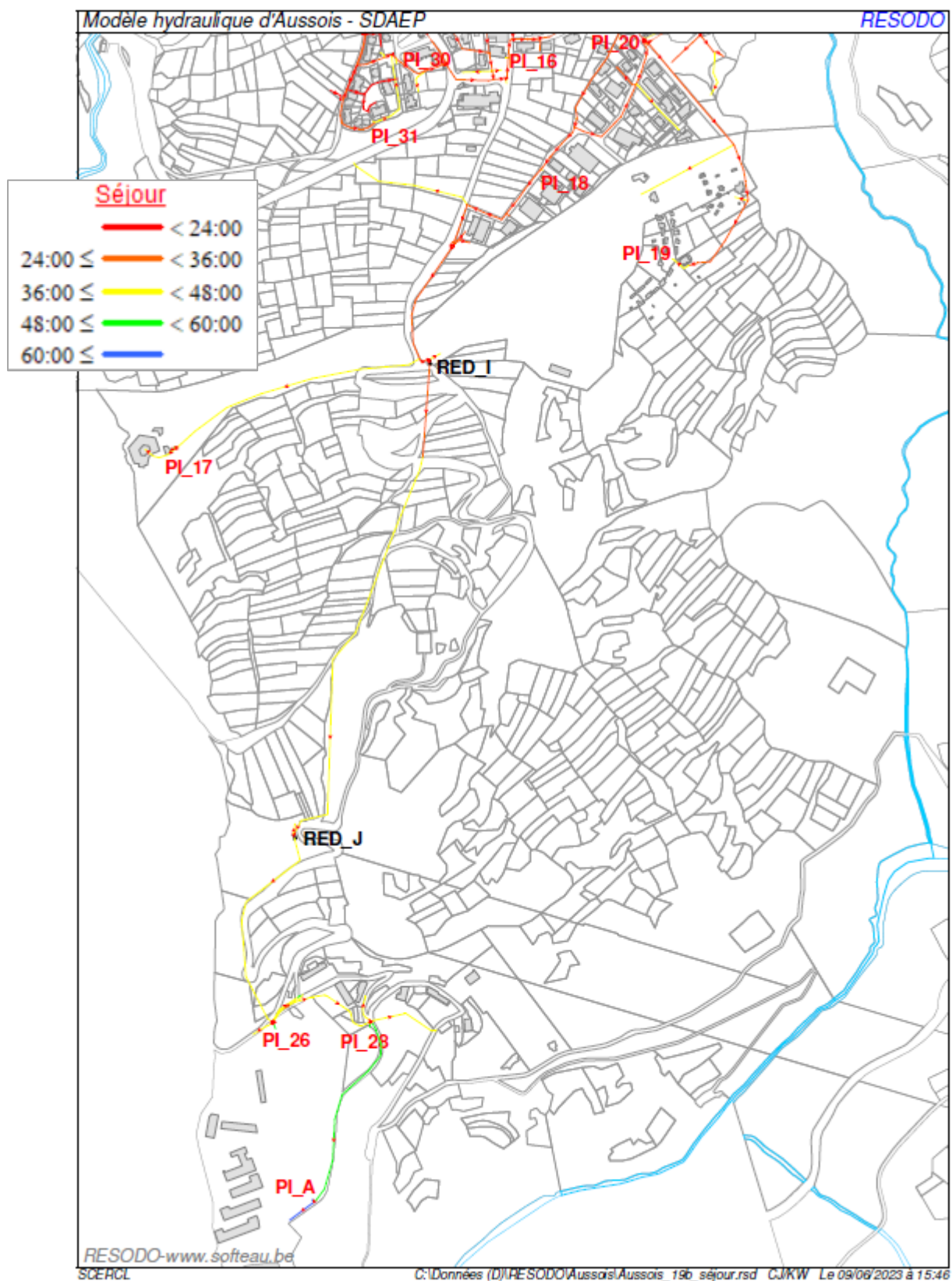


Situation future-Consommation de pointe-Vitesses maximales après travaux (Aussois19.rsd)

La vitesse est globalement faible (inférieure à 0.2 m/s). La vitesse maximale est enregistrée pour les conduites de tête à 1.7 et 1.8 m/s donc inférieure au 2 m/s recommandés.

VIII.3.4. Contrôle des temps de séjour dans les réseaux après travaux





Situation future - Conso moyenne - Temps de séjour après travaux

Les temps de séjours après aménagements augmentent un peu du fait du volume de réserve augmentée pour se rapprocher à une journée de consommation de pointe et au 120 m³ pour l'incendie, par rapport à la situation actuelle.

Le temps de séjour dans le réservoir est de 1.2 jours.

La majorité du réseau présente un temps de séjour entre 1.2 et 1.5 jours.

Le temps de séjour maximal est enregistré à 4.2 jours en amont du réducteur 29.



Annexes



Annexe 3-1 :

Résultats des campagnes de mesures d'août 2022

Droit d'auteur et propriété intellectuelle

L'ensemble de ce document (contenu et présentation) constitue une œuvre protégée par la législation française et internationale en vigueur sur le droit d'auteur et d'une manière générale sur la propriété intellectuelle et industrielle.

La structure générale, ainsi que les textes, cartographies, schémas, graphiques et photos composant ce rapport sont la propriété de la société SCERCL. Toute reproduction, totale ou partielle, et toute représentation du contenu substantiel de ce document, d'un ou de plusieurs de ses composants, par quelque procédé que ce soit, sans autorisation expresse de la société SCERCL, est interdite, et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Conformément au CCAG-PI, le maître d'ouvrage, commanditaire de cette étude, jouit d'un droit d'utilisation du contenu commandé, pour les besoins découlant de l'objet du marché, à l'exclusion de toute exploitation commerciale (option A).