



**HAL**  
open science

## Schéma directeur d'alimentation en eau potable : commune de Kaiseraugst, en Suisse alémanique

Christoph Hammacher

► **To cite this version:**

Christoph Hammacher. Schéma directeur d'alimentation en eau potable : commune de Kaiseraugst, en Suisse alémanique. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2019. dumas-02484292

**HAL Id: dumas-02484292**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02484292>**

Submitted on 19 Feb 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

# SCHEMA DIRECTEUR D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Commune de Kaiseraugst en Suisse  
Alémanique

Christoph Hammacher  
Promotion Mastère EPA

Mémoire présenté pour l'obtention du  
Mastère spécialisé "EPA"

Stage réalisé du 20 Mai 2019 au 22  
Novembre 2019



---

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Dr. Marc Huber, mon tuteur de stage et sous-directeur du département eau potable et hydrogéologie chez Holinger. Il m'a soutenu tout au long du projet et a pris le temps de me faire découvrir d'autres facettes du travail quotidien d'un ingénieur projet.

Je remercie aussi Rainer Prüss, directeur du département eau potable et hydrogéologie, pour m'avoir fait confiance et pour m'avoir confié ce stage chez Holinger. De plus, il m'a permis de m'impliquer dans des projets à l'international.

Je remercie aussi toutes l'équipe de mon pôle : Daniel, Severin, Nathalie, Urs et Steffen, qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours et qui sont prêts à me soutenir dans le futur. Leur savoir et leur bonne humeur m'ont fait apprécier l'équipe dont je fais partie. Je tiens à remercier en particulier Christoph, qui m'a introduit au logiciel de modélisation NEPLAN et qui m'a montré certaines astuces et les erreurs à éviter.

Un grand merci à l'équipe hydrogéologique, qui m'a emmené sur le terrain pour faire des essais de pompage. Ils m'ont montré l'importance de la protection de la ressource.

Merci aussi à mes parents d'avoir toujours été là pour moi, et de m'avoir soutenu moralement.

Merci à Jean-Bernard Bardiaux, mon tuteur école, pour son soutien technique et sa communication constante.

Enfin un grand merci à tout le corps enseignant de l'ENGEES, pour une année de master très enrichissante et des projets intéressants.

---

## RESUME

### **Schéma directeur d'Alimentation en Eau Potable de la commune de Kaiseraugst en Suisse Alémanique**

La commune de Kaiseraugst a mis en place une étude de son alimentation en eau potable en 2019. Elle dessert actuellement 5'500 habitants en eau potable et elle est unique pour son grand parc industriel présent dans une commune relativement petite.

Le schéma directeur confié à Holinger AG consiste à mettre en place un bilan AEP de son réseau, la vérification de la protection de la ressource et un diagnostic de sa protection incendie en situation actuelle et future. Par cette étude, la commune recevra des mesures et des pistes pour l'amélioration de son réseau et de son organisation jusqu'à l'horizon 2040.

La modélisation et la simulation ont été effectuées sous le logiciel NEPLAN, un programme de modélisation de réseau d'origine suisse. Le modèle n'est pas calé, résultat de l'exigence de la commune de simuler leur réseau futur sur l'année 2020 et l'option de ne pas faire une campagne de mesure.

Ce rapport présente une nouvelle version d'un schéma directeur légèrement différent que ceux faits en France vu la particularité suisse par rapport à l'importance de la protection incendie dans le schéma directeur.

## ABSTRACT

### **Drinking Water Masterplan of Kaiseraugst in the German-speaking part of Switzerland**

Kaiseraugst has put into action a drinking water masterplan project for 2019. It currently serves over 5'500 inhabitants in drinking water and it is unique through its important industrial complex present in such a small community.

The masterplan project will be elaborated by Holinger. The project will consist in examining the drinking water balance between the resources and demand of the drinking water network, as well as checking the protection of the resource and making a diagnostic regarding fire protection for the current and future stage of the community. With the project the community will get a tool to improve and plan ahead regarding its network and organization.

The model and simulations have been done under the NEPLAN software. This software is from a swiss company. The model has not been calibrated, as the city has decided to go directly with the future state of 2020 for the network. Moreover, the city also decided to not take the option of performing a measurement campaign.

This thesis presents a new and different approach of a masterplan, compared to the once in France, in particular in regard to fire protection.

---

## TABLE DES MATIERES

---

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET OBJECTIF DU SCHEMA DIRECTEUR .....</b>	<b>- 2 -</b>
1.    PRESENTATION DE HOLINGER SA.....	- 2 -
2.    PRESENTATION DU CONTEXTE GEOGRAPHIQUE .....	- 2 -
3.    CONTEXTE DE L'ETUDE : .....	- 3 -
4.    METHODOLOGIE .....	- 4 -
<b>CHAPITRE 2 : DESCRIPTION DU RESEAU AEP .....</b>	<b>- 5 -</b>
1.    DESCRIPTION DE L'INFRASTRUCTURE .....	- 5 -
a. <i>Ressource et Production</i> .....	- 6 -
b. <i>Ouvrage de stockage</i> .....	- 7 -
c. <i>Station de reprise</i> .....	- 7 -
2.    DESCRIPTION DU RESEAU DE DISTRIBUTION.....	- 8 -
a. <i>Caractéristiques du réseau de distribution</i> .....	- 8 -
b. <i>Fontaines publiques</i> .....	- 9 -
c. <i>Protection incendie</i> .....	- 9 -
<b>CHAPITRE 3 : ORGANISATION ET LA RESPONSABILITE DU POLE EAU DE LA COMMUNE .....</b>	<b>- 10 -</b>
1.    ORGANIGRAMME DU POLE EAU DE LA COMMUNE .....	- 10 -
2.    LE RESPONSABILITE DES DIFFERENTS ACTEURS .....	- 10 -
a. <i>Responsabilité et fonction des acteurs de la commune</i> .....	- 10 -
b. <i>Responsabilité et fonction des acteurs externes</i> .....	- 11 -
3.    ORGANISATION FINANCIERE DU POLE EAU POTABLE .....	- 11 -
a. <i>Règlement financier</i> .....	- 11 -
b. <i>Situation financière actuel du pôle eau</i> .....	- 11 -
<b>CHAPITRE 4 : PROTECTION ET QUALITE DE LA RESSOURCE .....</b>	<b>- 12 -</b>
1.    QUALITE DE L'EAU BRUTE .....	- 12 -
2.    PROTECTION DE LA RESSOURCE .....	- 12 -
<b>CHAPITRE 5 : BILAN BESOINS RESSOURCES RESERVES .....</b>	<b>- 14 -</b>
1.    DESCRIPTION DE LA METHODE.....	- 14 -
2.    BILAN BESOIN EN EAU .....	- 14 -
a. <i>Évolution de la population</i> .....	- 14 -
b. <i>Évaluation du besoin par habitant par jour</i> .....	- 16 -
c. <i>Évaluation du besoin de l'industrie « Roche-Hoffmann »</i> .....	- 17 -
d. <i>Calcul du besoin journalier de pointe</i> .....	- 18 -
e. <i>Bilan Besoin en eau de la commune de Kaiseraugst actuel et futur</i> .....	- 19 -
3.    BILAN DES PERTES D'EAU DANS LE SYSTEME .....	- 21 -
a. <i>Pertes en eau du réseau</i> .....	- 21 -
b. <i>Indice Linéaire de perte</i> .....	- 22 -

c.	<i>Infrastructure Leakage Index (ILI)</i> .....	- 22 -
4.	BILAN RESSOURCES.....	- 24 -
a.	<i>Champ captant de Fischzucht</i> .....	- 24 -
b.	<i>Approvisionnement/prélèvement des communes voisines</i> .....	- 25 -
5.	MISE EN PLACE DES SCENARIOS DU BILAN BESOIN-RESSOURCE .....	- 25 -
a.	<i>Vue d'ensemble</i> .....	- 26 -
b.	<i>Scénario 1</i> .....	- 27 -
c.	<i>Scénario 2</i> .....	- 27 -
d.	<i>Scénario 3</i> .....	- 28 -
e.	<i>Scénario 4</i> .....	- 28 -
f.	<i>Scénario 5</i> .....	- 28 -
g.	<i>Récapitulatif du Bilan Besoin-Ressource</i> .....	- 29 -
6.	BILAN RESERVE .....	- 30 -
	<b>CHAPITRE 6 : DIAGNOSTIC DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE.....</b>	<b>- 32 -</b>
1.	MODELISATION DU RESEAU .....	- 32 -
a.	<i>Logiciel NEPLAN</i> .....	- 32 -
b.	<i>Les équations du modèle</i> .....	- 32 -
2.	CONSTRUCTION DU MODELE.....	- 32 -
a.	<i>Cadastre du réseau AEP</i> .....	- 32 -
b.	<i>Altimétrie</i> .....	- 33 -
c.	<i>Mise en place des secteurs et allocations des besoins</i> .....	- 33 -
d.	<i>Mise en place du Réservoir et altitude de simulation</i> .....	- 34 -
3.	CALIBRAGE DU MODELE .....	- 35 -
	<b>CHAPITRE 7 : PROTECTION INCENDIE EN SUISSE ET SIMULATION DU MODÈLE .....</b>	<b>- 37 -</b>
1.	PROTECTION INCENDIE : LES POTEAUX INCENDIE .....	- 37 -
2.	PROTECTION INCENDIE : LES SYSTÈMES À SPRINKLER .....	- 38 -
3.	SIMULATION DU MODÈLE .....	- 39 -
4.	RÉSULTATS DES SIMULATIONS .....	- 39 -
	<b>CHAPITRE 8 : MESURE ET INVESTISSEMENT .....</b>	<b>- 42 -</b>
1.	MESURES TECHNIQUES .....	- 42 -
2.	MESURES STRUCTURELLES/ORGANISATIONNELLES.....	- 43 -
3.	PLAN D'INVESTISSEMENT.....	- 44 -
4.	ÉVALUATION FINANCIERE .....	- 45 -
a.	<i>Analyse grossière</i> .....	- 45 -
b.	<i>Prix de l'eau dans le futur selon la SSIGE W1005</i> .....	- 45 -
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>- 47 -</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>- 48 -</b>
	<b>ANNEXE .....</b>	<b>- 49 -</b>

## FIGURES

Figure 1 : Photo satellite de la commune de Kaiseraugst (source : Geoportal.ch).....	- 3 -
Figure 2 : Carte de réseau des infrastructures et interconnexions (source : Geoportal) .....	- 5 -
Figure 3: Âge et matériel du réseau de distribution .....	- 8 -
Figure 4: Caractéristique dimensionnelle du réseau .....	- 9 -
Figure 5 : Évolution du nombre d'habitants dans la commune de Kaiseraugst 2003-2018 .....	- 15 -
Figure 6 : Tendances future du nombre d'habitants de la commune.....	- 16 -
Figure 7: Évolution du besoin par habitant par jour (sans Roche).....	- 17 -
Figure 8 : Besoin annuel d'eau de Roche avec la courbe de tendance logarithmique .....	- 18 -
Figure 9: Évolution du besoin hydrique des différentes catégories de 2013-2016 .....	- 20 -
Figure 10: Évolution des pertes en eau du réseau de 2013-2018.....	- 21 -
Figure 11: Bilan hydrique dans l'AEP (Source : researchgate.net) .....	- 23 -
Figure 12: Évolution de la quantité et provenance des ressources quotidiennes .....	- 24 -
Figure 13: Flux de processus pour le calibrage d'un modèle AEP sur NEPLAN.....	- 35 -

## TABLEAUX

Tableau 1 : Interconnexion de la commune de Kaiseraugst .....	- 6 -
Tableau 2 : Caractéristiques de la station de pompage de Fischzucht .....	- 6 -
Tableau 3 : Caractéristiques du réacteur UV .....	- 7 -
Tableau 4 : Caractéristiques du réservoir uf em Berg.....	- 7 -
Tableau 5 : Caractéristiques des stations de reprise .....	- 8 -
Tableau 6 : Qualité biologique de l'eau brute 2001-2008 (Source : Laboratoire Cantonal) .....	- 12 -
Tableau 7 : Qualité biologique de l'eau brute 2018 (Source : Laboratoire Cantonal) .....	- 12 -
Tableau 8 : Estimation de l'accroissement de la population .....	- 15 -
Tableau 9 : CJP de 2013-2018 pour l'industriel Roche.....	- 19 -
Tableau 10 : CJP de 2013-2018 pour la commune de Kaiseraugst sans Roche .....	- 19 -
Tableau 11 : Besoin en eau de l'état actuel et futur de la commune de Kaiseraugst.....	- 20 -
Tableau 12 : Évolution ILP de la commune de Kaiseraugst.....	- 22 -
Tableau 13: Scénario 1-4 du Bilan Besoin-Ressource .....	- 27 -
Tableau 14: Scénario 5 du Bilan Besoin-Ressource.....	- 28 -
Tableau 15: Besoin de réserve selon les recommandations du SSIGE.....	- 30 -
Tableau 16: Calcul du besoin horaire moyen et de pointe pour les deux états de modélisation -	31 -
Tableau 17: Scénario de volume de réserve minimal .....	- 31 -
Tableau 18: Allocation des consommations par secteur pour l'état actuel.....	- 33 -
Tableau 19: Allocation des consommations par secteur pour l'état futur .....	- 34 -
Tableau 20: Évaluation de l'altitude des différentes réserves dans une chambre du réservoir..	- 35 -
Tableau 21: Choix des rugosités des conduites par rapport à l'année de pose et matériel .....	- 36 -
Tableau 22: Besoin minimum requis en eau des poteaux incendie d'après la W5 (traduit) .....	- 38 -
Tableau 23: Description des différents résultats simulés sur NEPLAN .....	- 41 -
Tableau 24: Estimation de l'investissement nécessaire dans les mesures techniques .....	- 43 -
Tableau 25 : Plan d'investissement.....	- 44 -
Tableau 26: Évaluation du prix de l'eau part variable.....	- 46 -
Tableau 27: Évaluation du prix de l'eau part fixe.....	- 46 -



---

## **ACRONYMES ET ABREVIATION**

AEP : Alimentation en eau potable

AGV : Aargauische Gebäude Versicherung

BJP : Besoin journalier de pointe

CJP : Coefficient journalier de pointe

HMT : Hauteur Manométrique Totale

LIDAR : Light Detection and Ranging

PLU : Plan local d'urbanisme

PPE : Périmètre de Protection éloignée

PPI : Périmètre de protection immédiat

PPR : Périmètre de protection rapproche

SSIGE : Société suisse de l'industrie du gaz et des eaux

UV : Ultra-Violet

## Introduction

---

Le schéma directeur est un outil essentiel à la planification et au maintien d'un réseau d'alimentation en eau potable. Ceci est aussi vrai en France qu'à l'étranger, en particulier en Suisse. L'alimentation en eau potable est sous la régie des communes en Suisse surtout dans le canton d'étude : l'Argovie.

La commune de Kaiseraugst, dans le canton de l'Argovie a décidé l'élaboration d'un schéma directeur d'alimentation en eau potable ou GWP (Generelle Wasserversorgungsplanung) en allemand, afin de lui permettre de mieux planifier ses besoins d'investissement futur et de pouvoir garantir une alimentation constante et de qualité.

Ce rapport présentera le schéma directeur de la commune de Kaiseraugst en Suisse Alémanique. Le rapport est organisé de la manière suivante.

Dans un premier temps, la commune et le bureau d'études seront présentés. Ensuite le patrimoine et l'organisation de la commune sera brièvement dépeint.

Après, nous passerons à l'analyse de la ressource et du bilan besoin-ressource afin de mettre en évidence les possibles manques d'approvisionnement en eau dans le futur.

Une analyse du volume de réserve nécessaire pour l'état actuel et futur sera aussi effectuée.

Enfin, nous présenterons le logiciel NEPLAN, avec l'explication de la modélisation du réseau et l'analyse des résultats de simulations de la protection incendie en Suisse. La protection incendie est une partie essentielle du schéma directeur en Suisse et on présentera donc aussi les lignes directrices des assurances immobilières cantonales.

Pour terminer, la mise en place des mesures et une planification des travaux à réaliser seront proposées, en examinant aussi l'impact financier sur le prix de l'eau pour la commune.

Ce rapport permettra d'observer les différences de système entre la France et la Suisse dans la réalisation d'un schéma directeur. L'objectif reste le même mais la façon de faire est différente. Les lois, lignes directrices et informations disponibles pour réaliser ce schéma directeur seront intéressantes pour un lecteur français.

# Chapitre 1 : Contexte et Objectif du schéma directeur

---

## 1. Présentation de Holinger SA

Holinger SA est un bureau d'étude international suisse ayant son siège social à Liestal, dans le canton de Bâle-Campagne. Holinger possède des compétences dans les techniques de procédés environnementaux et du génie civil.

Les secteurs de croissance pour le groupe sont les suivants :

- Approvisionnement en eau
- Assainissement
- Aménagements hydraulique (naturalisation de plans d'eau)
- Génie civil
- Géologie/ Hydrogéologie
- Énergie

La force du groupe Holinger dont Holinger SA fait partie est la diversité et la synergie qui se crée au sein du groupe. Le groupe possède tous les acteurs nécessaires (bureau d'étude, laboratoires, exploitants) afin de répondre à toutes les attentes des clients mais surtout afin de pouvoir répondre à toutes les étapes du cycle de l'eau.

Aujourd'hui le groupe Holinger est en constante croissance et possède 450 collaborateurs et collaboratrices et est installé dans plusieurs pays européens. Tout en étant un grand groupe Holinger SA n'oublie pas son capital le plus précieux : ses collaborateurs.

## 2. Présentation du contexte géographique

La commune de Kaiseraugst se situe dans le Nord-Ouest de la Suisse à une vingtaine de kilomètres de la ville de Bâle, sur les berges du Rhin. La commune fait partie du canton d'Argovie et du district de Rheinfelden. La population totale de la commune est de 5584 habitants en 2018.

L'exploitation de l'eau potable est sous la responsabilité de la commune. La commune ne possède pas de schéma directeur actuellement. Une localisation géographique plus précise est présentée sur la figure ci-dessous :



Figure 1 : Photo satellite de la commune de Kaiseraugst (source : Geoportal.ch)

### 3. Contexte de l'étude :

La commune de Kaiseraugst souhaite mettre en place un schéma directeur de son alimentation en eau potable, afin de mieux juger sa situation actuelle et de préparer le futur de son alimentation en eau potable mais aussi l'impact financier sur la commune. L'horizon futur du schéma directeur se base sur 21 ans, jusqu'à **l'année 2040**.

La commune possède 27 km de réseau, un réservoir et un captage d'eau. Elle possède des contrats d'interconnexion avec d'autres communes aux alentours pour la sécurisation de sa ressource et ainsi assurer ses besoins en cas de force majeure, c'est à dire s'il y a nécessité d'une alimentation d'urgence.

Avec 5'600 habitants, la commune de Kaiseraugst est une petite ville à l'échelle de la Suisse, mais elle possède une forte concentration d'industries sur sa commune. Le plus gros consommateur d'eau de la commune est le groupe chimique « Hoffmann-la Roche » qui utilise quasiment un-tiers de l'eau distribuée.

De plus, il est important de prendre en compte la protection incendie en Suisse. Un facteur majeur dans la mise en place d'un schéma directeur dans les cantons suisses. Car chaque zone, d'après le

PLU, possède des exigences différentes en ce qui concerne la protection incendie. Une explication plus détaillée sera donnée dans les chapitres suivants.

La commune a décidé de ne pas faire de campagne de mesure dans le cas de cette étude. C'est pourquoi, nous avons choisi de passer par une étude plus approfondie en ce qui concerne la simulation.

La modélisation et la simulation se font sous un programme développé en Suisse du nom de **NEPLAN**.

#### 4. Méthodologie

La méthode du schéma directeur est inspirée par un guide du canton de Bâle-Campagne sorti en Octobre 2012 [1] qui donne une trame générale appliquée par Holinger. L'étude est décomposée selon les phases suivantes :

- Collecte de données d'exploitation et discussion avec le personnel de la commune sur les attentes du schéma directeur
- Diagnostic de l'existant : Bilan besoin-ressource-réserves, description du système hydraulique (Annexe 1) et du réseau, l'organisation et les responsabilités des différents acteurs
- Diagnostic patrimoniale de la commune
- Modélisation, calibrage et simulation des différents scénarios du fonctionnement du réseau actuel et futur sur la stagnation, et la protection incendie
- Analyse financière de l'exploitant et mise en place d'un plan d'investissement

## Chapitre 2 : Description du Réseau AEP

### 1. Description de l'infrastructure

La commune de Kaiseraugst possède le patrimoine suivant :

- Le Réservoir de « uf em Berg » d'un volume de 3000 m<sup>3</sup>
- Le forage et station de pompage de « Fischzucht »
- La station de reprise de « Schwarzackerstrasse »
- 27,5 km de réseau

La localisation des différents ouvrages sur le réseau est présentée dans la figure suivante :

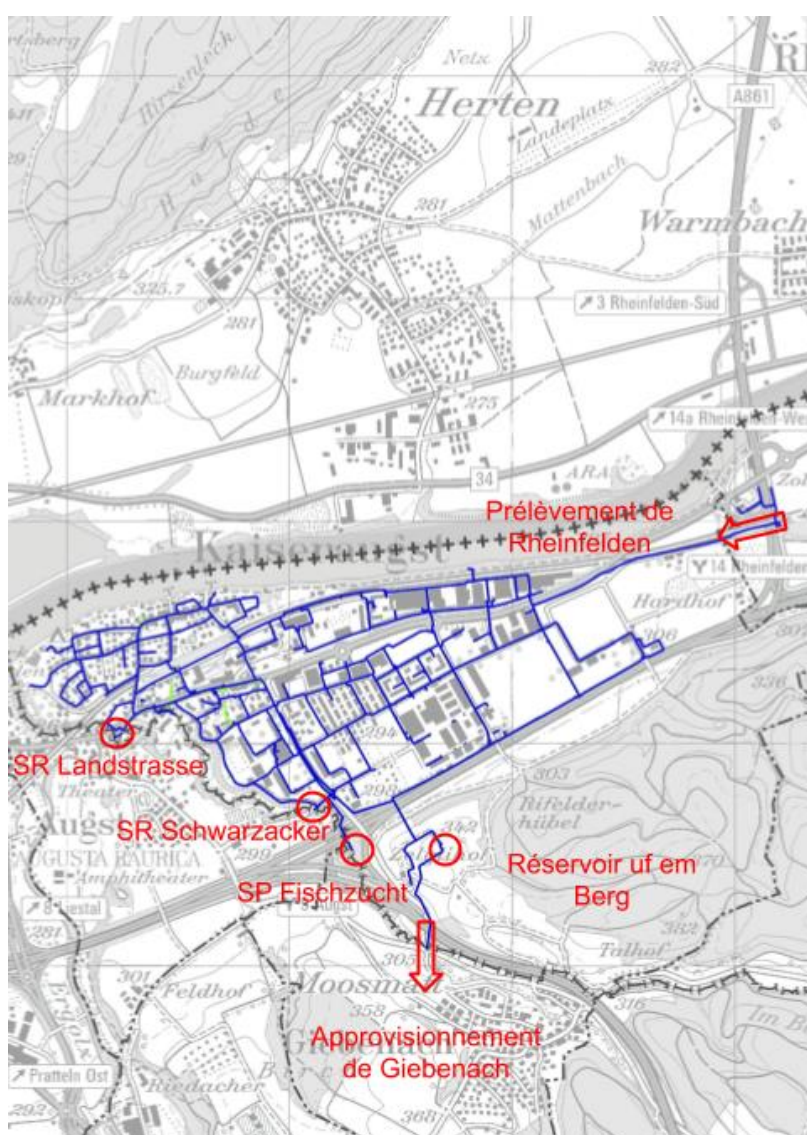


Figure 2 : Carte de réseau des infrastructures et interconnexions (source : Geoportal)

Kaiseraugst ne possède qu'une seule zone de pression pour tout son réseau. Elle a des interconnexions avec trois autres communes aux alentours :

Commune	Type de connexion
Giebenach	Alimentation directe de Kaiseraugst
Rheinfelden	Alimentation directe vers Kaiseraugst
Augst-Pratteln	Alimentation de secours de/ vers Kaiseraugst

Tableau 1 : Interconnexion de la commune de Kaiseraugst

#### a. Ressource et Production

Pour l'alimentation en eau potable, la compagnie des eaux possède un champ captant et une station de pompage du nom de « Fischzucht ». La station de pompage a été mise en service durant l'année 1975.

L'eau provient d'une nappe phréatique et la commune ne possède aucune autre ressource sur son territoire.

La station de pompage possède :

- Deux pompes d'une capacité de 50 L/s
- Une station de traitement à l'UV

Les caractéristiques de la station de pompage de Fischzucht sont présentées dans le Tableau 2 suivant :

Station de pompage de Fischzucht	
Localisation Géographique	Commune de Kaiseraugst
Hauteur de la nappe phréatique	262.2 m d'altitude
Hauteur supérieure du puit	294.68 m d'altitude
Diamètre du puit	1000 mm
Profondeur du puit	96 m
Nombres de pompes	2
HMT des pompes	110 m
Débit max. des pompes	50 L/s
Année d'installation des pompes	2010 / 2016

Tableau 2 : Caractéristiques de la station de pompage de Fischzucht

Après le pompage de l'eau de la nappe phréatique, l'eau est directement traitée avec un réacteur UV.

Réacteur UV	
Localisation	À l'intérieur de la station de pompage Fischzucht
Type de réacteur	Wedeco B300
Débit max.	180 m <sup>3</sup> /h
Année de mise en service	2001

Tableau 3 : Caractéristiques du réacteur UV

## b. Ouvrage de stockage

La commune de Kaiseraugst a un seul réservoir de 3000 m<sup>3</sup> sur sa commune avec les caractéristiques suivantes :

Réservoir « uf em Berg »	
Localisation	Commune de Kaiseraugst
Altitude du trop-plein	345 m d'altitude
Volume	Volume de la réserve utile = 2600 m <sup>3</sup> Volume de la réserve d'incendie = 400 m <sup>3</sup>
Nombre de chambre	4 chambres de réservoir
Année de mise en service	Année de construction : 1971 Année de rénovation : 2010
État actuel	Bon état

Tableau 4 : Caractéristiques du réservoir uf em Berg

## c. Station de reprise

La commune de Kaiseraugst possède deux stations de reprise afin de sécuriser l'alimentation d'eau potable, comme cela est conseillé par le plan de régionalisation [2]. Une station de reprise est actuellement en fonctionnement et une autre est planifiée dans le futur mais le bâtiment est déjà construit.

Nom	Station de Schwarzackerstrasse	Station de Landstrasse (Planifiée dans le futur)
Localisation	Schwarzackerstrasse, près de l'autoroute	Landstrasse
Utilisation	Alimentation en eau potable d'urgence entre les communes de Augst et Pratteln	Alimentation en eau potable d'urgence entre les communes de Augst et Pratteln
Pression du côté d'aspiration	3.4 Bar	6.8 Bar



Pression du côté refoulement	4.8 Bar	7.3 Bar
Nombre de pompe	2	2
HMT des pompes	22 m	15-20 m
Débit des pompes	600 L/min	1'500 L/min en fonctionnement individuel
Mise en service	1992	En Planification
État	En bon état	En Planification

Tableau 5 : Caractéristiques des stations de reprise

## 2. Description du réseau de distribution

### a. Caractéristiques du réseau de distribution

Le réseau de distribution de la commune de Kaiseraugst possède un linéaire de réseau d'une taille de 27,5 km (seulement le réseau de distribution principale, n'incorpore pas le raccordement chez les abonnés).

La Figure 3 et la Figure 4 suivantes présentent les caractéristiques matérielles et dimensionnelles du réseau de distribution de Kaiseraugst.

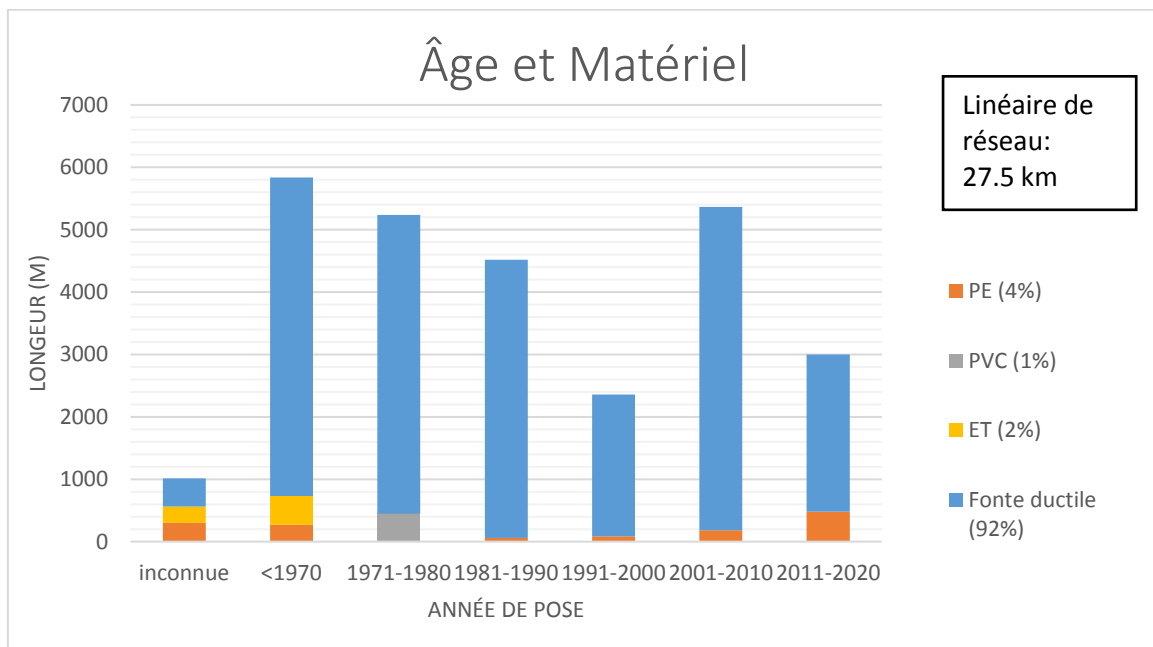


Figure 3: Âge et matériel du réseau de distribution

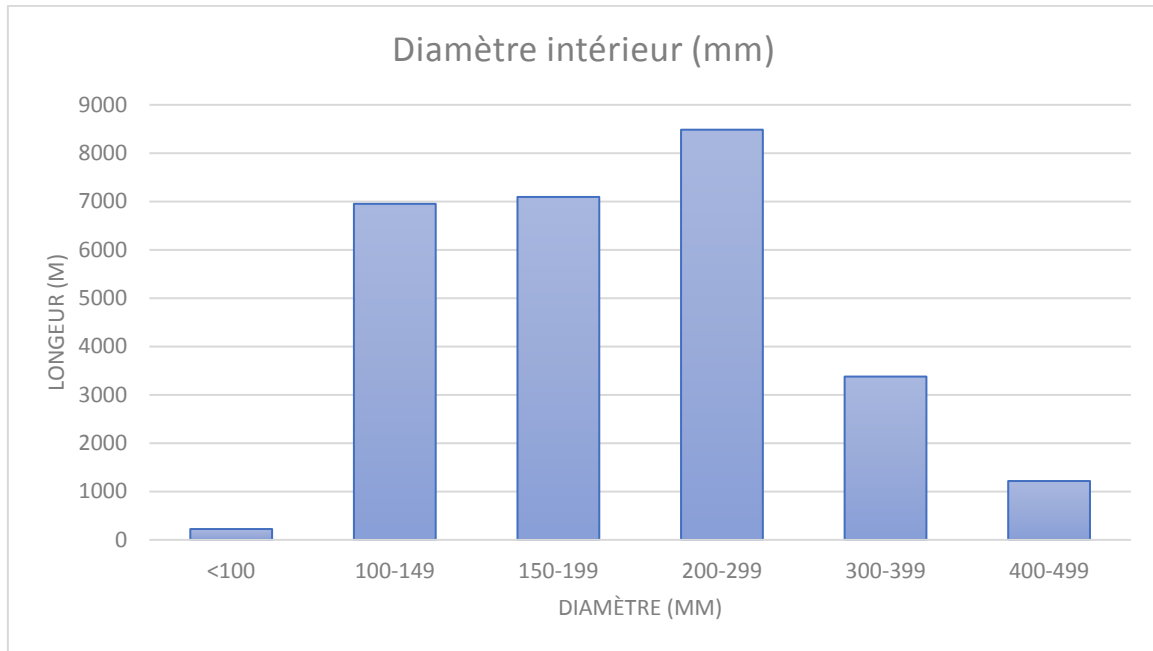


Figure 4: Caractéristique dimensionnelle du réseau

Le réseau de Kaiseraugst a un âge moyen de 33,2 ans.

#### b. Fontaines publiques

Pour la majorité des villes suisses, la présence de fontaines publiques d'eau potable est une évidence sur le réseau d'eau potable d'une commune. Les fontaines sont des points de purge sur le réseau, afin d'éviter la stagnation, et bien sûr une utilité publique. Cependant dans le réseau de distribution, les fontaines sont un consommateur que l'on ne peut négliger dans les calculs de perte ou de consommation dans le réseau.

La commune de Kaiseraugst possède **5 fontaines publiques** qui fonctionnent en moyenne six mois dans l'année. La consommation de chaque fontaine n'est pas connue. Pour le calcul de la consommation on estime un ratio par rapport à d'autres pourcentages de consommation d'eau dans des communes de taille similaire.

#### c. Protection incendie

La commune possède l'infrastructure suivante pour la protection incendie :

- Autour de deux cents poteaux incendie.
- 21 systèmes de Sprinkler dont 10 sur la propriété de la société Roche.
- Une conduite de 100 mm près du Rhin afin de pouvoir pomper de l'eau directement du fleuve pour les bâtiments à proximité, en cas d'incendie.

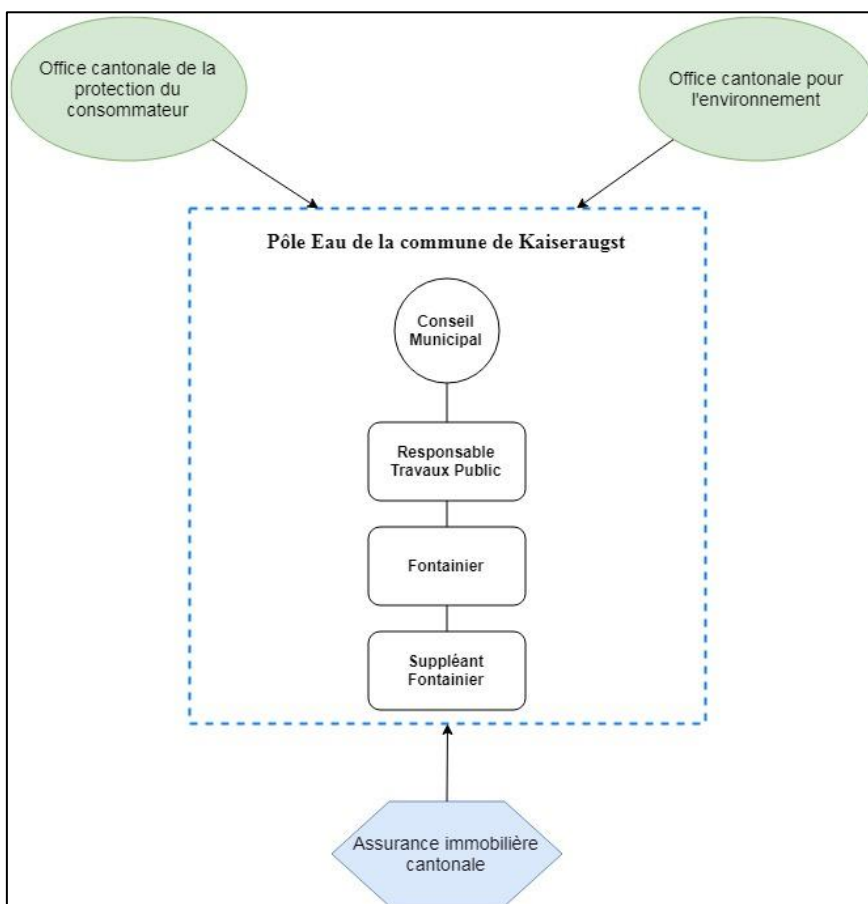
## Chapitre 3 : Organisation et la Responsabilité du Pôle Eau de la commune

La distribution d'eau potable dans la commune est sous la responsabilité directe du conseil municipal. Il porte la responsabilité financière et la responsabilité d'assurer la distribution d'une eau de qualité et en quantité suffisante aux habitants de la commune[3], [4].

Les Parties ci-dessous décrivent le fonctionnement et l'organisation du pôle eau potable de la commune.

### 1. Organigramme du pôle eau de la commune

Ci-dessous est un organigramme du pôle d'eau de la commune de Kaiseraugst [5].



### 2. Le Responsabilité des différents acteurs

#### a. Responsabilité et fonction des acteurs de la commune

Le pôle eau potable de la commune de Kaiseraugst est sous la régie directe du conseil municipal. Celle-ci prend les décisions financières et organisationnelles.

Le responsable des travaux met en application les décisions du conseil. De plus, il dirige l'équipe d'entretien de la municipalité avec laquelle le fontainier travaille aussi.

Le fontainier est responsable de garantir l'accès à une eau de qualité et en quantité suffisante au quotidien. Il doit assurer le planning du service de permanence en cas d'urgence. Il est aussi capable de réaliser des petits travaux de maintenance.

#### b. Responsabilité et fonction des acteurs externes

Les organismes de contrôle soutiennent financièrement et vérifient le bon fonctionnement du pôle eau.

- Office cantonale de la protection du consommateur : contrôle la qualité de l'eau
- Office cantonale de l'environnement : donne les droits de concession de la zone de captage et contrôle la mise en place des périmètres de protection.
- Assurance immobilière cantonale : Décide l'emplacement des poteaux d'incendie, les exigences de débit des poteaux et décide la taille de la réserve d'incendie.

Dans le cas du canton d'Argovie, l'assurance immobilière cantonale délègue la plupart de ces responsabilités au service des pompiers de la commune.

### 3. Organisation financière du pôle eau potable

#### a. Règlement financier

La commune de Kaiseraugst et le conseil municipal fournit de l'eau potable sous les conditions suivantes (tirés du "Wasserreglement (WR)" et du "Finanzierungsreglement (FR)" [6], [7]) :

- Part fixe annuel (§ 24 FR) : aucune
- Part variable (§ 25 FR) : 0.60 Fr. par m<sup>3</sup>

La commune possède aussi des frais de connexion au réseau d'eau potable.

- Habitations et bâtiment industriel (§ 19 FR) : 18.00 Fr. par m<sup>2</sup> de surface brute connectée au réseau
- Piscine (§ 19 FR) : 12.00 Fr. par m<sup>3</sup> de volume net

La commune de Kaiseraugst est une commune qui fournit de l'eau potable à un prix en-dessous de la moyenne nationale et cantonale [2]. Elle ne suit pas les nouvelles recommandations W1006 [8] de la SSIGE sur le partage de la part fixe et variable.

#### b. Situation financière actuel du pôle eau

Sur les 5 dernières années les revenus du pôle eau s'élèvent en moyenne à 432'000 Fr. par an, et les dépenses sur la même période s'élèvent en moyenne à 630'000 Fr. par an.

Les engagements financiers sont passés de 1.08 million de Fr. en 2014 à 4.70 millions de Fr. en 2018. Cette augmentation importante est à attribuer à un changement des règles comptables durant l'année 2015. Le financement de la commune sera examiné plus profondément dans un des chapitres suivants.

## Chapitre 4 : Protection et qualité de la ressource

La protection et la qualité de la ressource est un élément essentiel pour la commune et pour le schéma directeur. Les particularités de la ressource de Kaiseraugst seront présentées dans les parties suivantes.

### 1. Qualité de l'eau brute

L'eau brute du champ captant de Fischzucht est d'une qualité irréprochable. Elle possède des qualités microbiologiques et physico-chimiques excellentes. Les tableaux suivants présentent les qualités microbiologiques de l'eau brute selon une étude entre 2001 à 2008 du laboratoire cantonal et des échantillons biannuels obligatoires analysés par le fontainier.

Élément	Nbr. Échantillons	Valeur Max.	Valeur Moyenne	Valeur maximale autorisée
Germe aérobic mésophile (GAM) par ml	25	35	7	100
Entérocoques par 100 ml	19	2	0	Non détectable
Escherichia Coli par 100 ml	19	1	0	Non détectable

Tableau 6 : Qualité biologique de l'eau brute 2001-2008 (Source : Laboratoire Cantonal)

La qualité biologique est restée inchangée durant ces dernières années. Ci-dessous les résultats de l'année de 2018 :

Élément	Échantillon de 10.09.2018	Échantillon de 19.09.2018	Valeur maximale autorisée
Germe aérobic mésophile (GAM) par ml	n.d	3	100
Entérocoques par 100 ml	n.d	n.d	Non détectable
Escherichia Coli par 100 ml	n.d	n.d	Non détectable

Tableau 7 : Qualité biologique de l'eau brute 2018 (Source : Laboratoire Cantonal)

### 2. Protection de la ressource

Afin de protéger la ressource de la zone de captage il est nécessaire de mettre en place des zones de périmètre de protection rapprochés. Ces zones doivent être mises en place dans le PLU et doivent faire force de loi, pour que la commune puisse garder la concession de captage de la nappe phréatique.

L'inscription des périmètres de protection dans la loi communale est une nécessité afin de préserver une ressource de qualité.

Les zones de protection se composent de trois zones respectives :

- La zone S1 (PPI) : très proche de la zone de captage. Elle est généralement évaluée à un minimum de 10 mètres autour de la zone de captage
- La zone S2(PPR) : proche de la zone de captage. L'étendue de ce périmètre dépend de la vitesse d'écoulement de l'aquifère. Dans le cas de la Suisse, son étendue correspond à une courbe isochrone de 10 jours c.à.d. le temps qu'une particule d'eau de l'aquifère met de l'extrémité de cette zone jusqu'au point de captage.
- La zone S3 (PPE) : la zone éloignée n'est pas obligatoire mais peut réglementer l'occupation du sol dans ces zones, selon les caractéristiques hydrogéologiques de la ressource.

Dans le cas de la zone de captage de « Fischzucht » il est crucial de mettre en place ces périmètres autour du captage afin de garder la concession dans le futur. Une carte des différents périmètres de protection se retrouve en Annexe 2.

De plus la concession met des conditions particulières de pompage :

- Prélèvement max (longue durée) : **80 000 m<sup>3</sup>/Mois**
- Prélèvement max (courte durée) : **4 300 m<sup>3</sup>/Jour**, possible pour quelques jours avec la vérification du niveau de la nappe phréatique.

La concession est valable pour 30 ans, du 1. Janvier 2017 jusqu'au 31. Décembre 2046.

Ces conditions sont impérativement à respecter car à **proximité du Rhin** il existe une **zone contaminée**. Si le pompage est trop intensif, il est possible d'inverser le sens d'écoulement de la nappe phréatique (niveau de la nappe en-dessous du niveau du Rhin) d'où l'importance de respecter les conditions de la concession.

Il est conseillé de mettre en place une **automatisation de la mesure du niveau de la nappe phréatique** à plusieurs points dans la commune, pour augmenter la sécurité de la ressource surtout durant les périodes de prélèvement maximal en période de nappe basse (en Été).

Les coûts des actions concernant la zone de captage se retrouvent dans le chapitre sur l'estimation financière.

## Chapitre 5 : Bilan Besoins Ressources Réserves

---

Le Bilan Besoin Ressource Reserve fait état des besoins actuels et futurs (2040) du réseau d'eau potable. L'utilisation de cette projection future exige de poser des hypothèses selon les prises de décision de la commune pour préparer les futurs scénarios.

### 1. Description de la méthode

Pour faire le bilan-besoin ressources-réserves il faut tout d'abord suivre, la trame logique suivante :

- Récupération des données des différents acteurs :
  - Par la commune
  - Base des données cantonales
  - Par les industriels
  - Agences statistiques nationales ou cantonales
- Analyse des données
- Analyse de l'état actuel
- Analyse de l'état futur
- Évaluation des scénarios avec la commune
- Synthèse et pistes d'actions à mener

Dans ce rapport, la comparaison du besoin-bilan-ressources-réserves pour l'état actuel et futur est fait de manière directe.

### 2. Bilan Besoin en eau

Afin de calculer les besoins en eau de la commune à l'état actuel et futur il faut récupérer les données suivantes :

- Évolution de la population
- Consommation journalière en eau par abonné ou habitant
- Consommation journalière des industriels
- Calcul des besoins journalier de pointe (BJP)
  - a. Évolution de la population

La commune a pris la décision de partir sur une estimation de la population pour 2040 allant jusqu'à **8000 habitants** dans la commune. Ce choix de l'accroissement de la population est calculé d'après des modélisations futures. La commune justifie ce choix en mentionnant les nouvelles constructions prévues sur les nouvelles zones habitables d'après le PLU Annexe 6 et en tenant compte du développement de l'usine Roche qui attire des nouveaux habitants.

Dans ce rapport une juxtaposition est proposée par rapport à l'accroissement naturel et à celui prévu par la commune.

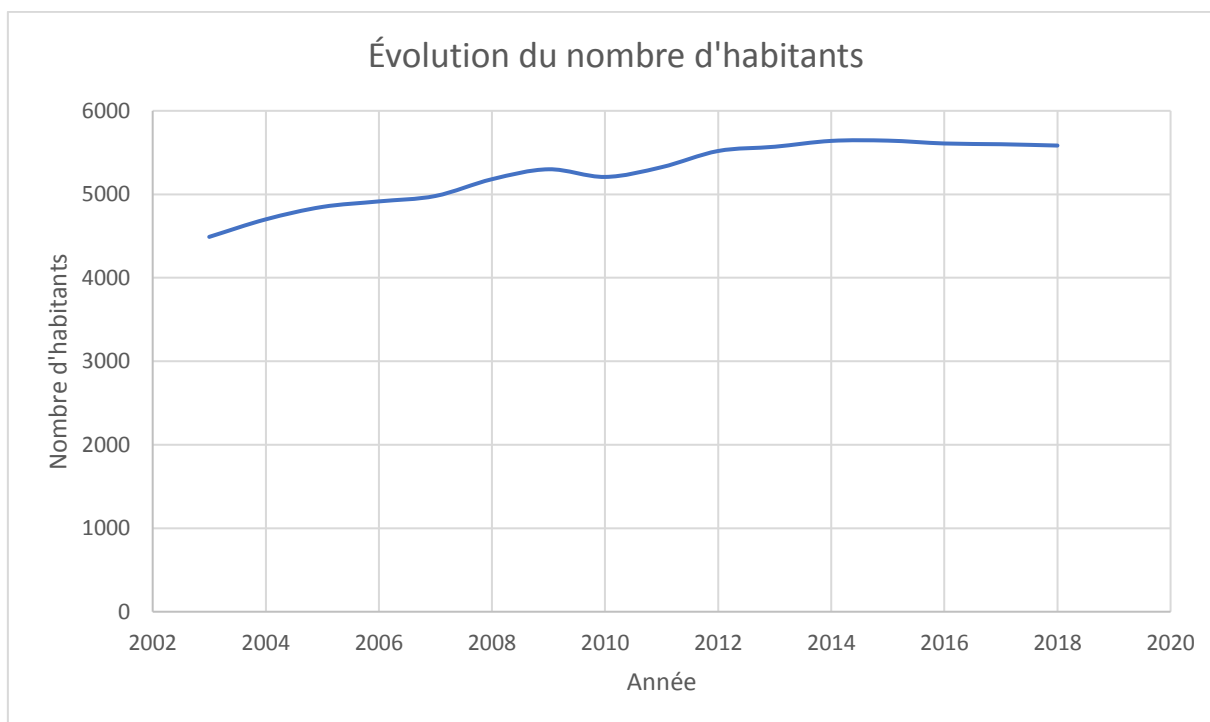


Figure 5 : Évolution du nombre d'habitants dans la commune de Kaiseraugst 2003-2018

La Figure 5 montre l'évolution du nombre d'habitant dans la commune. La commune a connu une croissance entre 2003 à 2013, depuis 2013 le nombre d'habitant est resté stable.

Dans le Tableau 8 nous mettons en opposition l'estimation de la commune du nombre d'habitants avec l'accroissement statistique des dernières années du canton d'Argovie [2].

Année	Kaiseraugst Tendence Statistique du Canton d'Argovie (1.1%/an)	Kaiseraugst Estimation de la Commune
2025	6,028	<b>6,353</b>
2030	6,367	<b>6,902</b>
2040	7,103	<b>8,000</b>

Tableau 8 : Estimation de l'accroissement de la population

On observe que par rapport à l'estimation du nombre d'habitants de la commune et la tendance statistique du canton d'Argovie, l'estimation future du nombre d'habitants de la commune semble très optimiste. Cet écart des tendances s'explique par une ouverture d'une nouvelle zone d'habitations et une croissance de l'industriel Roche dans le futur. Elle ne correspond pas non plus à l'évolution du nombre d'habitants de ces dernières années observée ci-dessus.



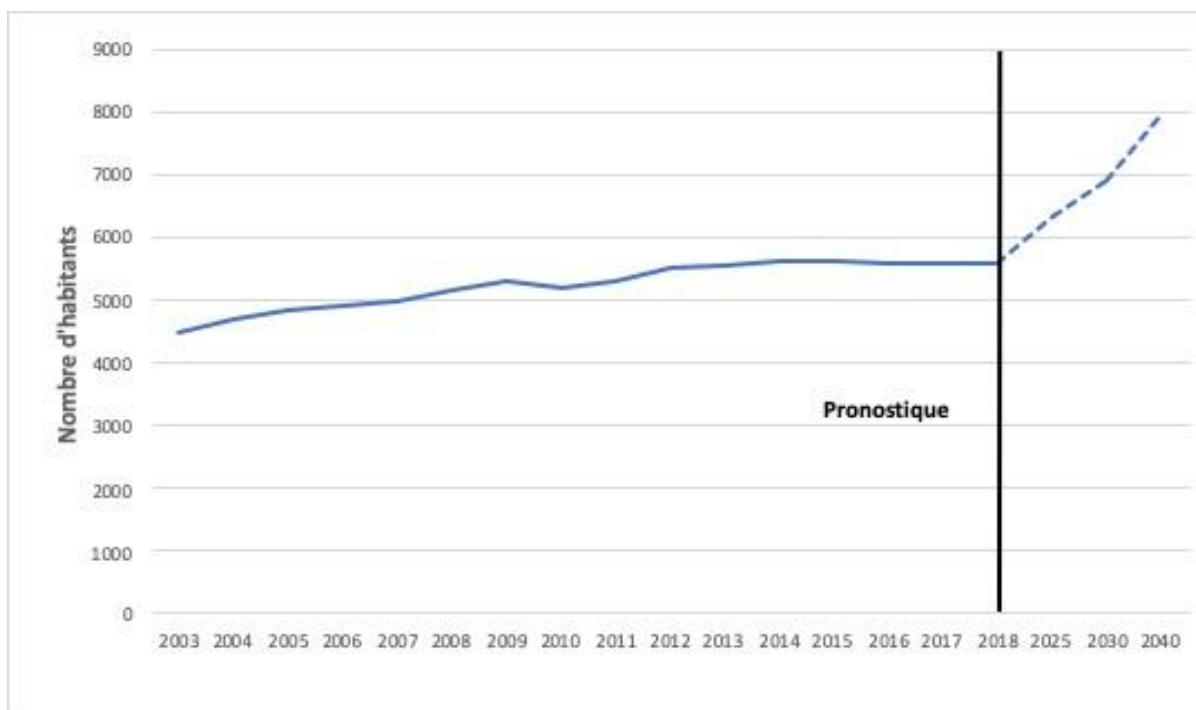


Figure 6 : Tendence future du nombre d'habitant de la commune

La Figure 6 montre l'évolution du nombre d'habitants par rapport au pronostic de la commune.

#### Récapitulatif :

- Nombre d'habitants 2040 : **8000 habitants** pour la commune de Kaiseraugst
- b. Évaluation du besoin par habitant par jour

Le nombre d'habitants donné, il faut aussi connaître la consommation de chaque habitant, en excluant la consommation de Roche qui est un abonné à part (consommant 1/3 de l'eau du réseau).

$$\frac{\text{Besoin}}{\text{jour}} \text{habitant} \left( \frac{L}{\text{jour}} \right) = \left( \text{Besoin Kaiseraugst} \left( \frac{m^3}{\text{an}} \right) - \text{Besoin Roche} \left( \frac{m^3}{\text{an}} \right) \right) * \frac{2,73}{\text{nbr habitant}}$$

En réalisant la formule ci-dessus on obtient une courbe de consommation journalière stable autour de **200 L/hab/jour** durant les cinq dernières années. La Figure 7 montre l'évolution de ces 5 dernières années.

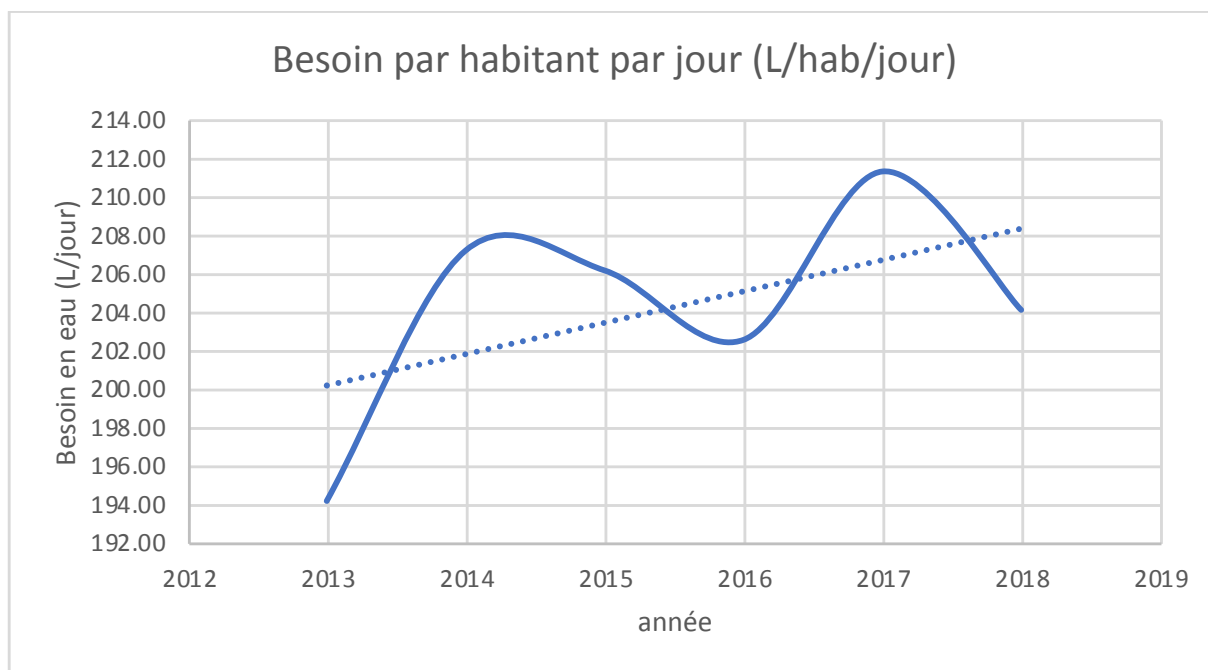


Figure 7: Évolution du besoin par habitant par jour (sans Roche)

Le besoin par habitant par jour a légèrement augmenté ces 5 dernières années mais reste stable autour des 200L/hab/jour. Elle est comparable à la moyenne nationale **300 L/hab/jour (incluant le besoin de l'industrie)** [9], si on prend en compte le besoin de Roche dans les calculs actuels. La séparation de Roche dans le calcul du besoin par habitant par jour est délibérée, car l'évolution du besoin de Roche est difficile à prédire. De plus, pour le partage des consommations linéaires sur le réseau, le partage de chaque entité est facilité.

En conclusion la commune a estimé que la consommation future du besoin par habitant par jour (sans Roche) restera stable autour de la valeur de **200L/hab/jour** jusqu'à l'année 2040. Cette valeur est prise en compte pour le calcul du besoin futur de la commune de Kaiseraugst.

#### Récapitulatif :

- **200L/hab/jour**
- Besoin par habitant **stable** jusqu'à l'horizon d'étude 2040
- c. Évaluation du besoin de l'industrie « Roche-Hoffmann »

L'évaluation du besoin en eau de l'industriel la Roche-Hoffmann est complexe car il n'existe pas une réelle corrélation linéaire ou une tendance sur laquelle se fier. Comme la Figure 8 le montre :

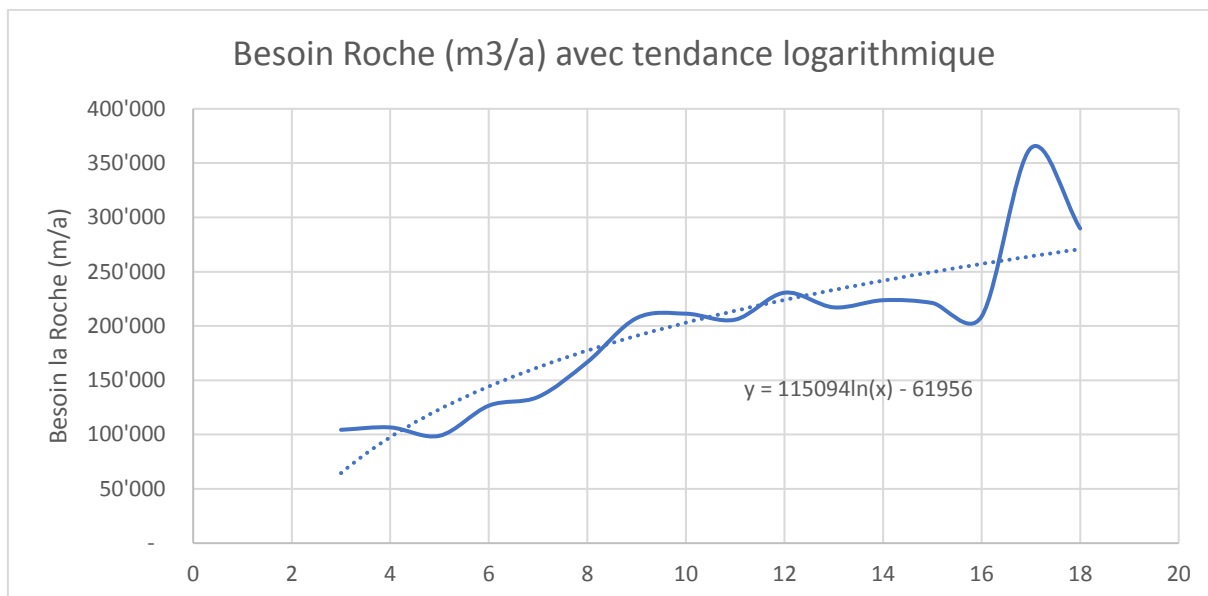


Figure 8 : Besoin annuel d'eau de Roche avec la courbe de tendance logarithmique

La croissance de l'industriel Roche ces dernières années a été importante et la consommation d'eau peut doubler en une année est diminuer aussi vite l'année d'après. En appliquant une courbe de tendance logarithmique, le besoin annuel pour l'année 2040 serait de 362 000 m<sup>3</sup>/a. Or ce besoin a déjà été atteint durant l'année 2018.

Étant donné l'importance de cet industriel dans la commune de Kaiseraugst, mettre une marge de sécurité sur l'évaluation du besoin de Roche est essentiel.

En demandant à l'industriel Roche-Hoffmann de fournir la propre estimation de son besoin, ce dernier estime un besoin de **500 000 m<sup>3</sup>/an** dans le futur. Cette valeur a été prise en compte dans le calcul du bilan Besoin-Ressource.

#### Récapitulatif :

- Besoin futur 2040 Roche : **500 000 m<sup>3</sup>/an**
- Besoin journalier 2040 : **1370 m<sup>3</sup>/jour**

#### d. Calcul du besoin journalier de pointe

Pour le cas de la commune de Kaiseraugst on évalue le BJP de Roche et de Kaiseraugst. Pour l'évaluation, il est nécessaire de connaître les besoins dans les jours de pointe sur plusieurs années et les comparer aux besoins dans les jours moyens, afin de calculer le coefficient journalier de pointe (CJP) de la Roche et de la commune. Puis faire une moyenne, on estime que pour le futur le CJP restera autour de la moyenne des CJP précédents.

$$CJP = \frac{\text{Besoin du jour de pointe} \left( \frac{m^3}{\text{jour}} \right)}{\text{Besoin du jour moyen} \left( \frac{m^3}{\text{jour}} \right)}$$

Année	Consommation jour moyen (m <sup>3</sup> /jour)	Consommation jour de pointe (m <sup>3</sup> /jour)	CJP
2013	595	1'368	<b>2,3</b>
2014	613	1'226	<b>2</b>
2015	606	1'393	<b>2,3</b>
2016	572	1'716	<b>3</b>
2017	997	2'093	<b>2,1</b>
2018	794	1'588	<b>2</b>

Tableau 9 : CJP de 2013-2018 pour l'industriel Roche

La moyenne du CJP pour l'industriel Roche sur les 6 dernières années est de 2,28. Ceci prend en compte l'augmentation importante durant l'année 2016, qui a été déterminée par une fuite importante sur la conduite de transport venant du Réservoir. Ce point sera expliqué plus en détail lors du chapitre sur les pertes dans le réseau. Sans prendre en compte l'année 2016 on trouve une moyenne de CJP de 2,1 pour la Roche. Par facilité, il est décidé d'arrondir et de prendre un **CJP Roche = 2** dans la suite de l'étude.

Année	Consommation jour moyen (m <sup>3</sup> /jour)	Consommation jour de pointe (m <sup>3</sup> /jour)	CJP
2013	1'629	2'117	<b>1,3</b>
2014	1'626	2'114	<b>1,3</b>
2015	1'723	2'413	<b>1,4</b>
2016	1'874	2'437	<b>1,3</b>
2017	1'875	2'438	<b>1,3</b>
2018	1'551	2'636	<b>1,7</b>

Tableau 10 : CJP de 2013-2018 pour la commune de Kaiseraugst sans Roche

La moyenne du CJP pour la commune de Kaiseraugst sans Roche sur les 6 dernières années est de **1,4**. Pour le prélèvement sur le réseau de la commune de **Giebenach** le CJP moyen des dernières années est de **CJP Giebenach = 2**.

#### Récapitulatif :

- CJP Roche = **2**
- CJP Kaiseraugst sans Roche = **1,4**
- CJP Giebenach = **2**

#### e. Bilan Besoin en eau de la commune de Kaiseraugst actuel et futur

Avec les valeurs fixées, il est possible de faire un premier bilan **actuel** du besoin en eau de la commune de Kaiseraugst. Par facilité de lecture les valeurs sont arrondies à la prochaine cinquantaine. De plus le prélèvement de Giebenach est stable, autour de 180 m<sup>3</sup>/jour et il n'est pas prévu qu'il varie les prochaines années. Une répartition par catégorie du besoin en eau des dernières années est visible sur la figure suivante :

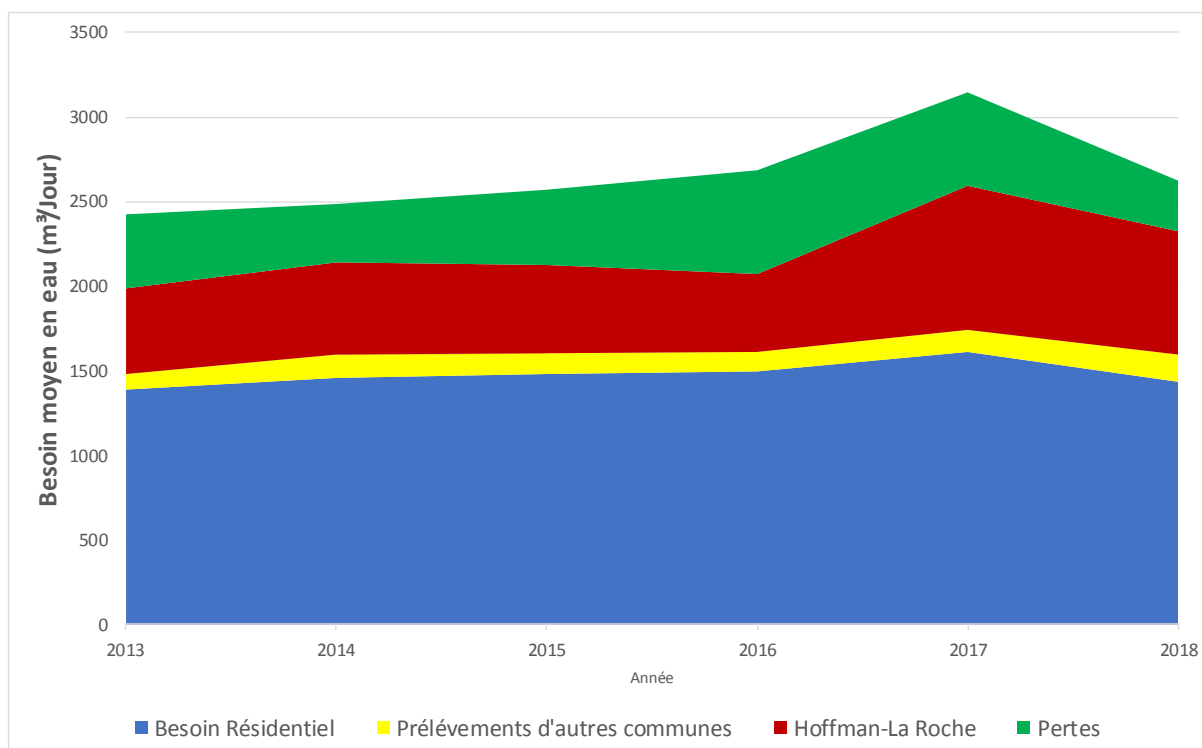


Figure 9: Évolution du besoin hydrique des différentes catégories de 2013-2016

Le tableau suivant tire le bilan du besoin en eau de l'état actuel et futur :

Année	État actuel (2018) (m <sup>3</sup> /jour)	État futur (2040) (m <sup>3</sup> /jour)
Consommation moyenne Kaiseraugst	1'300	1'600
Consommation moyenne Roche	700	1'400
Pertes du réseau	350	600
Consommation moyenne Giebenach	200	200
<b>Besoin total moyen</b>	<b>2'550</b>	<b>3'800</b>
CJP Kaiseraugst	2'200	2'450
CJP Roche	1'350	2'750
Pertes du réseau	650	1'000
CJP Giebenach	350	350
<b>BJP total</b>	<b>4'550</b>	<b>6'550</b>

Tableau 11 : Besoin en eau de l'état actuel et futur de la commune de Kaiseraugst

Les Pertes du réseau incorporent les pertes physiques du réseau et toutes les utilisations non-facturées qui ne font pas partie des pertes du réseau (fontaines, utilisation interne). La moyenne totale des pertes est estimée à 20%. Les pertes physiques du réseau seront expliquées plus en détail dans le chapitre suivant.

### 3. Bilan des pertes d'eau dans le système

Les pertes d'eau dans le système d'AEP ont un impact important sur le bilan ressources réserves et sur le bilan financier de la commune. L'importance d'un bilan fiable des pertes d'eau pour la compagnie des eaux est essentielle afin de mettre en place les bonnes actions afin de réduire les pertes. Il existe un panel d'indicateurs de calcul des pertes définis par la SSIGE W4 et IWA [10], [11], [12].

#### a. Pertes en eau du réseau

Les pertes en eau du réseau prennent en compte les volumes vendus, exportés et produits. Les pertes s'expriment de la manière suivante :

$$Pertes\ en\ eau = 1 - \left( \frac{V.\ total\ consommé\ facturé + V.\ non\ facturé + V.\ vendu\ en\ gros}{V.\ produit + V.\ acheté\ en\ gros} \right)$$

C'est l'indicateur de rendement le plus commun pour une première estimation du système.

Sur le réseau de la commune de Kaiseraugst, le nombre d'information est limité. Les informations suivantes sont connues :

- Volume total consommé facturé
- Volume Vendu en gros
- Volume produit
- Volume acheté en gros

Le volume non-facturé représente la consommation d'eau interne à la commune (jardinage, compagnie des eaux), erreur de facturation, erreur de compteur ou prélèvement non-comptabilisé. Une estimation du volume annuel est admise par rapport aux statistiques de communes de taille similaire [13]. Dans le cas de la commune de Kaiseraugst, le volume admis s'élève autour de 5% du volume produit et acheté en gros. La Figure 10 ci-dessous montre l'évolution du rendement des dernières années.

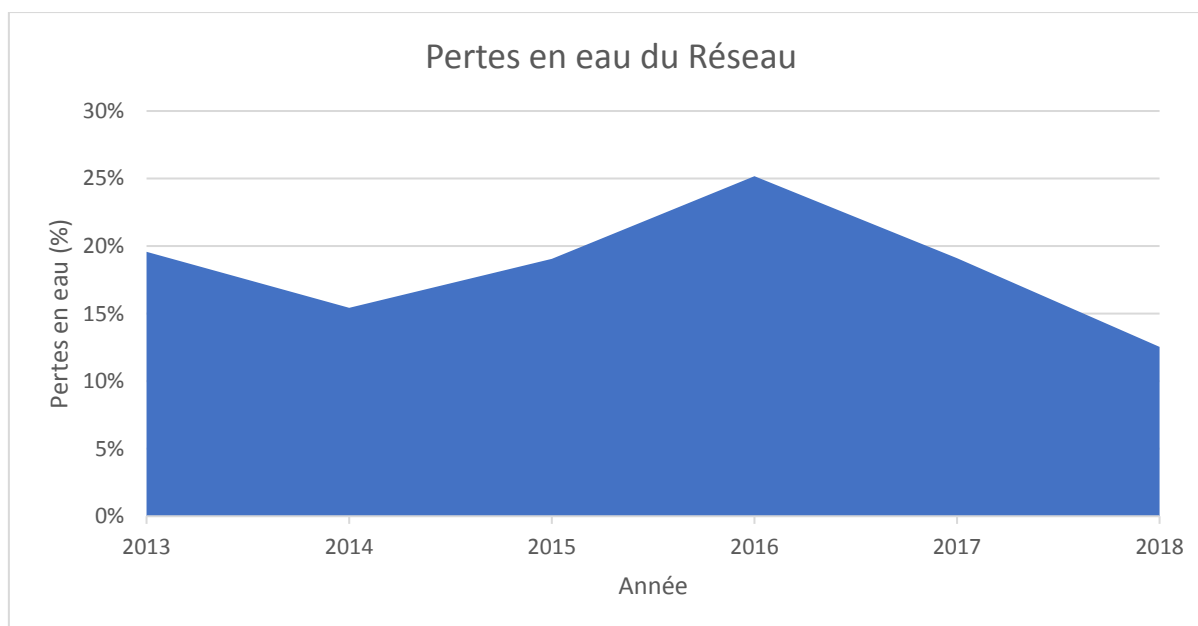


Figure 10: Évolution des pertes en eau du réseau de 2013-2018

Pour la commune de Kaiseraugst la moyenne des 6 dernières années est de **18%** du rendement de réseau. Ceci est une valeur de **rendement moyen** [14].

Afin de comparer le rendement de manière plus précise il est important de prendre en compte d'autres variables du réseau (Pression, linéaire de conduite vers l'abonné, linéaire de réseau).

#### b. Indice Linéaire de perte

Dans la référence SSIGE W4 [10], l'indice linéaire de perte est l'indicateur choisi afin de connaître le rendement du réseau. La W4 catégorise les rendements par rapport à trois types de réseau (rural, intermédiaire, urbain).

$$ILP = \frac{V. \text{ mis en distribution} - V. \text{ consommé autorisé}}{\text{Linéaire de desserte} * 525,6}$$

La commune de Kaiseraugst est considérée comme réseau intermédiaire. Les références de performance du réseau sont les suivantes :

- Satisfaisant : (<1,2 L/ (km x min))
- Moyen : (1,2 – 2,5 L/ (km x min))
- Préoccupant : (>2,5 L/ (km x min))

Dans le cas de Kaiseraugst avec un linéaire de quasiment 27 km, l'évolution de l'Indice linéaire de perte pour la commune se compose de la manière suivante :

Année	ILP (l/(km*min))
2013	11.07
2014	8.78
2015	11.28
2016	15.66
2017	13.96
2018	7.47

Tableau 12 : Évolution ILP de la commune de Kaiseraugst

En comparant le ILP de Kaiseraugst avec les références du SSIGE, la commune possède un **réseau préoccupant**. Or si on voulait un ILP satisfaisant par rapport aux références, la commune serait censée avoir un rendement de 6%.

Le ILP laisse une incertitude du rendement et ne prend pas en compte la pression moyenne, et le linéaire du réseau de l'abonné. Pour cela l'international water association (IWA) a mis en place un indicateur le **ILI**, qui prends en compte ces facteurs et le compare par rapport à d'autres réseaux similaires.

#### c. Infrastructure Leakage Index (ILI)

Afin de pouvoir comparer la performance du réseau par rapport à des réseaux similaires, l'association internationale de l'eau (IWA en anglais) a mis en place un indicateur de performance afin de pouvoir calculer les vraies pertes physiques du réseau et aussi afin de pouvoir estimer l'eau non-génératrice de revenu. Cet indicateur s'appelle le ILI.

Le ILI est une comparaison entre les pertes journalières du système par rapport à une approximation des pertes inévitables du réseau. Le ratio des deux chiffres nous donnera la perte de revenue évitable dans le système. Ce ratio pourra être comparé à des villes similaires en Suisse ou même situées dans des pays différents. Ci-dessous la Figure 11 montre le bilan hydrique d'un réseau d'eau potable.

System Input Volume	Authorized consumption	Billed Authorized Consumption	Billed Metered Consumption (including water exported)	Revenue Water	
			Billed Unmetered Consumption		
		Unbilled Authorized Consumption		Unbilled Metered Consumption	Non-Revenue Water
				Unbilled Unmetered Consumption	
	Water Losses	Apparent Losses		Unauthorized Consumption	
				Metering Inaccuracies	
		Real Losses		Leakage on Transmission and/or Distribution Mains	
				Leakage on Service Connections up to point of Customer Metering	

Figure 11: Bilan hydrique dans l'AEP (Source : researchgate.net)

En imaginant un système parfaitement entretenu afin d'éviter des pertes dans le système, l'IWA a mis en place l'équation suivante :

$$PI \left( \frac{L}{\text{jour}} \right) = (18 * Lm + 0.8 * Nc + 25 * Lp) * P$$

- PI sont les pertes inévitables en L/jour
- Lm est le linéaire de réseau principale en km
- Nc le nombre d'abonnés connectés au réseau
- Lp le linéaire de la conduite de l'abonné au compteur en km
- P la pression moyenne du système en mètre de colonne d'eau

Pour la commune de Kaiseraugst il a fallu admettre certaines hypothèses afin de pouvoir utiliser cet indicateur de performance de réseau.

- Lm= 27.5 km
- Nc= 1'500, le cadastre des parcelles indique 1482 connections.
- Lp= 5 mètres entre la conduite principale et le compteur, valeur estimée
- P= 50 mètres estimation du réseau

En appliquant ces valeurs, les pertes inévitables sont de :

$$PI = 94'125 \left( \frac{L}{\text{jour}} \right)$$

Pour obtenir le ratio on applique le ILI :

$$ILI = \frac{\text{Pertes calculées} \left( \frac{L}{\text{jour}} \right)}{PI \left( \frac{L}{\text{jour}} \right)}$$

Pour l'année 2018 les pertes calculées sont de 295'812 L/jour.

Donc un ILI= 3.14

En comparant la valeur de l'ILI à l'aide de la figure en Annexe 3 à d'autres réseaux européens, le réseau de Kaiseraugst se situe en catégorie B, un réseau avec une possibilité d'amélioration. Bien



sûr, il existe malheureusement une marge d'erreur dans cette conclusion car il nous manque des informations que la compagnie des eaux ne nous a pas transmises.

#### Récapitulatif :

- Il existe plusieurs méthodes de performance de réseau, qui s'appliquent plus au moins bien par rapport aux caractéristiques du réseau.
- La quantité et la qualité des informations sur le bilan hydrique sont essentielles afin de pouvoir donner une conclusion cohérente sur le rendement d'un réseau d'AEP.
- Par manque d'informations et de fiabilité, l'estimation des pertes d'eau de la commune de Kaiseraugst est estimée, au rendement calculé de **15%** sur la dernière année 2018.
- Ce rendement est utilisé dans les calculs des volumes de pertes et le **bilan besoin ressource futur** du réseau.

#### 4. Bilan Ressources

Le bilan ressources permet de faire le point sur les ressources à disposition pour la commune de Kaiseraugst et permet de mettre en place des scénarios de juxtaposition entre les ressources disponibles et les besoins de la commune,

La commune de Kaiseraugst, tire en moyenne 2'000 m<sup>3</sup>/jour de son champ captant de "Fischzucht". La quantité restante, autour de 700m<sup>3</sup> provient de l'approvisionnement de la commune voisine de Rheinfelden, voir Figure 12.

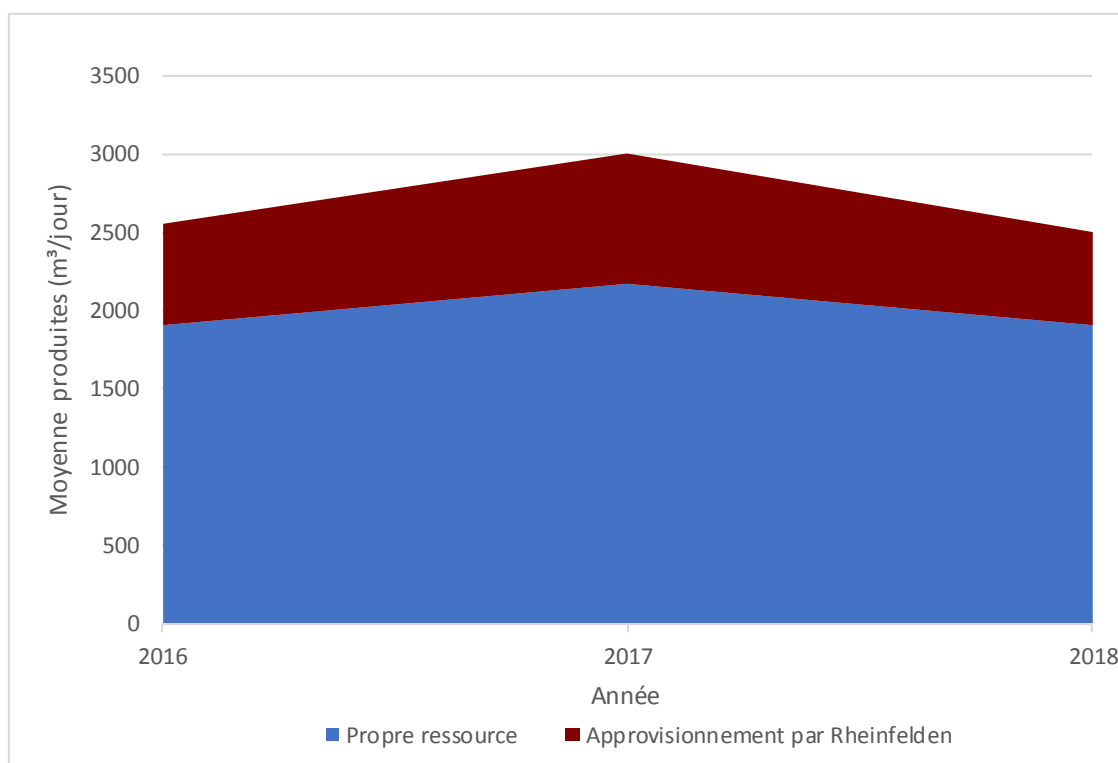


Figure 12: Évolution de la quantité et provenance des ressources quotidiennes

##### a. Champ captant de Fischzucht

La compagnie des eaux de la commune a récemment obtenu le droit de concession pour une durée de 30 ans, jusqu'en 2046. Donc, il est estimé que la concession restera dans le futur.

La station de pompage a le droit suivant de ressource :

- Prélèvement à court terme maximal : 4'300 m<sup>3</sup>/Jour
- Prélèvement à long terme maximal : 80'000 m<sup>3</sup>/Mois ou 2'650 m<sup>3</sup>/Jour. Le prélèvement de cette quantité est recommandé seulement si la surveillance automatique du niveau de la nappe est mise en place.
- Prélèvement recommandé : 65'000 m<sup>3</sup>/Mois sans télésurveillance [15].

Pour le calcul du Bilan, le chiffre de la concession à long terme sera utilisé.

#### Récapitulatif :

- 4'300 m<sup>3</sup>/Jour court terme
- 2'650 m<sup>3</sup>/Jour long termes

#### b. Approvisionnement/prélèvement des communes voisines

La commune, comme décrit dans les chapitres précédents, prélève une partie de son eau de la commune voisine de Rheinfelden. Elle approvisionne aussi la commune de Giebenach.

La commune possède des contrats d'interconnexion qui seront décrits ci-dessous :

- **Commune de Rheinfelden** : Les deux communes ont un contrat du 20. Avril 2009, énonçant l'approvisionnement permanent de la commune de Kaiseraugst par la commune de Rheinfelden à travers la station de reprise "Hard" [16]. Ce contrat donne les conditions d'approvisionnement suivantes :
  - Prix de l'eau : 0.70 Fr./m<sup>3</sup>
  - Approvisionnement minimal : 100'000 Fr./an soit 142'000 m<sup>3</sup>/an
  - Approvisionnement maximal : 500'000 m<sup>3</sup>/an, soit une moyenne de **1'350 m<sup>3</sup>/jour**.
  - Approvisionnement maximal journalier : **3'500m<sup>3</sup>/Jour**
- **Commune de Giebenach** : Les deux communes ont un contrat du 8. Septembre 1992, énonçant l'approvisionnement permanent de la commune de Giebenach par la commune de Kaiseraugst à travers la station de reprise "Moosmatt"[17]. Ce contrat donne les conditions d'approvisionnement suivantes :
  - Prix de l'eau : 0.60 Fr./m<sup>3</sup>
  - Approvisionnement maximal de **20L/s**, avec une limite maximale journalière de **350 m<sup>3</sup>/Jour**.
- **Commune de Augst et Pratteln** : Les trois communes ont un contrat du 10. Mars 2017, énonçant les conditions d'approvisionnement en cas d'urgence [18].
  - Pratteln, à travers le réseau de Augst, met à disposition une quantité d'approvisionnement en urgence de **2'800 m<sup>3</sup>/Jour**. Si la station de reprise de "Landstrasse" est opérationnelle.
  - Kaiseraugst met à disposition de Augst une quantité d'approvisionnement en urgence de **900 m<sup>3</sup>/Jour**.

#### Récapitulatif :

- Approvisionnement par Rheinfelden de **1'350 m<sup>3</sup>/Jour** en moyenne ou **3'500 m<sup>3</sup>/Jour** maximal.
- Approvisionnement de la commune de Giebenach avec **350 m<sup>3</sup>/Jour** maximal.

## 5. Mise en place des scénarios du bilan Besoin-Ressource

La recommandation SSIGE de la planification stratégique en approvisionnement d'eau [19], suggère des scénarios de bilan besoin-ressource afin d'observer la sécurité en approvisionnement d'eau de

la collectivité. Dans ce chapitre, les différents scénarios et bilans seront analysés, avec des recommandations d'actions si nécessaires.

a. Vue d'ensemble

**Cinq scénarios** ont été comparés dans le bilan besoin ressource. Les deux derniers scénarios ne suivent pas la recommandation de la SSIGE. Le choix des deux derniers scénarios est un choix intentionnel de la commune. Ayant un grand parc industriel la commune a choisi d'aller plus loin dans la sécurité d'approvisionnement en cas d'urgence. Ci-dessous se trouvent une description rapide des scénarios :

- **Scénario 1** : Journée moyenne (Besoin moyen, approvisionnement longue durée)
- **Scénario 2** : Journée de pointe (Besoin de pointe, approvisionnement courte durée)
- **Scénario 3** : Défaillance de la station de pompage (Besoin moyen)
- **Scénario 4** : Défaillance d'approvisionnement Rheinfelden sur une longue durée (Besoin moyen)
- **Scénario 5** : Défaillance station de pompage (Besoin de pointe), ce scénario et afin de connaître l'importance de la mise à niveau de la station de reprise "Landstrasse" dans les scénarios d'approvisionnement en urgence.

Les résultats sont résumés dans les deux tableaux ci-dessous, pour l'état actuel et futur. Une explication plus détaillée de chaque scénario sera établie dans les parties suivantes.

	Scénario 1 Journée normale	Scénario 2 Journée de pointe	Scénario 3 Défaillance SP Fischzucht (Besoin moyen)	Scénario 4 Défaillance Rheinfelden (Besoin moyen)
	m <sup>3</sup> /Jour	m <sup>3</sup> /Jour	m <sup>3</sup> /Jour	m <sup>3</sup> /Jour
SP Fischzucht concession courte durée		4'300	-	
SP Fischzucht concession longue durée	2'600		-	2'600
Approvisionnement Rheinfelden	1'400	3'500	3'500	
Approvisionnement d'urgence			900	900
<b>Ressources globale</b>	<b>4'000</b>	<b>7'800</b>	<b>4'400</b>	<b>3'500</b>
Besoin Kaiseraugst sans Roche	1'540	2'600	1'540	1'540
Besoin Roche	800	1'600	800	800
Besoin Giebenach	160	300	160	600
<b>Bilan État actuel (2018)</b>	<b>+1'500</b>	<b>+3'300</b>	<b>+1'900</b>	<b>+900</b>
Besoin Kaiseraugst sans Roche	1'900	2'950	1'900	1'900
Besoin Roche	1'700	3'300	1'700	1'700
Besoin Giebenach	200	350	200	200
<b>Bilan État futur (2040)</b>	<b>+200</b>	<b>+1'200</b>	<b>+600</b>	<b>-300</b>

Tableau 13: Scénario 1-4 du Bilan Besoin-Ressource

## b. Scénario 1

En fonctionnement normal, l'approvisionnement en eau pour l'état actuel et futur est assuré.

## c. Scénario 2

En jour de pointe, l'approvisionnement en eau est assuré pour l'état actuel et futur, tant que la période de pointe est de courte durée. Si en raison du changement climatique les périodes de pointe s'allongent (plusieurs jours ou semaines consécutives), il sera nécessaire de trouver une autre ressource. Les mesures suivantes sont préconisées :

- **Ajustement du contrat** d'approvisionnement de la commune de **Rheinfelden** (prélèvement plus conséquent)
- **Contrat d'approvisionnement** avec la commune de **Pratteln** à la place du contrat d'approvisionnement de secours.

## d. Scénario 3

Si la station de pompage de "Fischzucht" est défaillante, l'approvisionnement est assuré par la commune de Rheinfelden et si besoin par l'approvisionnement d'urgence de Augst.

Pour l'état futur durant une journée normale l'approvisionnement sera assuré.

## e. Scénario 4

En cas de défaillance de l'approvisionnement de Rheinfelden pendant une longue période. L'approvisionnement peut être assuré par la station de pompage de la commune et l'approvisionnement en urgence pour l'état actuel. Ceci n'est pas le cas pour l'état futur. Des mesures seront nécessaires :

- Augmentation de la capacité d'approvisionnement en urgence en **réhabilitant la station de reprise "Landstrasse"**.

## f. Scénario 5

Par l'importance du parc industriel de la commune, il est nécessaire d'assurer l'approvisionnement en eau dans chaque situation. Le scénario 5 démontre la défaillance de la ressource la plus conséquente (station de pompage) durant une journée de pointe (cas extrême).

Le tableau ci-dessous fait le bilan du scénario en incluant l'extension de capacité de l'approvisionnement en urgence, avec la réhabilitation de la station de reprise de "Landstrasse" :

	Scénario 5 Défaillance SP Fischzucht Jour de pointe- Actuel - sans SR Landstrasse	Scénario 5 Défaillance SP Fischzucht Jour de pointe- Actuel - avec SR Landstrasse	Scénario 5 Défaillance SP Fischzucht Jour de pointe- Futur - sans SR Landstrasse
	m <sup>3</sup> /Jour	m <sup>3</sup> /Jour	m <sup>3</sup> /Jour
SP Fischzucht concession courte durée			
SP Fischzucht concession longue durée			
Approvisionnement Rheinfelden	3'500	3'500	3'500
Approvisionnement d'urgence	900	2'800	2'800
<b>Ressources globales</b>	<b>4'400</b>	<b>6'300</b>	<b>6'300</b>
Besoin maximal	4'500	4'500	6'500
<b>Bilan</b>	<b>-100</b>	<b>+1'800</b>	<b>-200</b>

Tableau 14: Scénario 5 du Bilan Besoin-Ressource

La commune est actuellement dans l'incapacité de couvrir le ou les jour(s) de pointe en cas de défaillance de sa station de pompage "Fischzucht", sans l'extension d'approvisionnement en urgence. Ceci reste vrai même avec l'extension pour l'état futur.

Mesures envisagées :

- **Réhabilitation immédiate** de la station de reprise de "**Landstrasse**".
  - g. Récapitulatif du Bilan Besoin-Ressource
- Sans défaillance des ressources, l'approvisionnement de la commune est assuré pour les deux états (jour moyen ou de pointe).
- En cas de défaillance d'une ressource, la réhabilitation de la station de reprise "Landstrasse" est conseillée, en particulier durant une journée de pointe.
- Une attention particulière est à apporter sur la longueur des journées de pointe. Si celle-ci s'allonge dans le futur, les mesures présentées dans le scénario 2 sont à mettre en place.

## 6. Bilan Réserve

Le volume de stockage est séparé en **réserve journalière**, **réserve d'urgence** et **réserve d'incendie**. La réserve journalière et la réserve d'urgence forment la **réserve utile**. Les volumes sont définis par rapport à la recommandation du SSIGE [20], [21]:

- **Réserve journalière** : La réserve journalière correspond à la fluctuation de niveau durant un fonctionnement normal journalier. Le volume correspond à la moitié du volume du besoin journalier moyen.
- **Réserve d'urgence** : La réserve d'urgence correspond à la moitié du volume du besoin journalier moyen et permet de couvrir d'éventuelles défaillances de la ressource.
- **Réserve d'incendie** : le volume de la réserve d'incendie en Suisse est défini par l'établissement cantonal d'assurance immobilière. Elle définit les besoins de protection incendie dans les différents secteurs des communes du canton et le volume de la protection incendie nécessaire. L'assurance immobilière d'Argovie (AGV) n'a pas donné de retour sur le volume nécessaire de la réserve d'incendie. Cependant elle a indiqué que d'après sa fiche de recommandation (voir Annexe 4), la présence du parc industriel implique une réserve incendie d'un volume de **600-800 m<sup>3</sup>** (actuellement 400m<sup>3</sup>). L'AGV conseille à la commune de faire évaluer sa réserve incendie avant la prochaine restauration du réservoir.

	Besoin de réserve actuel selon SSIGE (m <sup>3</sup> )	Besoin de réserve futur selon SSIGE (m <sup>3</sup> )	Réserve actuelle du Réservoir uf em Berg (m <sup>3</sup> )
Réserve journalière	1'300	2'300	1'300
Réserve d'urgence	1'300	2'300	1'300
<b>Réserve utile</b>	<b>2'600</b>	<b>4'600</b>	<b>2'600</b>
Réserve d'incendie	600	600	400
<b>Volume total du réservoir</b>	<b>3'200</b>	<b>5'200</b>	<b>3'000</b>

Tableau 15: Besoin de réserve selon les recommandations du SSIGE

Selon la recommandation de la SSIGE W1011 :

- Le réservoir est actuellement légèrement sous-dimensionné de **200 m<sup>3</sup>**.
- Pour l'état futur le réservoir est largement sous-dimensionné de **2'200 m<sup>3</sup>**.

La commune ne souhaite pas reconstruire ou élargir son réservoir pour des raisons financière et de qualité d'eau (temps de séjour prolongé).

Elle désire une solution alternative qui assure la sécurité d'approvisionnement en cas de défaillance courte.

La solution envisagée est de réduire la réserve d'urgence, de la manière suivante :

- Pour la réserve d'urgence, possibilité de couvrir 4 heures de besoin en heure de pointe.
- Le volume de la réserve incendie est déterminé par l'assurance immobilière cantonale.

La solution pour évaluer le volume de la réserve journalière est la suivante :

- Augmenter le temps de pompage maximal journalier des pompes du Fischzucht, sans apport d'une autre ressource (Rheinfelden)

- Observer le nombre d'heure de pointe la capacité des pompes (180 m<sup>3</sup>/h) est dépassé par le besoin est évalué le volume minimal du réservoir.

Dans le tableau suivant le besoin horaire moyen et maximal de l'état actuel ont été évalué par rapport aux informations des compteurs de la commune :

Année	Besoin horaire moyen (m <sup>3</sup> /h)	Besoin horaire max (m <sup>3</sup> /h)
2018	89	158
2040	208	368

Tableau 16: Calcul du besoin horaire moyen et de pointe pour les deux états de modélisation

L'évaluation de l'état futur vient du BJP moyen journalier futur évalué dans un chapitre précédent rapporté sur une heure, pour le besoin horaire moyen. L'évaluation du besoin horaire maximal a été calculé grâce aux coefficients de l'état actuel entre le maximum horaire et le moyen horaire.

$$\text{Coefficient Besoin horaire de pointe} = \frac{\text{Besoin horaire max}}{\text{Besoin horaire moyen}}$$

	Besoin de réserve futur alternatif (m <sup>3</sup> )	Réserve actuelle du Réservoir uf em Berg (m <sup>3</sup> )
Réserve journalière	1'000	1'300
Réserve d'urgence	1'400	1'300
<b>Réserve utile</b>	<b>2'400</b>	<b>2'600</b>
Réserve d'incendie	600	400
<b>Volume total du réservoir</b>	<b>3'000</b>	<b>3'000</b>

Tableau 17: Scénario de volume de réserve minimal

En calculant le volume minimum vital de la réserve, le réservoir est à la limite de capacité pour pouvoir faire face à l'augmentation des habitants dans le futur. Une étude plus approfondie est à mettre en place au cas où les hypothèses futures semblent être correctes.

#### Récapitulatif :

- Actuellement le réservoir suit les recommandations du SSIGE. Seul la réserve incendie est trop petite.
- Pour l'état futur le volume du réservoir n'est pas suffisant, mais le réservoir permet de fonctionner au volume minimum technique. Cette possibilité ne suit pas les recommandations de la SSIGE et n'est pas recommandée.
- Le volume de la réserve incendie est à faire réévaluer lors de la prochaine rénovation du réservoir en 2030.



## Chapitre 6 : Diagnostic du système d'alimentation en eau potable

---

### 1. Modélisation du réseau

#### a. Logiciel NEPLAN

Le diagnostic du système d'alimentation se fait avec un logiciel suisse du nom de NEPLAN. Le logiciel existe pour la modélisation de plusieurs types de réseaux différents (gaz, électricité, eau). Dans notre cas le logiciel, simule un écoulement en charge dans un réseaux maillés. Les variables du réseau (pression, vitesse dans la canalisation, débit ...) sont calculées grâce aux caractéristiques du réseau (structure, hauteur des nœuds, longueur des canalisations, rugosité etc.). Le calcul peut s'effectuer pour un instant singulier ou sur une période de temps.

#### b. Les équations du modèle

Le modèle NEPLAN utilise différentes équations de pertes de charge linéaire :

##### – Darcy-Weisbach [22]:

$$J = f * \left( \frac{V^2}{2gD} \right)$$

La fonction f est appelée le coefficient de frottement.

##### – Prandtl-Colebrook [23]:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left( \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3.71D} \right)$$

##### – Hazen-Poiseuille [24] :

$$\Delta p = \frac{8\mu LQ}{\pi R^4}$$

Les pertes singulières peuvent être prise en compte dans le modèle NEPLAN. Cependant dans le cas de cette modélisation les rugosités sont estimées dans les rugosités linéaires.

### 2. Construction du modèle

#### a. Cadastre du réseau AEP

Le fond de carte pour le modèle avec le cadastre des conduites est importé à partir du SIG créé et mis à jour par l'entreprise "KSL Ingenieur". Le cadastre est géoréférencé et disponible à travers la plateforme du canton d'Argovie. Toutes les informations du réseau sont disponibles :

- Date de pose des conduites
- Diamètre intérieur
- Matériaux

Les dessinateurs mettent en forme le fond de carte pour NEPLAN en JPEG, et mettent deux points de géoréférencements sur la carte.

## b. Altimétrie

L'altimétrie des nœuds se fait par interpolation à partir du modèle numérique de terrain (MNT) issu des données LIDAR du canton d'Argovie au pas de 0.5 mètres. Ces données sont disponibles à la demande du canton.

La longueur des canalisations est ensuite interpolée avec le programme NEPLAN, grâce à l'attribution des altitudes entre les deux nœuds. De même pour les poteaux incendie, leur position et hauteur est estimée avec l'altimétrie entre les deux nœuds et la distance de l'un des nœuds.

## c. Mise en place des secteurs et allocations des besoins

Différents secteurs sont mis en place sur le modèle par rapport aux besoins des différents abonnés. Dans le cas de la commune de Kaiseraugst et des schémas directeurs en Suisse, l'allocation des consommations se répartit sur les conduites et non sur des nœuds particuliers. De plus, on distingue trois secteurs de consommation qui sont présentés dans les deux tableaux suivants pour l'état actuel et futur :

	Longueur de canalisation selon Neplan (km)	<i>Besoin moyen (sans Giebenach)</i>		<i>Besoin de pointe (sans Giebenach)</i>	
		Besoin linéaire (l/s/km)	Besoin global du secteur (m <sup>3</sup> /Jour)	Besoin linéaire (l/s/km)	Besoin global du secteur (m <sup>3</sup> /Jour)
Roche	1.4	6.85	800	14	1'650
Réseau communal (sans Roche)	23.4	0.75	1'550	1.25	2'450
Conduite d'approvisionnement	2.3	0.1	20	0.2	40
<b>Somme</b>	<b>27</b>		<b>2'370</b>		<b>4'140</b>

Tableau 18: Allocation des consommations par secteur pour l'état actuel

Le même principe est appliqué pour l'état futur :

	Longueur de canalisation selon Neplan (km)	Besoin moyen (sans Giebenach)		Besoin de pointe (sans Giebenach)	
		Besoin linéaire (l/s/km)	Besoin global du secteur (m <sup>3</sup> /Jour)	Besoin linéaire (l/s/km)	Besoin global du secteur (m <sup>3</sup> /Jour)
Roche	1.4	12.0	1'400	23.9	2'800
Réseau communal (sans Roche)	23.4	1.05	2'120	1.62	3'300
Conduite d'approvisionnement	2.3	0.4	80	0.9	200
<b>Somme (m<sup>3</sup>/Tag)</b>	<b>27</b>		<b>3'600</b>		<b>6'300</b>

Tableau 19: Allocation des consommations par secteur pour l'état futur

Les pertes sont incluses dans les besoins linéaires des secteurs et sont réparties sur la totalité des conduites de manière équivalente.

#### d. Mise en place du Réservoir et altitude de simulation

Pour les ouvrages, les schémas directeurs suisses s'intéressent surtout à la protection incendie. Celle-ci dépend essentiellement du réservoir afin de répondre aux attentes de débit et de pression nécessaires.

Pour le calcul de la hauteur d'eau dans le réservoir pour laquelle les simulations sont faites, il est important de partir de la pire situation en cas d'incendie. Pour le cas du Réservoir "uf em Berg", il s'agit du niveau lorsque la réserve journalière est à son plus bas.

Dimension d'une chambre de réservoir, pour faciliter le calcul on estime une chambre parfaitement cubique :

$$V_{chambre} = L_{chambre} * l_{chambre} * H_{chambre}$$

- Longueur : 14.60 m
- Largeur : 10.40 m
- Hauteur : 4.94 m
- Volume d'une chambre : 750 m<sup>3</sup>
- Altitude du Trop-plein : 345.00 m

On calcule l'altitude des différentes réserves pour une des quatre chambres du réservoir :

	Réserve incendie	Réserve d'urgence	Réserve journalière
Volume (m <sup>3</sup> )	100	325	325
Hauteur d'eau (m)	0.66	2.14	2.14
Altitude supérieure de la réserve (m)	340.72	342.86	345

Tableau 20: Évaluation de l'altitude des différentes réserves dans une chambre du réservoir

Le niveau d'eau reste stable dans le réservoir et sera donc de **342.9 mètres** dans nos simulations.

Les autres ouvrages de l'alimentation en eau potable du réseau de Kaiseraugst ne possèdent pas d'intérêt dans la simulation de la protection incendie.

### Récapitulatif :

- Allocation de la consommation de manière linéaire sur tout le réseau avec des particularités de secteur.
- Simulation seulement sur la protection incendie.
- Calcul de l'altitude du Réservoir "uf em Berg" à **342.9 mètres** pour les simulations.

### 3. Calibrage du modèle

Le calibrage du modèle se fait en principe grâce à une campagne de mesure, afin de mesurer le système dans la réalité. Puis de le comparer par rapport aux valeurs du système. Le graphique donne les processus de calibrage du modèle :

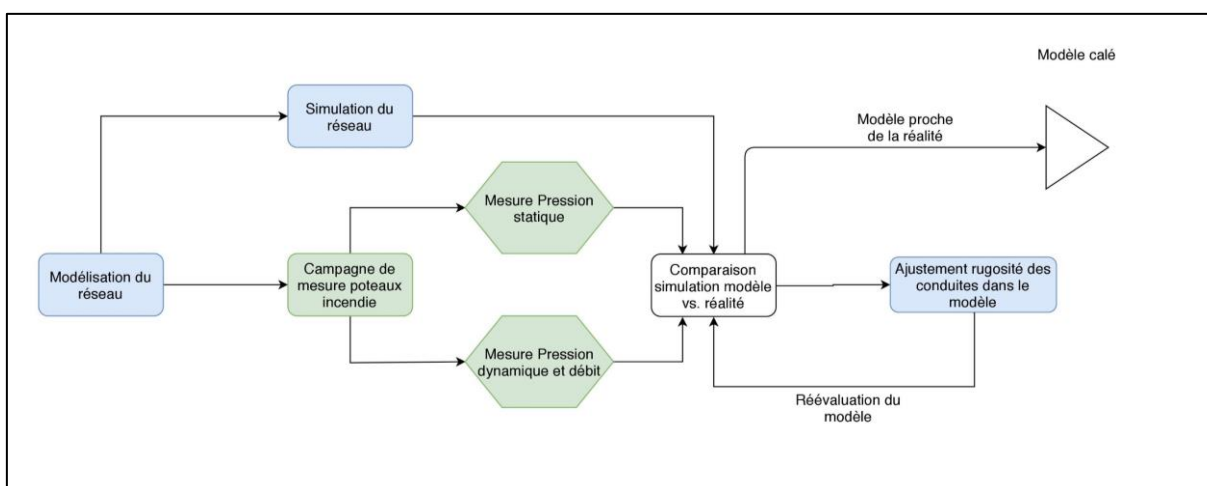


Figure 13: Flux de processus pour le calibrage d'un modèle AEP sur NEPLAN

La commune de Kaiseraugst n'a pas mis en place une campagne de mesure, donc un calage n'a pas été appliqué dans le cas de ce schéma directeur.

La commune a deux grands chantiers en préparation pour l'année 2020 et a insisté pour simuler la protection incendie avec le réseau actualisé par rapport au futur réseau 2020. Un calibrage dans ces conditions n'aurait pas eu d'intérêt.

Pour la rugosité des conduites, des valeurs d'expériences ont été appliqués.

Voici les valeurs de rugosité mis en place.

Catégorie de conduite	Rugosité <sup>1</sup> k (mm)
Amiante-ciment avant 1970	6
Fonte ductile entre 1970 et 2000	4
Fonte ductile après 2000	2
Nouvelle conduite 2020	1
Polyéthylène	1

Tableau 21: Choix des rugosités des conduites par rapport à l'année de pose et matériel

Les valeurs de rugosité sont intentionnellement élevées afin de simuler des conditions plus exigeantes de perte de charge sur le réseau. Car d'après [25], les canalisations possédant une rugosité de fonctionnement supérieure à 1 pour un réseau maillé dans un modèle n'est pas commun.

**Récapitulatif :**

- La commune n'a pas mis en place une campagne de mesure
- Mise en place des rugosités de fonctionnement par rapport à l'expérience de Holinger
- Conditions plus exigeantes de perte de charge sur le réseau avec des rugosités élevées

---

<sup>1</sup> Il s'agit ici des rugosités de fonctionnement du réseau, elle incorpore les éléments suivants (rugosité de la paroi, toutes les pertes linéaires, conduite vers l'abonné etc.)

## Chapitre 7 : Protection incendie en Suisse et simulation du modèle

La protection incendie en Suisse est bien différente de celle exigée en France. De manière ordinaire, en France, selon le référentiel national de la défense extérieure contre l'incendie (DECI), la quantité d'eau à apporter pour un point d'eau incendie (P.E.I) est de 120m<sup>3</sup> utilisable en 2 heures ou instantanément avec plusieurs sources pour [26]. En Suisse la protection incendie est réglée par la ligne directrice W5 [20] et l'assurance immobilière cantonale qui peut décider de suivre des valeurs de protection incendie plus strictes. Les deux références seront présentées dans les chapitres suivants avec une carte des besoins incendie de la commune qui ont été simulés dans le cas de ce schéma directeur.

### 1. Protection incendie : les poteaux incendie

La ligne directrice W5 est le minimum à suivre dans le cas de la protection incendie en Suisse. Les besoins en débit et pression des P.E.I dépendent du type de bâtiment, de l'activité et du risque incendie porté par ce bâtiment et/ou activité.

Il existe trois équipements majeurs pour la protection incendie sur le réseau :

- Les poteaux incendie
- Les bouches incendie
- Les systèmes sprinkler

Les poteaux et bouches sont considérés comme étant de la même catégorie et seront traités ensemble. Le système à sprinkler est un cas particulier et sera traité à part.

Dans le tableau suivant se trouve les besoins de poteaux/bouches incendie par rapport aux caractéristiques du bâtiment ou de l'activité traduit de la W5, l'original est présente en Annexe 5 :

Type de Construction	Débit min. requis pour un poteau à 2 Bar de pression (l/min)	Diamètre minimal DN/DI conduit d'approvisionnement du poteau (mm)	Débit min. requis du réseau (L/min)	Volume min. de la réserve incendie (m <sup>3</sup> )
<b>Habitation isolée</b>				
Maison résidentielle isolée	700-100	100	700-1000	30-100
Ferme isolée				
Hameau				
<b>Village</b>				
Village avec des habitations espacées	700-1000	100	1500	150

Village avec des habitations proches	1800 <sup>2</sup>	125	1800	200
Village avec zone commerciale	1800 <sup>2</sup>	125	2200	200
<b>Ville</b>				
Ville avec zone commerciale	2400 <sup>2</sup>	125	2400	250
Centre historique, Hôtels, bureaux, Hôpital, Écoles etc.	2400 <sup>2</sup>	125	2800	250
<b>Industrie</b>				
Zone industrielle	2400-3600 <sup>2</sup>	125	2800-5400	250-600

Tableau 22: Besoin minimum requis en eau des poteaux incendie d'après la W5 (traduit)

La commune de Kaiseraugst doit remplir les conditions de l'assurance immobilière du canton d'Argovie, qui exige des conditions similaires à celle de la W5, mais propose lors de la présence d'une zone industrielle, d'installer une réserve incendie beaucoup plus importante que celle mise en place par la W5.

Le tableau des besoins minimums requis par le canton d'Argovie se trouve en Annexe 4.

En suivant cette ligne directrice, il a été possible de mettre en place des zones de besoin d'incendie différents pour les poteaux présents sur cette zone. Cette mise en place a été élaborée en collaboration avec la brigade incendie de la ville et le PLU (Annexe 6).

## 2. Protection incendie : les systèmes à sprinkler

Les systèmes à sprinkler sont une protection incendie à l'intérieur d'un bâtiment. L'objectif du système est de donner l'alerte en cas d'incendie, afin de combattre immédiatement le feu et si possible d'éteindre l'incendie avant même l'arrivée des pompiers.

Les besoins minimums en débit et pression du système à sprinkler dépendent de la géométrie du bâtiment, de l'activité et des risques incendie. Ce besoin minimum est rempli s'il y a aussi une prise de 900 l/min à 2 Bar sur le poteau incendie le plus proche pour les pompiers afin d'éteindre l'incendie.

La commune de Kaiseraugst possède un nombre de sprinklers conséquent, vue son grand parc industriel. La liste avec les besoins requis se trouve en Annexe 8.

---

<sup>2</sup> Le besoin en eau pour la protection incendie peut-être rempli par un ou plusieurs bornes/poteaux incendie, cette condition dépend des conditions hydrauliques et doit être vérifiée par l'assurance immobilière du canton.

### 3. Simulation du modèle

Après la mise en place du modèle, il est impératif de décrire les cas qui vont être simulés.

Pour le réseau de Kaiseraugst **neuf cas** seront **simulés** avec à chaque fois les deux états de fonctionnement (actuel et futur).

- Problématique de stagnation
- Incendie 1'000 l/min besoin minimal requis pour chaque poteau incendie
- Incendie 1'800 l/min ; village avec des habitations proche (couleur)
- Incendie 2'200 l/min ; village avec zone commerciale
- Incendie 3'600 l/min ; zone industrielle
- Incendie 4'800 l/min ; zone industrielle près du Rhin
- Incendie 5'400 l/min avec pression de 4 Bar aux nœuds d'entrée ; zone à l'intérieur du parc industriel Roche
- Incendie 5'400 l/min ; zone autour du parc industriel Roche
- Les systèmes à sprinkler excluant Roche.

La simulation du parc industriel de Roche est un cas particulier. Elle possède un réseau interne de protection incendie avec la présence de surpresseurs et baches incendies. Mais tous les bâtiments ne sont pas rattachés à ce nouveau réseau et certains sont reliés sur le réseau AEP pour la protection incendie.

Pour faciliter la simulation on part de l'hypothèse suivante :

- La simulation incendie se fait sur les deux points d'entrée du parc industriel,
- Le besoin minimum requis est de 5'400 l/min à 4 Bar
- D'après la liste des systèmes à sprinkler chez Roche en Annexe 8, le système avec le besoin en pression le plus élevé est le Sprinkler 231 avec une pression de **4.3 Bar**.

Les conditions de simulation de chaque scénario seront présentées dans des fiches en annexe.

### 4. Résultats des simulations

Simulation Nr.	Description des résultats
1 : Stagnation dans le réseau	
2 : Incendie 1'000 l/min	<p><b>Objectif</b> : Vérification du besoin minimal requis (1'000 l/min) pour chaque poteau incendie d'après la ligne directrice de l'AGV.</p> <p><b>Résultat</b> : Tous les poteaux incendie remplissent le besoin minimal requis, à part les poteaux Nr. 1 et 2 qui sont trop proches du réservoir et donc qui possèdent une pression statique déjà trop faible.</p> <p><b>Mesure</b> : Mise en place d'un nouveau poteau incendie plus bas par rapport au réservoir. Le poteau est prévu dans un projet de construction des deux conduites de transport entre le réservoir et le réseau, réalisation du projet en 2020.</p>



<p><b>3</b> : Incendie 1'800 l/min</p>	<p><b>Objectif</b> : Vérification du besoin minimal requis pour la zone incendie 1'800 l/min.</p> <p><b>Résultat</b> : Tous les poteaux incendie remplissent le besoin minimal en débit et pression.</p> <p><b>Mesure</b> : Aucune.</p>
<p><b>4</b> : Incendie 2'200 l/min</p>	<p><b>Objectif</b> : Vérification du besoin minimal requis pour la zone incendie 2'200 l/min.</p> <p><b>Résultat</b> : Tous les poteaux incendie remplissent le besoin minimal requis, à part le poteau Nr. 199 (voir Annexe 15). Il est possible de compléter l'eau manquante à la bonne pression en utilisant un deuxième poteau dans les environs. Dans ce cas, en utilisant le poteau Nr. 198 ou 200, le poteau 199 remplit les conditions de débit et de pression.</p> <p><b>Mesure</b> : Aucune.</p>
<p><b>5</b> : Incendie 3'600 l/min</p>	<p><b>Objectif</b> : Vérification du besoin minimal requis pour la zone incendie 3'600 l/min.</p> <p><b>Résultat</b> : Tous les poteaux incendie remplissent le besoin minimal requis.</p> <p><b>Mesure</b> : Aucune.</p>
<p><b>6</b> : Incendie 4'800 l/min</p>	<p><b>Objectif</b> : Vérification du besoin minimal requis pour la zone incendie 4'800 l/min.</p> <p><b>Résultat</b> : Tous les poteaux incendie remplissent le besoin minimal requis de 4'800 l/min, avec l'utilisation d'un second poteau en proximité de celui testé, ou en approvisionnant le débit manquant en puisant dans le Rhin en cas de proximité du fleuve.</p> <p><b>Mesure</b> : Aucune.</p>
<p><b>7</b> : Incendie 5'400 l/min à 4 Bar</p>	<p><b>Objectif</b> : Vérification du besoin minimal requis pour la zone de 5'400 l/min pour chaque nœud d'entrée dans la zone Roche avec une pression de 4 Bar au nœud.</p> <p><b>Résultat</b> : Les nœuds remplissent les conditions de 5'400 l/min pour 4 Bar.</p> <p><b>Mesure</b> : Aucune.</p>

<p><b>8</b> : Incendie 5'400 l/min à 2 Bar sur le poteau</p>	<p><b>Objectif</b> : Vérification du besoin minimal requis pour la zone incendie 5'400 l/min autour de Roche.</p> <p><b>Résultat</b> : Tous les poteaux incendie remplissent le besoin minimal requis, à l'aide d'un second poteau.</p> <p><b>Mesure</b> : Aucune.</p>
<p><b>9</b> : Système à Sprinkler individuellement</p>	<p><b>Objectif</b> : Vérification du besoin minimal requis pour les systèmes à sprinkler.</p> <p><b>Résultat</b> : Pour 2 systèmes à Sprinkler (Real-Technik, COOP Bananenreiferei) il existe une incertitude sur les pressions ou les débits, ces valeurs restent dans l'incertitude au niveau du modèle. Pour le sprinkler "DSM 241" la pression statique est déjà en dessous des recommandations de pression pour la protection incendie.</p> <p><b>Mesure</b> : Il est recommandé de vérifier les besoins du sprinkler "DSM 241", car la pression statique au nœud du sprinkler est inférieure au besoin en pression de ce même sprinkler.</p>

Tableau 23: Description des différents résultats simulés sur NEPLAN

Les fiches de simulation et les plans de modélisation des scénarios se retrouvent en Annexe.

**Récapitulatif :**

- Les pressions recommandées peuvent être limitées en cas d'incendie pour certains poteaux ou systèmes à sprinkler.
- Aucune mesure spécifique est à mettre en place.

## Chapitre 8 : Mesure et investissement

Certaines mesures mentionnées précédemment sont présentées dans le chapitre suivant. Les mesures sont chiffrées (TVA inclus), élaborées et planifiées sur toute la durée du temps d'étude (21 ans, jusqu'en 2040). La planification est visible dans le plan d'investissement.

### 1. Mesures techniques

Nr.	Description	Estimation de l'investissement (Fr.)
	<b>Renouvellement de la conduite de transport du Réservoir jusqu'au réseau.</b> La conduite de transport des années 70, DN 400, est remplacé en 2020 par deux conduites en parallèle, DN 300.	2'310'000
	<b>Maillage du réseau au "Strandbadweg"</b> Une maille est planifiée pour 2020 au Strandbadweg	534'000
	<b>Nouveau système d'automatisation pour l'infrastructure du réseau (Réservoir, station de pompage)</b> Planifié pour 2020-2021	70'000
	<b>Abandon de la conduite à l'intérieur du parc industriel Roche "Wurmisweg"</b> Planifié pour 2020	15'000
	<b>Automatisation de contrôle du niveau de la nappe phréatique</b> Installation d'un système automatisé de contrôle du niveau de la nappe phréatique. Planifié pour 2020-2021	47'000
	<b>Mise en place des zones de périmètre de protection rapproché autour de la ressource "Fischzucht"</b> Planifié sur les 5 prochaines années	Estimation de l'investissement nécessaire
	<b>Mise en état de la station de reprise "Landstrasse" (Pompe, conduites, système automatisé)</b> Sécurisation de l'approvisionnement par la mise en état de fonctionnement de la station de reprise. Planifiée pour 2021	315'000
	<b>Rénovation de la station de captage "Fischzucht"</b> Planifiée pour 2028	350'000
	<b>Rénovation programmée du Réservoir "uf em Berg"</b> Planifiée pour 2030.	1'200'000
	<b>Rénovation de la station de reprise "Schwarzacker"</b> Planifiée pour 2032	150'000

	<p><b>Mise à niveau du système de conduite du système automatisé</b></p> <p>La remise à niveau est supposée être faite tous les 8 ans. Pour le futur, le système sera renouvelé en 2027, puis en 2035.</p>	80'000
	<p><b>Maintenance du réseau</b></p> <p>Chaque année, une partie du réseau est à renouveler. La valeur totale du linéaire (27.5 km) est estimée à 32 Million Fr., avec une durée de vie moyenne entre 50-80 ans, l'investissement chaque année est le suivant :</p> <p>32'000'000 Fr./65 ans= 500'000 Fr./an (valeur arrondie).</p> <p>La commune prévoit d'investir 2,5 Million Fr. pour l'année 2020 dans son réseau, ce qui équivaut à investir jusqu'à la fin de l'état futur autour de 350'000Fr./an à partir de l'année de 2021.</p>	350'000

Tableau 24: Estimation de l'investissement nécessaire dans les mesures techniques

L'investissement globale sur la période de l'étude est de 12'070'000 Fr., cela équivaut sur la période de l'investissement (21 ans) à **575'000 Fr./an.**

## 2. Mesures structurelles/organisationnelles

Certaines mesures structurelles/organisationnelles sont nécessaires :

- Mise en place des périmètres de sécurité rapprochés de la zone de captage dans le PLU.
- Mise en place d'une renégociation de contrat d'approvisionnement avec la commune de Rheinfelden ou nouveau contrat d'approvisionnement avec la commune de Pratteln
- Mise en place d'un concept de sécurisation de l'alimentation en eau potable, dès que l'OAEC<sup>3</sup> est actualisé.
- Réduction des pertes en eau (Mise en place de campagne de recherche des fuites dans le réseau).

Les coûts de ces mesures ne sont pas pris en compte dans le plan investissement, il est estimé que ces coûts peuvent être couverts par les revenus d'exploitation.

---

<sup>3</sup> OAEC : L'ordonnance sur la garantie de l'approvisionnement en eau potable en temps de crise est actuellement en révision à l'échelle du conseil fédéral

## 3. Plan d'investissement

Estimation des coûts en Fr. (TVA inclus)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	Total
① Remplacement de la conduite de Transport du Reservoir	2'310'000																					2'310'000
② Création d'une maille fermée au Strandbadweg	534'000																					534'000
③ Remplacement du système de pilotage du réservoir et de la station de reprise	70'000																					70'000
④ Mise à l'arrêt de la conduite du Wurmisweg (à l'intérieur de Roche)	15'000																					15'000
⑤ Système automatisé du contrôle de niveau de la nappe phréatique		47'000																				47'000
⑥ Mise en place des mesures pour les périmètres de protection rapprochés																						-
⑦ Mise en fonctionnement (Pompe, conduite, armature) de la station de reprise Landstrasse		315'000																				315'000
⑧ Rénovation station de pompage Fischzucht									350'000													350'000
⑨ Rénovation Réservoir uf em Berg											1'200'000											1'200'000
⑩ Rénovation station de reprise Schwarzackerstrasse													150'000									150'000
⑪ Renouvellement du système de contrôle								40'000								40'000						80'000
⑫ Maintenance permanente du réseau d'eau potable (remplacement des conduites)		350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	350'000	7'000'000
<b>Total Fr. (inclus TVA)</b>	<b>2'929'000</b>	<b>712'000</b>	<b>350'000</b>	<b>350'000</b>	<b>350'000</b>	<b>350'000</b>	<b>350'000</b>	<b>390'000</b>	<b>700'000</b>	<b>350'000</b>	<b>1'550'000</b>	<b>350'000</b>	<b>500'000</b>	<b>350'000</b>	<b>350'000</b>	<b>390'000</b>	<b>350'000</b>	<b>350'000</b>	<b>350'000</b>	<b>350'000</b>	<b>350'000</b>	<b>12'071'000</b>

Tableau 25 : Plan d'investissement

#### 4. Évaluation financière

L'évaluation financière se fera sur deux axes d'analyse :

- Une analyse grossière
- Une analyse plus fine sur l'évaluation du prix de l'eau dans le futur selon la recommandation SSIGE
  - a. Analyse grossière

Pour l'analyse grossière, une simple juxtaposition des moyennes des revenus et des dépenses est appliquée.

Dépense	Fr. / an
Coût d'exploitation (moyenne des 5 dernières années)	630'000
Coût d'investissement (plan d'investissement)	575'000
<b>Dépense annuelle</b>	<b>1'205'000</b>

Revenue	Fr. / an
Revenue (moyenne des 5 dernières années)	432'000
Estimation des futures revenus de frais de connexion	33'000
<b>Revenue annuel</b>	<b>465'000</b>

Cette juxtaposition dépeint clairement que les revenus sont largement en-dessous des dépenses. Il est nécessaire d'ajuster le prix de l'eau dans cette commune et d'augmenter la part des revenus fixes.

Il est recommandé de suivre la ligne directrice de la SSIGE W 1005 [19] sur le financement de la compagnie des eaux d'une commune.

Celle-ci donne les indications suivantes :

- Les revenus variables couvrent les coûts d'exploitation.
- Les revenus fixes couvrent le remboursement des frais d'investissement.

##### b. Prix de l'eau dans le futur selon la SSIGE W1005

D'après la SSIGE W1005 les revenus variables couvrent les coûts d'exploitation. Il faudra prendre en compte l'ajustement des m<sup>3</sup> vendus dans les prochaines années.

Les hypothèses suivantes sont prises en compte :

- L'évolution des coûts d'exploitation reste fixe par rapport au m<sup>3</sup>/produit
- Le rendement du réseau reste stable par rapport à l'état actuel

	État actuel
m <sup>3</sup> vendu (m <sup>3</sup> )	763'563
m <sup>3</sup> produit (m <sup>3</sup> )	930'000
Coût d'exploitation (Fr.)	630'000
Coût d'exploitation (Fr./m <sup>3</sup> )	0.83
Prix actuel (Fr./m <sup>3</sup> )	0.6
Augmentation du prix de l'eau (Fr./m <sup>3</sup> )	0.23

Tableau 26: Évaluation du prix de l'eau part variable

La commune de Kaiseraugst a besoin d'augmenter le prix de l'eau de 0.23 Fr. afin de couvrir les coûts d'exploitation actuels. En gardant nos hypothèses que ce coût restera stable dans le futur.

En comparant la part variable nécessaire du prix de l'eau par rapport à la moyenne cantonale d'Argovie [2], la commune de Kaiseraugst est encore en-dessous de la moyenne cantonale. Celle-ci est de 1.04 Fr./m<sup>3</sup> en 2007.

Pour les revenus fixes, les hypothèses suivantes sont examinées :

- Pour le remboursement des investissements la moyenne des 5 dernières années est prise en compte.
- Les remboursements de l'investissement restent stables dans le futur.
- Le nombre d'abonnés est de 1'500 dans l'état actuel.

	État actuel
Moyenne remboursement investissement (Fr.)	100'300
Nombre d'abonnés	1'500
Part fixe (Fr./abonné/an)	66.86

Tableau 27: Évaluation du prix de l'eau part fixe

### Récapitulatif :

En observant la situation financière de la compagnie des eaux de Kaiseraugst, on observe clairement que les dépenses sont largement supérieures aux revenus, un ajustement est nécessaire. En suivant les recommandations de la SSIGE la commune est supposée augmenter sa part variable de **0.23 Fr./m<sup>3</sup>** et devrait introduire une part fixe de **66.86 Fr./abonné**.

Cette augmentation du tarif de l'eau sera pénible à introduire dans la commune, car la commune a fait le choix de tenir le tarif de l'eau très bas durant de longues années. Il est recommandé d'introduire ce changement de manière progressive sur plusieurs années, et de réévaluer les changements tarifaires tous les 10 ans.

## Conclusion

---

La réalisation de ce schéma directeur a mis en évidence le fonctionnement du réseau, son bilan en eau, ses atouts et ses limites.

L'analyse a permis de montrer, dans un premier temps, la vulnérabilité de la ressource. Le champ de captage utilisé est proche d'un site contaminé et la bonne gestion de pompage est primordiale pour garder la ressource intacte. Cela passe aussi par l'utilisation de technologies en mettant en place un système automatisé de mesure du niveau de la nappe. La mise en place des périmètres de protection rapprochés est aussi une mesure essentielle dans le futur.

Le bilan Besoin-Ressource-Réserve a montré que la commune de Kaiseraugst est globalement bien approvisionnée en eau dans le futur. Elle a tout de même quelques déficits d'approvisionnement à palier en cas de force majeure sur le court ou long terme. En réhabilitant la station de reprise Landstrasse elle pourrait satisfaire ces besoins. Tout de même, il existe une mise en garde en cas de changement climatique (période d'étiage avec demande de pointe sur une longue durée) qui peut mettre en danger la ressource et l'approvisionnement de la commune dans le futur.

Le modèle et les simulations semblent montrer un fonctionnement cohérent du réseau. Il est pourtant nécessaire de garder un esprit critique sur ces résultats car le modèle n'ayant pas été calé, il peut y avoir des incertitudes sur les résultats. Le modèle a montré le bon fonctionnement du réseau pour l'état futur, surtout en ce qui concerne la protection incendie, ce qui est un point majeur pour une étude de schéma directeur en Suisse. En effet, à part quelques poteaux et systèmes à sprinkler ayant des pressions ou débits à la limite des conditions nécessaires, le réseau, en soi, est bien équipé.

Le programme de travaux déjà commencés, qui doit s'étendre sur les 21 prochaines années, permettra à la commune de Kaiseraugst d'améliorer son patrimoine et son réseau pour le futur. Elle aura toutefois un défi conséquent à relever dans le futur : le financement. Le prix de l'eau a toujours été inférieur à la moyenne du canton, mais aussi inférieur au coût d'exploitation et d'investissement. La commune va devoir mettre en place une vraie stratégie de financement dans le futur afin de pouvoir garder et améliorer son réseau de manière pérenne.

Par ce schéma directeur j'ai appris l'importance d'une évaluation stratégique des besoins en eau d'une commune afin de mettre en place des investissements et des choix cohérents pour assurer l'approvisionnement en eau sur une longue durée. Un schéma directeur est un vrai point de départ pour tous les autres projets suivants concernant le réseau et le patrimoine d'une commune. Je suis impatient de pouvoir exposer ce travail à la commune et de pouvoir les accompagner dans leurs choix futurs.



## Bibliographie

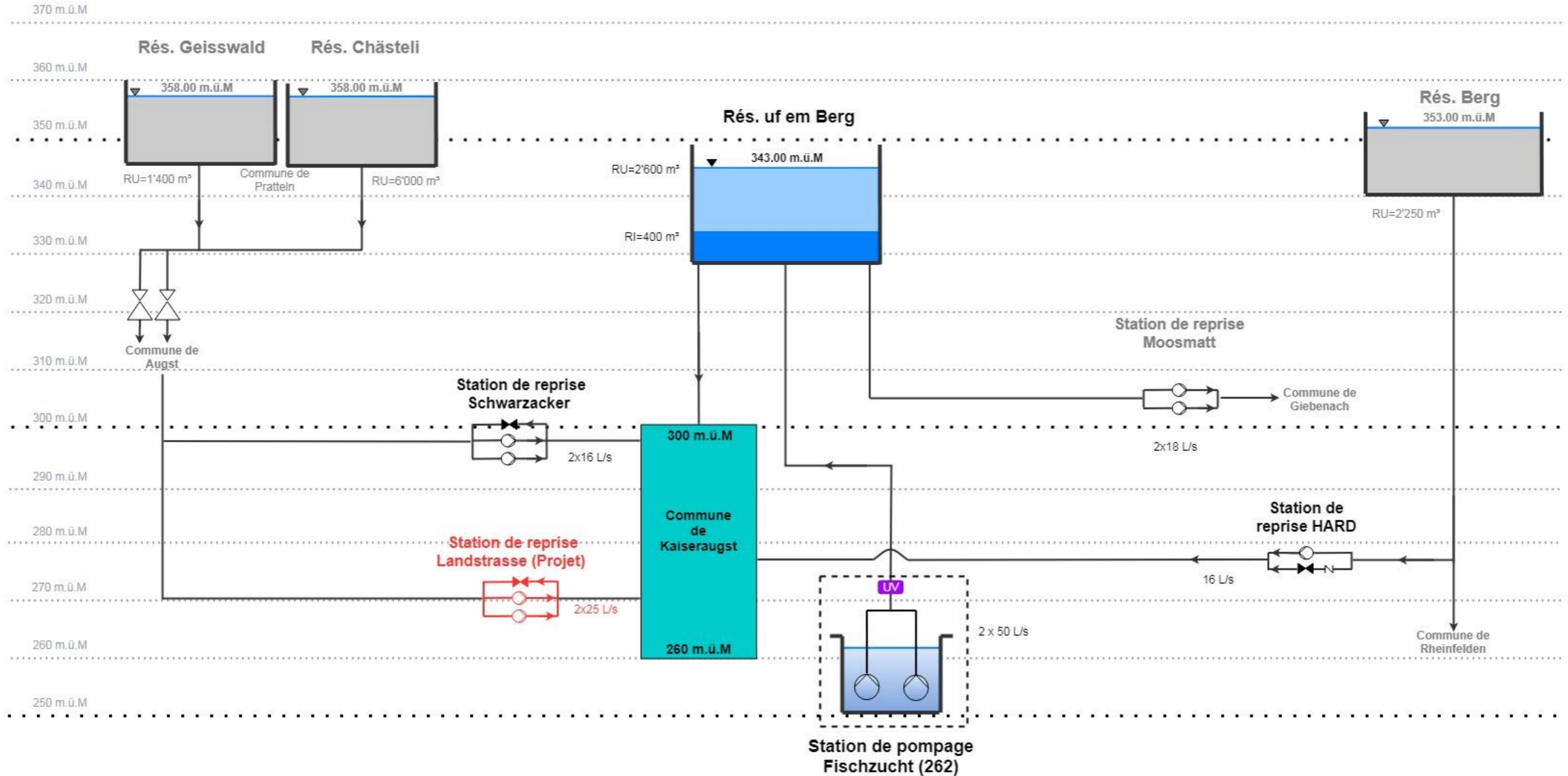
---

- [1] Amt für Umweltschutz und Energie BL, **Wegleitung für Generelle Wasserversorgungsprojekte**, Octobre 2012
- [2] Canton d'Argovie, **Leitbild Wasserversorgung Aargau**, Septembre 2007
- [3] Conseil fédéral Suisse, **Ordonnance du DFI sur l'eau potable, l'eau de source et l'eau minérale [817.022.102]**, 23 Novembre 2005
- [4] Canton d'Argovie, **Wassernutzungsgesetz [764.100]**, Septembre 2008
- [5] Holinger AG, **Dokumentation für das QS System**, Janvier 2016
- [6] Commune de Kaiseraugst, **Wasserreglement**, Octobre 2015
- [7] Commune de Kaiseraugst, **Finanzierungsreglement**, Janvier 2015
- [8] SSIGE, **W1006 Recommandation pour le financement de la distribution d'eau**, Edition 2009
- [9] Office fédéral de la statistique, **Tableau de l'évolution des consommations d'eau potable de 1977-2017**, N°OFS "ind-d-21.02.30.0604.01.01", publié le 17. Octobre 2019
- [10] SSIGE, **W4 Directive sur la distribution d'eau**, Edition 2013
- [11] Winarni W., **Infrastrucutre Leakage Index (ILI) as Water Losses Indicator**, Vol. 11, Septembre 2009
- [12] Alegre H. & Hirnir W. & Baptista J.M. & Parena R., **Performance Indicators for Water Supply Services**, IWA Manual Best Practice, première édition, IWA Publishing, 2000
- [13] Statistisches Amt Basel-Landschaft, **Wasserverbrauch Statistik Baselland 1998-2017**, [https://www.statistik.bl.ch/web\\_portal/2\\_3\\_2\\_6](https://www.statistik.bl.ch/web_portal/2_3_2_6)
- [14] Canton Bâle-Campagne, **Wasserstrategie Kanton Basel-Landschaft**, p.17, Mai 2012
- [15] Holinger AG, **Überprüfung Grundwasserschutzzonen Hauptuntersuchung**, p. 38-39, Octobre 2012
- [16] Commune de Kaiseraugst, **Wasserlieferungsvertrag**, Contrat d'approvisionnement en eau potable entre les communes de Rheinfelden et Kaiseraugst, Avril 2009
- [17] Commune de Kaiseraugst, **Wasserlieferungsvertrag**, Contrat d'approvisionnement en eau potable entre les communes de Kaiseraugst et Giebenach, Septembre 1992
- [18] Commune de Kaiseraugst, **Vertrag über die Lieferung von Brauch-und Trinkwasser in Notsituationen**, Contrat d'approvisionnement en eau potable en cas de force majeure entre les communes de Pratteln, Augst et Kaiseraugst, Mars 2017
- [19] SSIGE, **W1005 Recommandation pour la planification stratégique de l'approvisionnement en eau potable**, Edition 2009
- [20] SSIGE, **W5 Directive pour l'alimentation en eau d'extinction**, Edition 2018
- [21] SSIGE, **W1011 Modèle PGA (Plan général d'alimentation en eau)**, Edition 2019
- [22] White F.M., **Fluid Mechanics**, 1999
- [23] Vazquez J., **Hydraulique Generale**, p.55, 2010
- [24] Hartnett J.P. & Kostic M., **Heat Transfer to Newtonian and Non-Newtonian Fluids in Rectangular Ducts**, Volume 19, 1989
- [25] Gujer W., **Siedlungswasserwirtschaft**, version 3, 2007
- [26] Direction Générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, **Référentiel national de la défense extérieure contre l'incendie**, Décembre 2015
- [27] The Leaksuite Library, **European ILIs**, <https://www.leakssuitelibrary.com/european-ilis/>, 2019
- [28] Finaud-Guyot P. & Garambois P.A., **Mécanique des fluides Hydraulique en Charge Hydraulique à surface libre**, 2016-2017

## Annexe

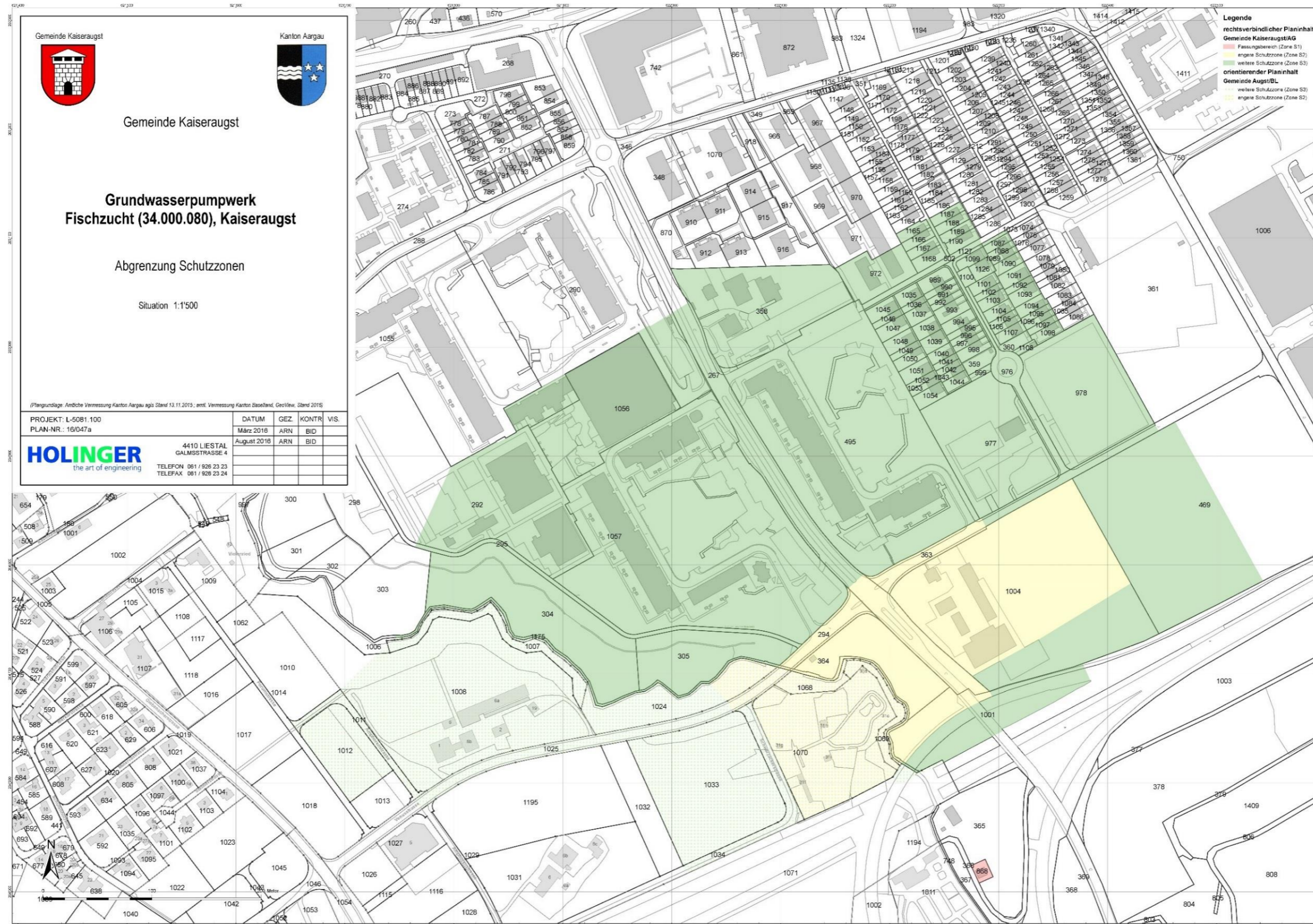
---

Annexe 1: Schéma Hydraulique de la commune de Kaiseraugst .....	- 50 -
Annexe 2 : Carte des périmètres de protection du champ de captage "Fischzucht" .....	- 51 -
Annexe 3 : Comparaison des valeurs ILI de différents pays européens.....	- 52 -
Annexe 4: Ligne directrice de l'assurance immobilière du canton d'Argovie .....	- 53 -
Annexe 5: Recommandation de protection incendie pour différentes zones du SSIGE W5 .....	- 54 -
Annexe 6 : Plan local d'urbanisme de Kaiseraugst.....	- 55 -
Annexe 7 : Légende en allemand du PLU de la commune .....	- 56 -
Annexe 8 : Besoin incendie pour les différents systèmes à sprinkler .....	- 57 -
Annexe 9: Plan des exigences de protection incendie de la commune de Kaiseraugst .....	- 58 -
Annexe 10 : Fiches de simulation.....	- 59 -
Annexe 11 : Représentation des pressions statiques du réseau de la commune de Kaiseraugst-	68 -
Annexe 12: Simulation 1 Risque de Stagnation pour l'état actuel.....	- 69 -
Annexe 13 : Simulation 2 représentation d'un petit incendie 1'000 l/min pour l'état futur.....	- 70 -
Annexe 14 : Simulation 3 représentation d'un incendie de 1'800 l/min pour l'état futur .....	- 71 -
Annexe 15 : Simulation 4 représentation d'un incendie de 2'200 l/min pour l'état futur .....	- 72 -
Annexe 16 : Simulation 5 représentation d'un incendie de 3'600 l/min pour l'état futur .....	- 73 -
Annexe 17 : Simulation de 2 poteaux pour un incendie de 4'800 l/min pour l'état futur.....	- 74 -
Annexe 18 : Simulation 7 représentation incendie 5'400 l/min à 4 Bar état futur.....	- 75 -
Annexe 19 : Simulation 7.1 représentation 5'400 l/min à 4 Bar, approvisionnement par 2 nœuds pour l'état futur.....	- 76 -
Annexe 20 : Simulation 8 représentation 5'400 l/min extérieur de la zone Roche avec 2 poteaux pour l'état futur.....	- 77 -
Annexe 21 : Simulation 9 représentation du système à Sprinkler Planzer pour l'état futur .....	- 78 -

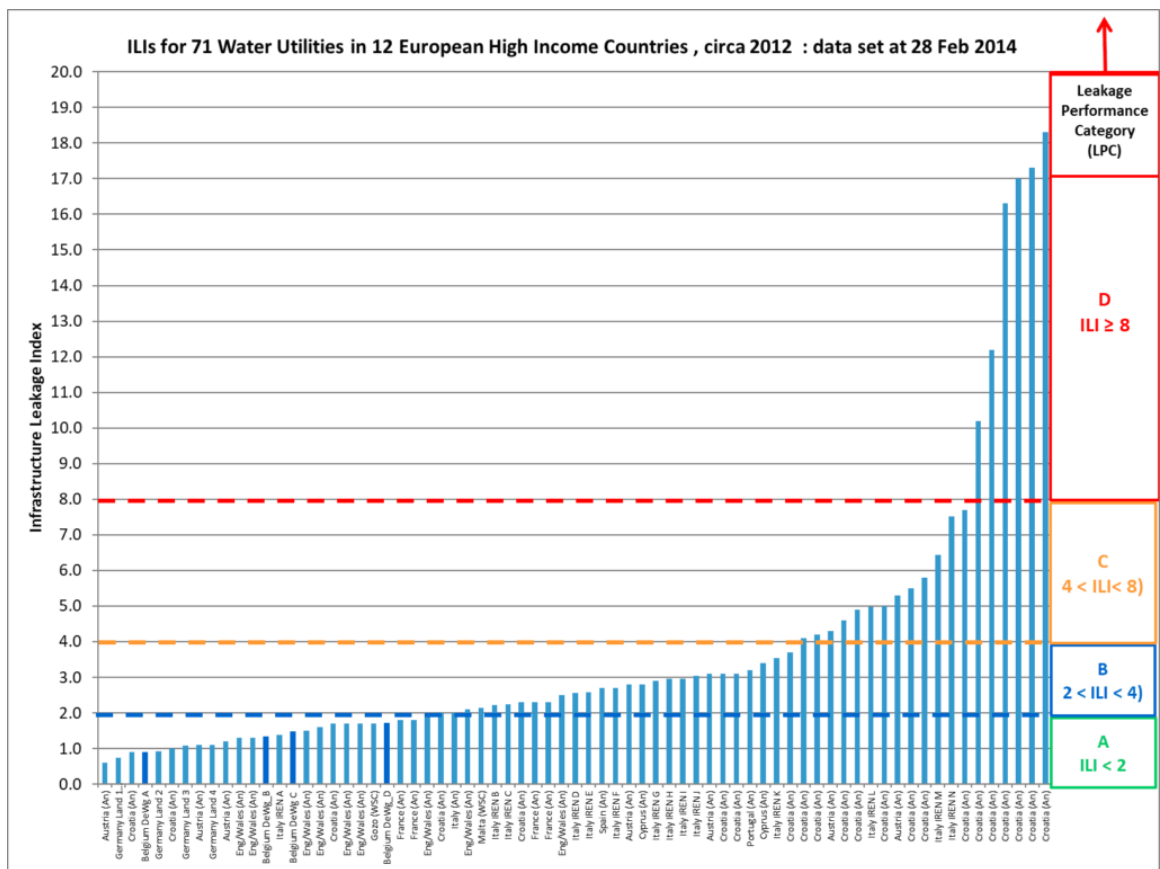


<b>Legende</b> Clapet anti-retour Conduite avec direction d'écoulement Pompe avec direction d'écoulement Vanne fermée		Régulateur de pression Désinfection à l'UV Patrimoine Tiers		Commune de Kaiseraugst Schéma directeur de Kaiseraugst 2019 <b>HOLINGER</b> the art of engineering Holinger AG Ingenieurunternehmen Galmstrasse 4, 4410 Liestal Telefon: +41 (0)81 926 23 24 liestal@holinger.com www.holinger.com		<b>Schéma Hydraulique</b>	
				Dessiné HAT 14.08.2019 Geprüft HUM 22.08.2019			

Annexe 1: Schéma Hydraulique de la commune de Kaiseraugst



Annexe 2 : Carte des périmètres de protection du champ de captage "Fischzucht"



Annexe 3 : Comparaison des valeurs ILI de différents pays européens [27]

### Merkblatt Planungsrichtwerte für die Brandbekämpfung

Art der Bebauung	Risiko bezogen auf die Art der Bebauung	Q [l/min]	Löschreserve [m <sup>3</sup> ]
Einzelobjekte, z.B. - Einzelnes Wohnhaus (ausserhalb der Bauzone) - Einzelne landwirtschaftliche Siedlung <sup>1</sup> - Landwirtschaftliche Siedlung, <sup>2</sup> Weiler, kleiner Ort in offener Bauweise	klein mittel gross	600 - 900 1'000 1'200	30 50 100
Dorfgebiet, z.B. - Dorf mit offener Bauweise - Dorf mit teilweise geschlossener - Bauweise Dorf mit Gewerbezone	klein mittel gross	1'500 1'800 2'200	150 200 300
Stadtgebiet, z.B. - Städtische Quartiere - Städtische Überbauung mit Gewerbezone - Stadtgebiet mit Warenhäusern, Hotels etc.	klein mittel gross	2'400 2'800 3'200	300 400 500
Industrie und Grossbetriebe, z.B. - Sachwert bis 5 Mio., Umweltgefährdung normal - Sachwert bis 50 Mio., Umweltgefährdung erhöht - Sachwert über 50 Mio., Umweltgefährdung gross	klein mittel gross	3'600 4'800 5'400	600 700 800

<sup>1</sup> gesamte zusammenhängende Brandabschnittsfläche aller Oekonomiegebäude von max. 3'600 m<sup>2</sup>

<sup>2</sup> gesamte zusammenhängende Brandabschnittsfläche aller Oekonomiegebäude von mehr als 3'600 m<sup>2</sup>

← zurück 🏠 Inhaltsverzeichnis

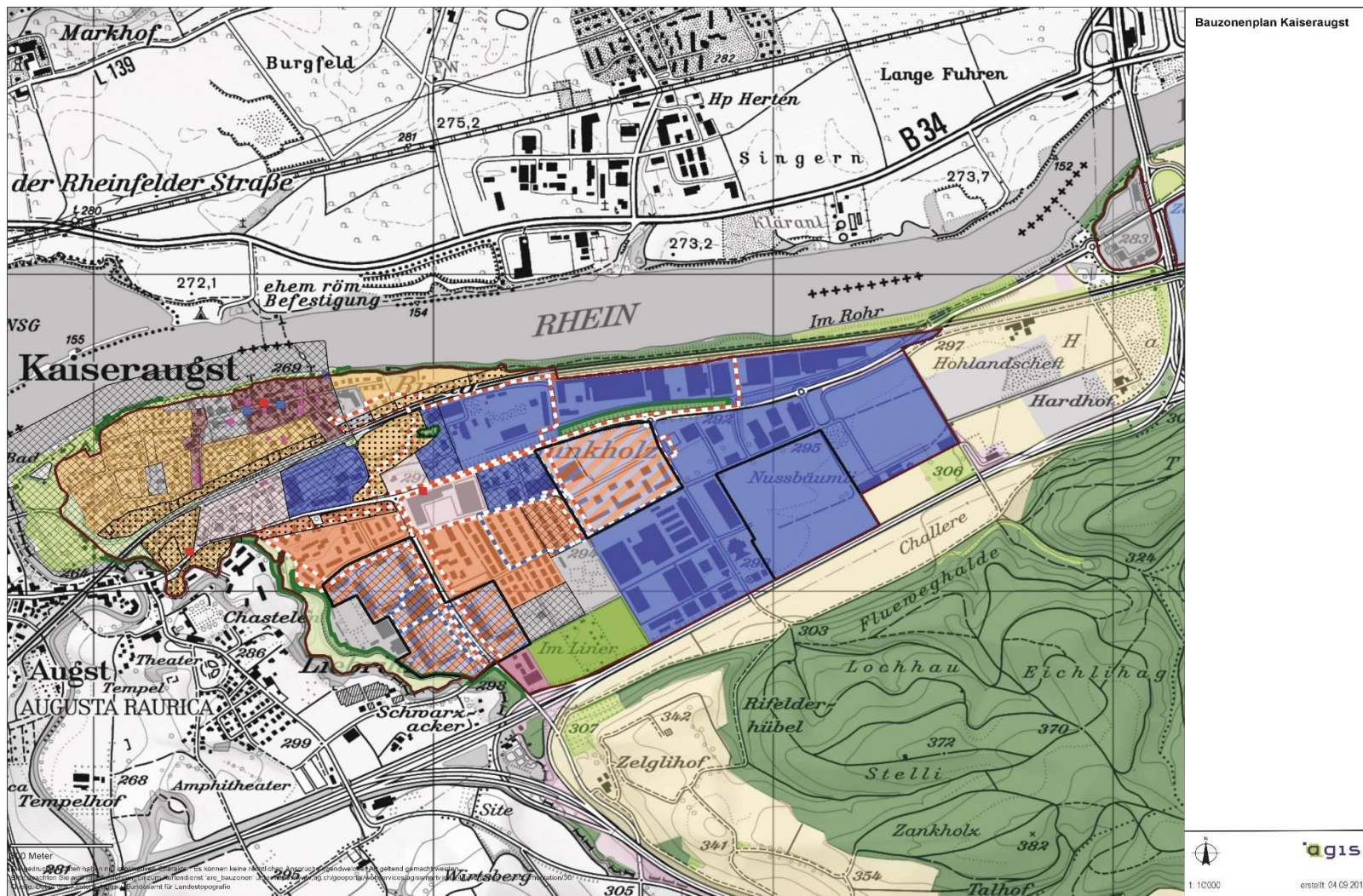
## Anhänge

### Anhang 1 Wasserbedarf $Q_F$ für die Brandbekämpfung

Art der Bebauung	Min. Durchfluss 1 Hydrant bei $p_{\min FL}$ 200 kPa [l/min]	Min. Durch- messer DN/ID Hydrantzuleitung [mm]	Min. Durchfluss Wasserverteilnetz [l/min]	Min. Löschreserve [m <sup>3</sup> ]
<b>Einzelobjekte</b>				
Einzelnes Wohnhaus ausserhalb Siedlungsgebiet	700–1000	100	700–1000	30–100
Einzelnes landwirtschaft- liches Gut				
Weiler, kleiner Ort mit offe- ner Bauweise				
<b>Dorfgebiet</b>				
Dorf mit offener Bauweise	700–1000	100	1500	150
Dorf mit teilweise ge- schlossener Bauweise	1800 <sup>1)</sup>	125	1800	200
Dorf mit Gewerbezone	1800 <sup>1)</sup>	125	2200	200
<b>Stadtgebiet</b> Hydranten eventuell mit 2 x Storz 75				
Städtische Überbauung mit Gewerbezone	2400 <sup>1)</sup>	125	2400	250
Altstadt, Warenhäuser, Hotels, Büros, Spital, Alters- und Pflegeheime, Schulanlagen usw.	2400 <sup>1)</sup>	125	2800	250
<b>Industrie</b> Hydranten mit 2 x Storz 75				
Arbeitszone	2400–3600 <sup>1)</sup>	125	2800–5400	250–600

**Tab. 2** Auf Grundlage der FKS-Richtlinie «Versorgung mit Löschwasser» ([www.feukos.ch](http://www.feukos.ch))

<sup>1)</sup> Aufgrund der hydraulischen Gegebenheiten kann die Wasserversorgung, in Rücksprache mit der zuständigen Brandschutzbehörde, die geforderte Löscheinleistung für den ausgewiesenen Objektschutz mit einem oder mehreren Hydranten erbringen.



Annexe 6 : Plan local d'urbanisme de Kaiseraugst



Annexe

**Legende:**

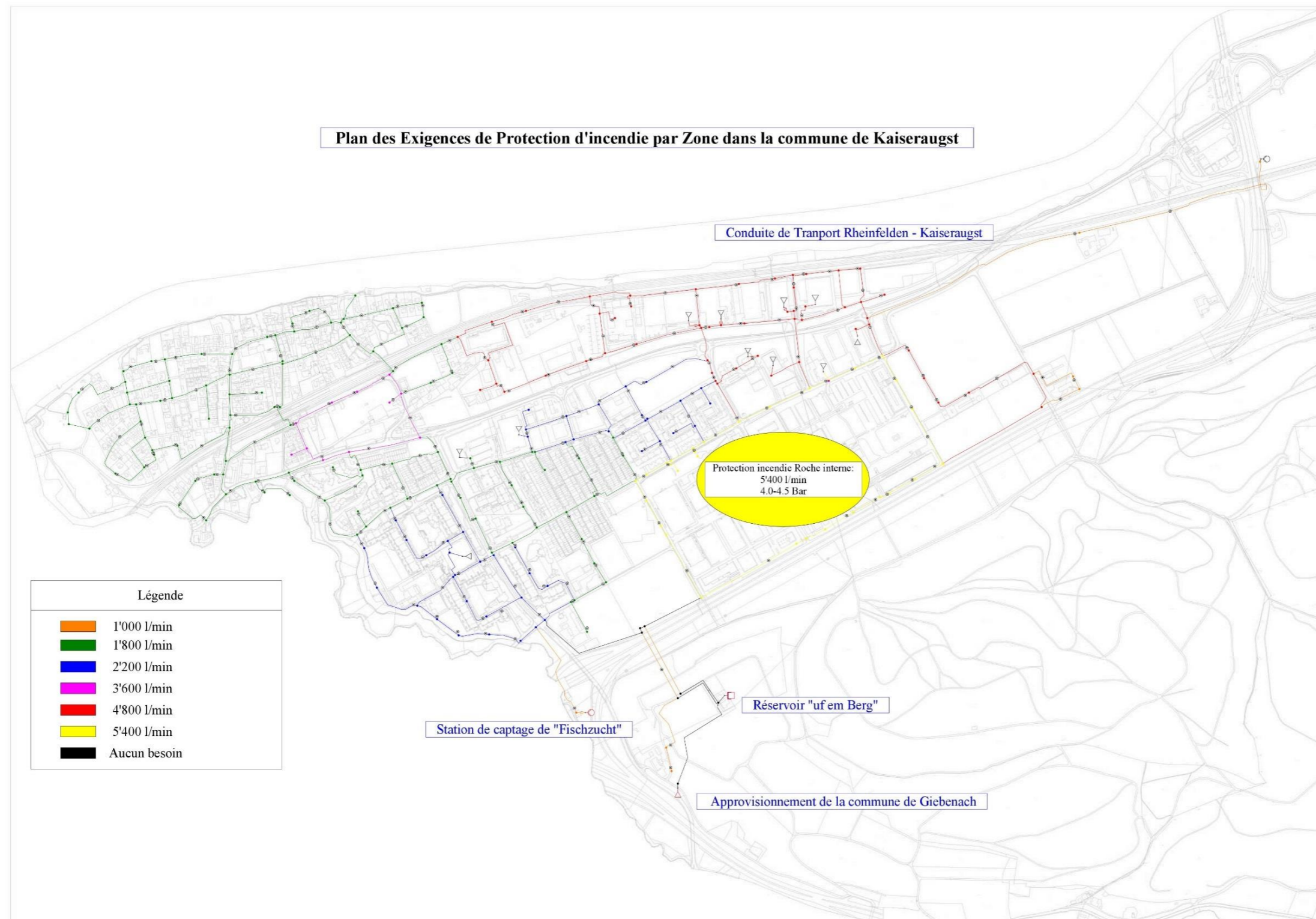
<p>Baugebietsgrenze</p> <p>Geschützte Kulturobjekte innerhalb der Bauzone</p> <p>Geschützte Naturobjekte innerhalb der Bauzone</p> <p>Weitere punktbegogene Festlegungen</p> <p>Überlagerte Gefahrenzonen innerhalb der Bauzone</p> <p>Hecken innerhalb der Bauzone</p> <p>Uferschutzstreifen innerhalb der Bauzone</p> <p>Geomorphologische Objekte innerhalb der Bauzone</p> <p>Weitere linienförmige Festlegungen innerhalb der Bauzone</p> <p>Ortsbild-, Umgebungs-, Ensembleschutzzone innerhalb der Bauzone</p> <p>Bereiche mit Sondernutzungsplanpflicht</p> <p>Gebäude unter Schutz innerhalb der Bauzone</p> <p>Befristete Ein-oder Umzonung</p> <p>Bauzonen: Lärmvorbelastete Gebiete</p> <p>Gewässerraumzone innerhalb der Bauzone (alt- und neuerechtlich)</p> <p>Bereiche rechtsgültiger Sondernutzungspläne</p> <p>Weitere flächenbezogene Überlagerungen innerhalb Bauzone</p> <p>Statische Waldgrenze</p> <p>Bauzonen: Grundnutzung (Musterliegende)</p>	<p>Wohn- und Arbeitszone 5 - 7</p> <p>Wohn- und Arbeitszone mit höheren Bauten</p> <p>Dorf- / Altstadtzone</p> <p>Kernzone / Zentrumzone 3</p> <p>Kernzone / Zentrumzone 4</p> <p>Kernzone / Zentrumzone 5 - 7</p> <p>Kernzone / Zentrumzone mit höheren Bauten</p> <p>Zone für öffentliche Bauten und Anlagen</p> <p>Grünzone, Freihaltezone</p> <p>Gewässerraumzone neu und altrechtlich</p> <p>Gewässer</p> <p>Eingeschränkte Bauzone</p> <p>Zone für Freizeit und Erholung</p> <p>Bäderzone / Kurzone</p> <p>Zone für Pferdehaltung und Pferdesport</p> <p>Pflanzgarten</p> <p>Verkehrsfläche</p> <p>Flugplatz, Flugfeld</p> <p>Kulturlandplan: zusammengefasste Legende</p> <p>Landwirtschaftszone</p> <p>Wald</p> <p>Schutzzone</p> <p>Materialabbau und Deponie</p> <p>Weitere Zone nach Art. 18 RPG</p> <p>übrige Zone</p>
--	--

Annexe 7 : Légende en allemand du PLU de la commune

## Annexe

Système à sprinkler	Besoin débit	Besoin Pression	Besoin incendie pour pompier
	[L/min]	[Bar]	[L/min]
COOP Bananenreiferei	2'800	6.3	900
COOP Megastore	3'000	4.4	900
COOP Bau und Hobby	2'727	2.8	900
DSM AG Bau 241	1'900	4	900
DSM AG Bau 242	1'772	4.99	900
Einkaufszentrum Liebrüti	1'133	2.9	900
Planzer Transport AG	4'243	5.1	900
Real-Technik AG	3'830	4.7	900
Roche AG 207	3'564	3.3	
Roche AG 221-225	1'080	3.8	900
Roche AG 231	4'617	4.3	
Roche AG 232	1'722	4.05	
Roche AG 254	Zone-Est de Roche : Approvisionnement via réseau d'incendie privé et pompes de surpression		
Roche AG 255			
Roche AG 256			
Roche AG 257			
Roche AG 261			
Roche AG 298			
Thommen AG			900
Thommen AG	3220	5.3	900

Annexe 8 : Besoin incendie pour les différents systèmes à sprinkler



Annexe 9: Plan des exigences de protection incendie de la commune de Kaiseraugst

# Fiches de simulation

## Simulation 1 : Risque de stagnation

### Objectif

- Vérification du risque de stagnation dans le réseau à travers les vitesses dans les conduites durant le jour moyen.

### Scénario

- Besoin journalier moyen dans le réseau
- Pas de fonctionnement des pompes

### Critère d'évaluation

- Vitesse dans les conduites inférieures à 0.005 m/s, d'après la SSIGE W4

### Présentation des résultats

- Figure en Annexe 12.

### Résultats

- Les recommandations de la SSIGE W4 n'est pas respecté dans tout le réseau
- Il existe un risque de stagnation

### Conclusion

- Un potentiel de risque de stagnation dans le réseau existe par la taille des conduites et en particulier dans les fins de réseau.
- Une étude plus approfondie est nécessaire afin de pouvoir donner une conclusion plus pertinente.

*Annexe 10 : Fiches de simulation*

## **Simulation 2 : Petit incendie 1'000 l/min**

### **Objectif**

- Vérification du besoin minimal à remplir par les poteaux incendie d'après la ligne directrice de l'assurance immobilière cantonale (AGV)

### **Scénario**

- Besoin journalier de pointe
- Pas de fonctionnement des pompes
- Besoin de 1'000 l/min de chaque poteau incendie dans le réseau. NEPLAN calcule chaque besoin de poteau de manière individuel.

### **Critère d'évaluation**

- 1'000 l/min à 2 Bar de pression sur chaque poteau (AGV)
- Vitesse d'écoulement dans les conduites ne dépassant pas 3.5 m/s (W5)

### **Présentation des résultats**

- Figure en Annexe 13.

### **Résultats**

- Les recommandations de l'AGV pour le petit incendie est respecté par tous les poteaux incendie. Seul le poteau Nr°1 et 2 près du réservoir ne remplissent pas les conditions de pression.

### **Conclusion**

- Voir Tableau 23 pour les mesures mises en place.

### **Simulation 3 : Zone incendie 1'800 l/min**

#### **Objectif**

- Vérification de la protection incendie dans la zone 1'800 l/min

#### **Scénario**

- Besoin journalier de pointe
- Pas de fonctionnement des pompes
- Besoin de 1'800 l/min des poteaux en zone 1'800 l/min. NEPLAN calcule chaque besoin de poteau de manière individuel.

#### **Critère d'évaluation**

- Pression dynamique de 2 Bar de pression sur les poteaux (AGV)
- Vitesse d'écoulement dans les conduites ne dépassant pas 3.5 m/s (W5)

#### **Présentation des résultats**

- Figure en Annexe 14.

#### **Résultats**

- Tous les poteaux en zone d'incendie 1'800 l/min pour 2 Bar remplissent les conditions de pression et de débit.

#### **Conclusion**

- Aucune mesure est nécessaire

## **Simulation 4 : Zone incendie 2'200 l/min**

### **Objectif**

- Vérification de la protection incendie dans la zone 2'200 l/min

### **Scénario**

- Besoin journalier de pointe
- Pas de fonctionnement des pompes
- Besoin de 2'200 l/min des poteaux en zone 2'200 l/min. NEPLAN calcule chaque besoin de poteau de manière individuel.

### **Critère d'évaluation**

- Pression dynamique de 2 Bar de pression sur les poteaux (AGV)
- Vitesse d'écoulement dans les conduites ne dépassant pas 3.5 m/s (W5)

### **Présentation des résultats**

- Figure en Annexe 15.

### **Résultats**

- Tous les poteaux en zone d'incendie 2'200 l/min pour 2 Bar remplissent les conditions de pression et de débit. Sauf le poteau incendie Nr. 199 (rouge) n'atteint pas les conditions de pression pour le débit de 2'200 l/min. En utilisant un second poteau pour l'eau manquante les conditions sont remplies.

### **Conclusion**

- Aucune mesure est nécessaire

## **Simulation 5 : Zone incendie 3'600 l/min**

### **Objectif**

- Vérification de la protection incendie dans la zone 3'600 l/min.

### **Scénario**

- Besoin journalier de pointe
- Pas de fonctionnement des pompes
- Besoin de 3'600 l/min des poteaux en zone 3'600 l/min. NEPLAN calcule chaque besoin de poteau de manière individuel dans le module "Calcul incendie".

### **Critère d'évaluation**

- Pression dynamique de 2 Bar de pression sur les poteaux (AGV)
- Vitesse d'écoulement dans les conduites ne dépassant pas 3.5 m/s (W5)

### **Présentation des résultats**

- Figure en Annexe 16.

### **Résultats**

- Tous les poteaux en zone d'incendie 3'600 l/min pour 2 Bar remplissent les conditions de pression et de débit.

### **Conclusion**

- Aucune mesure est nécessaire



## **Simulation 6 : Zone incendie 4'800 l/min**

### **Objectif**

- Vérification de la protection incendie dans la zone 4'800 l/min

### **Scénario**

- Besoin journalier de pointe
- Pas de fonctionnement des pompes
- Besoin de 4'800 l/min des poteaux en zone 4'800 l/min. NEPLAN calcule chaque besoin de poteau de manière individuel.

### **Critère d'évaluation**

- Pression dynamique de 2 Bar de pression sur les poteaux (AGV)
- Vitesse d'écoulement dans les conduites ne dépassant pas 3.5 m/s (W5)

### **Présentation des résultats**

- Figure en Annexe 17.

### **Résultats**

- Tous les poteaux en zone d'incendie 4'800 l/min pour 2 Bar remplissent les conditions lorsqu'on prend l'eau manquante d'un second poteau incendie à proximité.

### **Conclusion**

- Aucune mesure est nécessaire

## **Simulation 7 : Zone incendie interne Roche 5'400 l/min**

### **Objectif**

- Vérification de la protection incendie dans la zone interne à Roche 5'400 l/min

### **Scénario**

- Besoin journalier de pointe
- Pas de fonctionnement des pompes
- Besoin de 5'400 l/min des nœuds entrant dans la zone de Roche.

### **Critère d'évaluation**

- Pression dynamique de 4 Bar de pression sur les nœuds.
- Vitesse d'écoulement dans les conduites ne dépassant pas 3.5 m/s (W5)

### **Présentation des résultats**

- Figure en Annexe 18 et Annexe 19.

### **Résultats**

- Les conditions sont remplies par les nœuds en fonctionnement séparés et lorsque Roche prélève de l'eau des deux côtés.

### **Conclusion**

- Aucune mesure nécessaire

## **Simulation 8 : Zone incendie externe Roche 5'400 l/min**

### **Objectif**

- Vérification de la protection incendie dans la zone 5'400 l/min

### **Scénario**

- Besoin journalier de pointe
- Pas de fonctionnement des pompes
- Besoin de 5'400 l/min des poteaux en zone 5'400 l/min. NEPLAN calcule chaque besoin de poteau de manière individuel.

### **Critère d'évaluation**

- Pression dynamique de 2 Bar de pression sur les poteaux (AGV)
- Vitesse d'écoulement dans les conduites ne dépassant pas 3.5 m/s (W5)

### **Présentation des résultats**

- Figure en Annexe 20.

### **Résultats**

- Tous les poteaux en zone d'incendie 5'400 l/min pour 2 Bar remplissent les conditions lorsqu'on prend l'eau manquante d'un second poteau incendie à proximité.

### **Conclusion**

- Aucune mesure nécessaire

## Simulation 9 : Incendie systèmes à Sprinkler

### Objectif

- Vérification des conditions de protection incendie pour les systèmes à sprinkler (voir Annexe 8)

### Scénario

- Besoin journalier de pointe
- Pas de fonctionnement des pompes
- Prélèvement de l'eau selon les conditions nécessaire en Annexe 8 (n'inclut pas les sprinkler Roche)

### Critère d'évaluation

- La pression dynamique sur le nœud doit correspondre au besoin en pression du système à sprinkler. On peut admettre une différence de pression de 0.2 à 0.4 Bar. Par l'erreur du système et le manque d'informations sur l'altitude exacte du système à sprinkler.
- Vitesse d'écoulement dans les conduites ne dépassant pas 3.5 m/s (W5)

### Présentation des résultats

- Figure en Annexe 21.

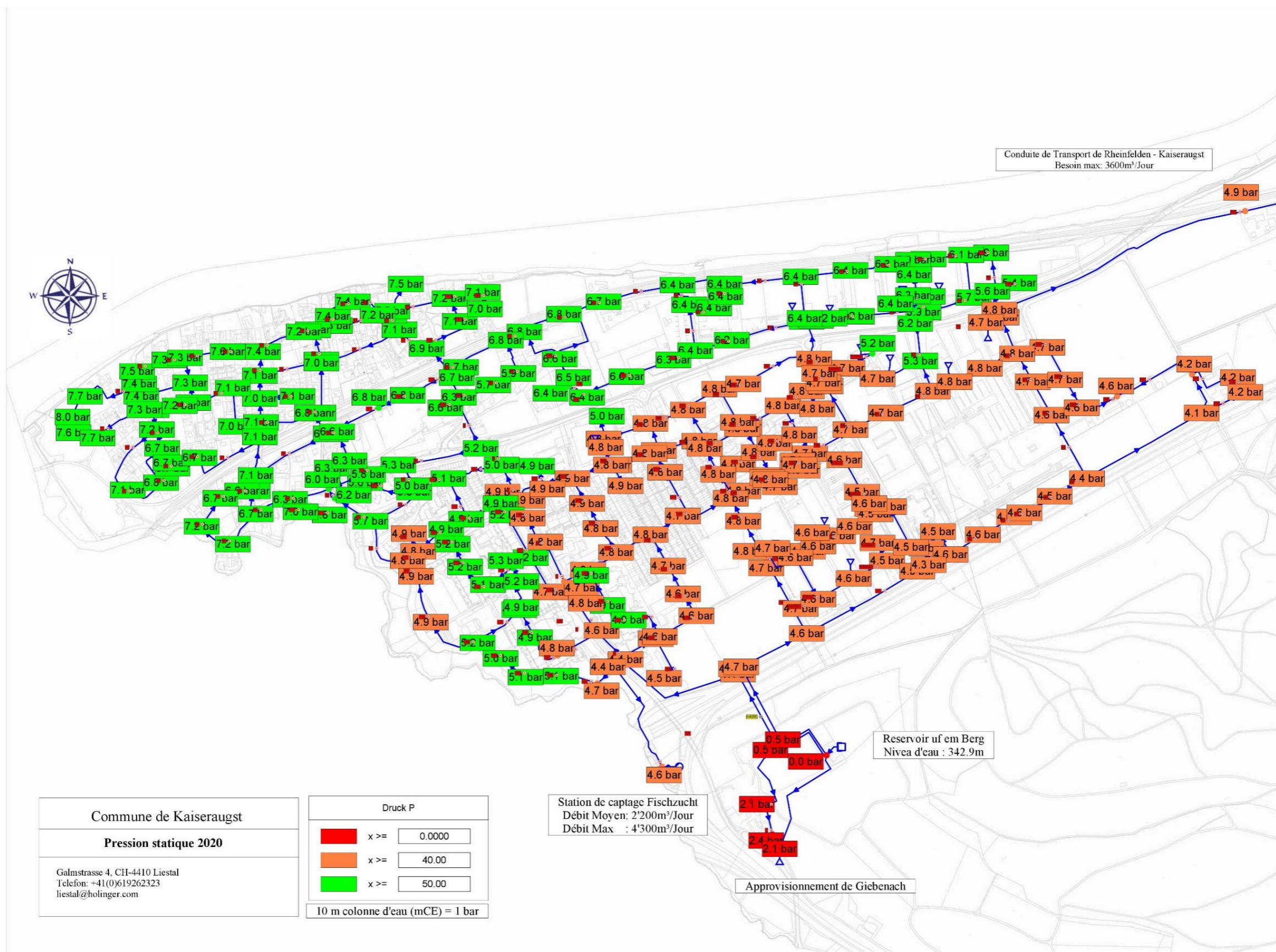
### Résultats

La récapitulation des résultats est dans le tableau suivant :

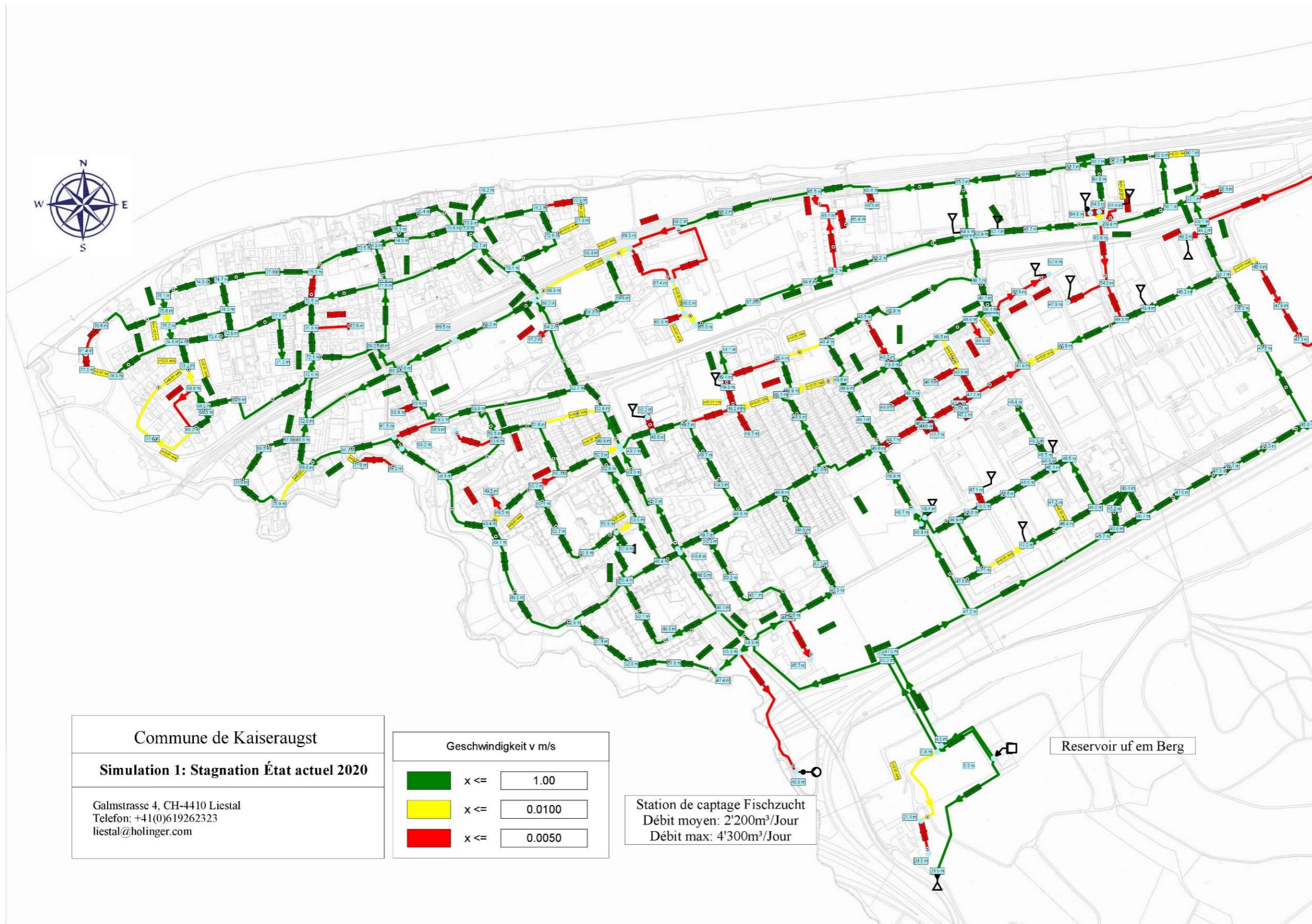
Système à Sprinkler	Besoin débit	Besoin poteau	Besoin pression	Pression calculée avec NEPLAN	Commentaire
	[l/min]	[l/min]	[Bar]	[Bar]	
COOP Bananenreiferei	2'800	900	6.3	6.0	Incertitude du modèle
COOP Megastore	3'000	900	4.4	4.61	Besoin remplie
COOP B&H	2'727	900	2.8	4.67	Besoin remplie
DSM AG Bau 241	1'772	900	4.99	4.43	Pression statique inférieur à la pression dynamique
DSM AG Bau 242	1'900	900	4.0	4.31	Besoin remplie
EZ Liebrüti	1'133	900	2.9	5.09	Besoin remplie
Planzer Transport AG	4'243	900	5.1	5.74	Besoin remplie
Real-Technik AG	3'830	900	4.7	4.50	Incertitude du modèle
Thommen AG 284	3'220	900	5.3	6.01	Besoin remplie

### Conclusion

- Voir Tableau 23 pour les mesures mises en place.



Annexe 11 : Représentation des pressions statiques du réseau de la commune de Kaiseraugst



Commune de Kaiseraugst

**Simulation 1: Stagnation État actuel 2020**

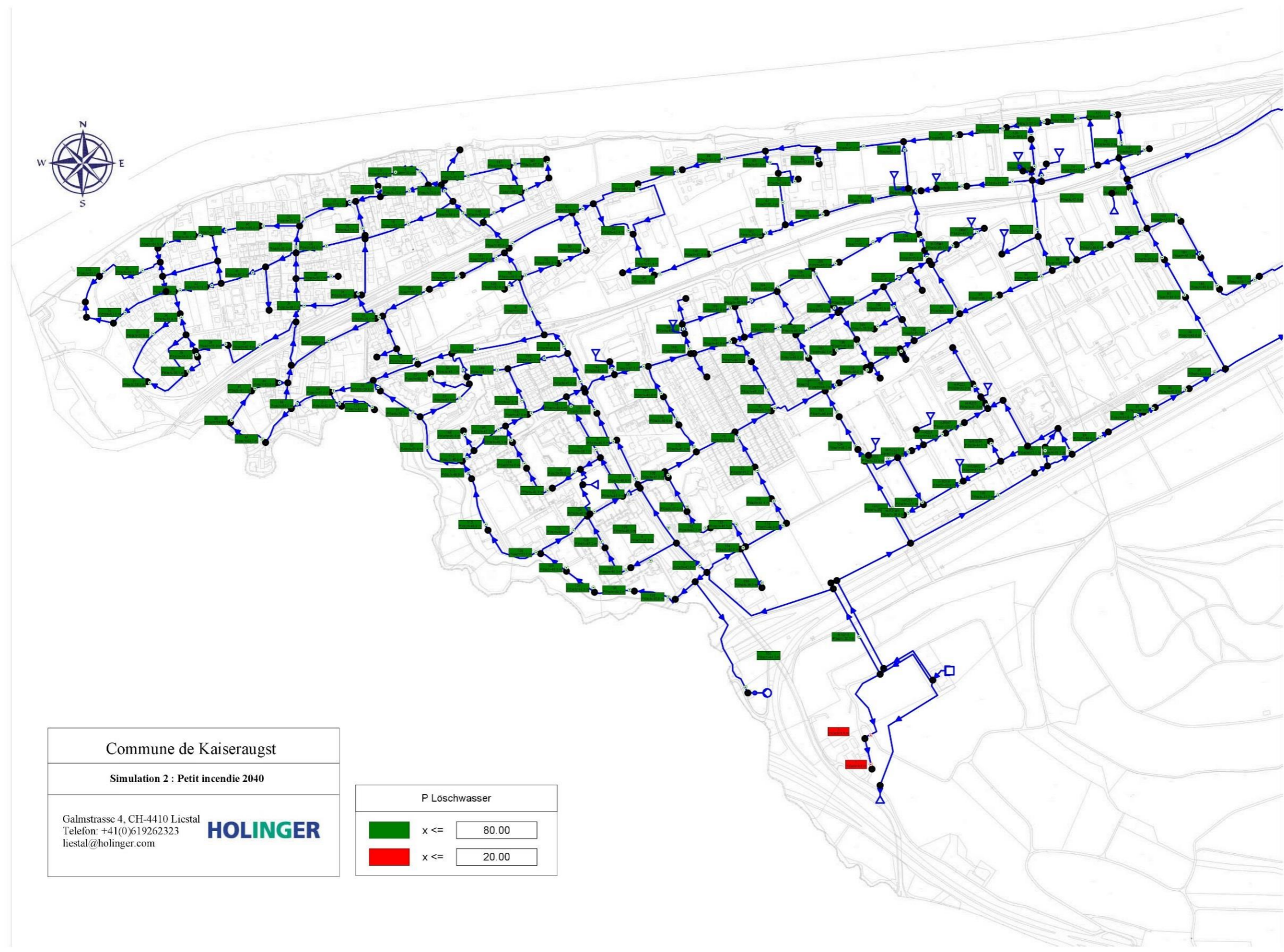
Galmstrasse 4, CH-4410 Liestal  
Telefon: +41(0)619262323  
liestal@holinger.com

Geschwindigkeit v m/s		
Green	x <=	1.00
Yellow	x <=	0.0100
Red	x <=	0.0050

Station de captage Fischzucht  
Débit moyen: 2'200m³/Jour  
Débit max: 4'300m³/Jour

Reservoir uf em Berg

Annexe 12: Simulation 1 Risque de Stagnation pour l'état actuel



Commune de Kaiseraugst

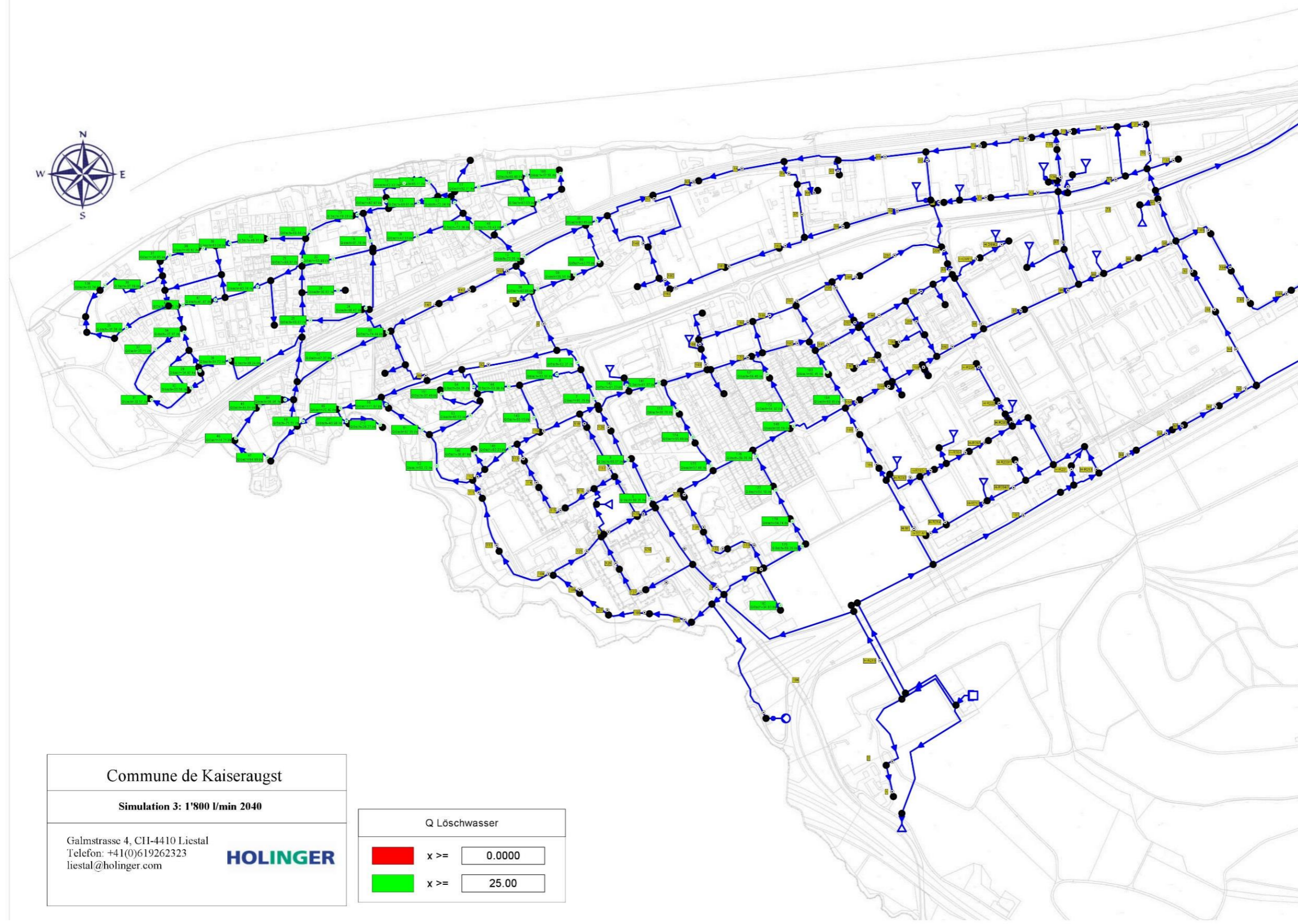
Simulation 2 : Petit incendie 2040

Galmstrasse 4, CH-4410 Liestal  
Telefon: +41(0)619262323  
liestal@holinger.com

**HOLINGER**

P Löschwasser		
■ (Green)	x <=	80.00
■ (Red)	x <=	20.00

Annexe 13 : Simulation 2 représentation d'un petit incendie 1'000 l/min pour l'état futur



Commune de Kaiseraugst

Simulation 3: 1'800 l/min 2040

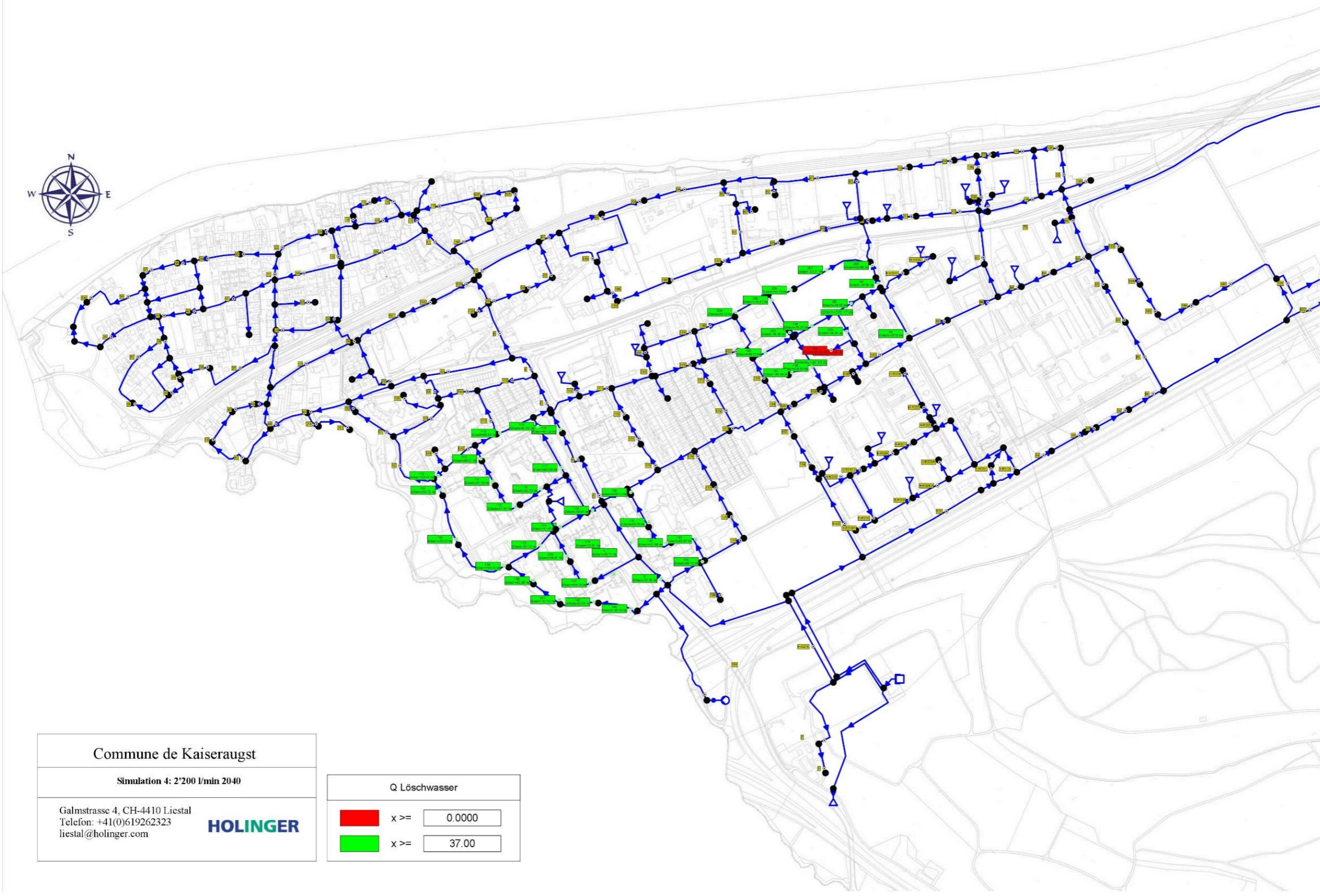
Galmstrasse 4, CH-4410 Liestal  
Telefon: +41(0)619262323  
liestal@holinger.com

**HOLINGER**

Q Löschwasser		
Red	x >=	0.0000
Green	x >=	25.00

Annexe 14 : Simulation 3 représentation d'un incendie de 1'800 l/min pour l'état futur







Commune de Kaiseraugst

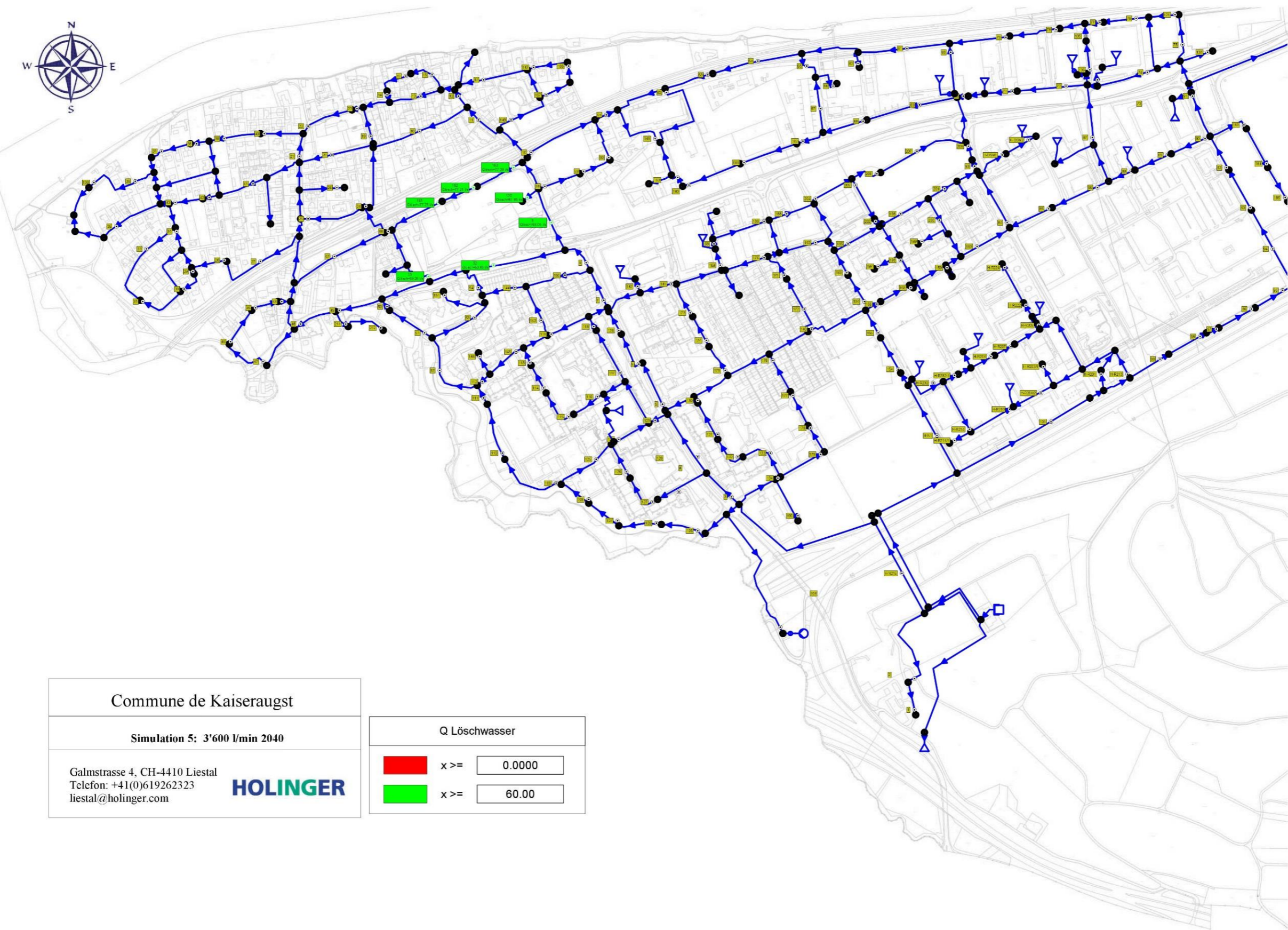
Simulation 4: 2'200 l/min 2040

Galmstrasse 4, CH-4410 Liestal  
Telefon: +41(0)619262323  
liestal@holinger.com

**HOLINGER**

Q Löschwasser		
	x >=	0.0000
	x >=	37.00

Annexe 15 : Simulation 4 représentation d'un incendie de 2'200 l/min pour l'état futur



Commune de Kaiseraugst

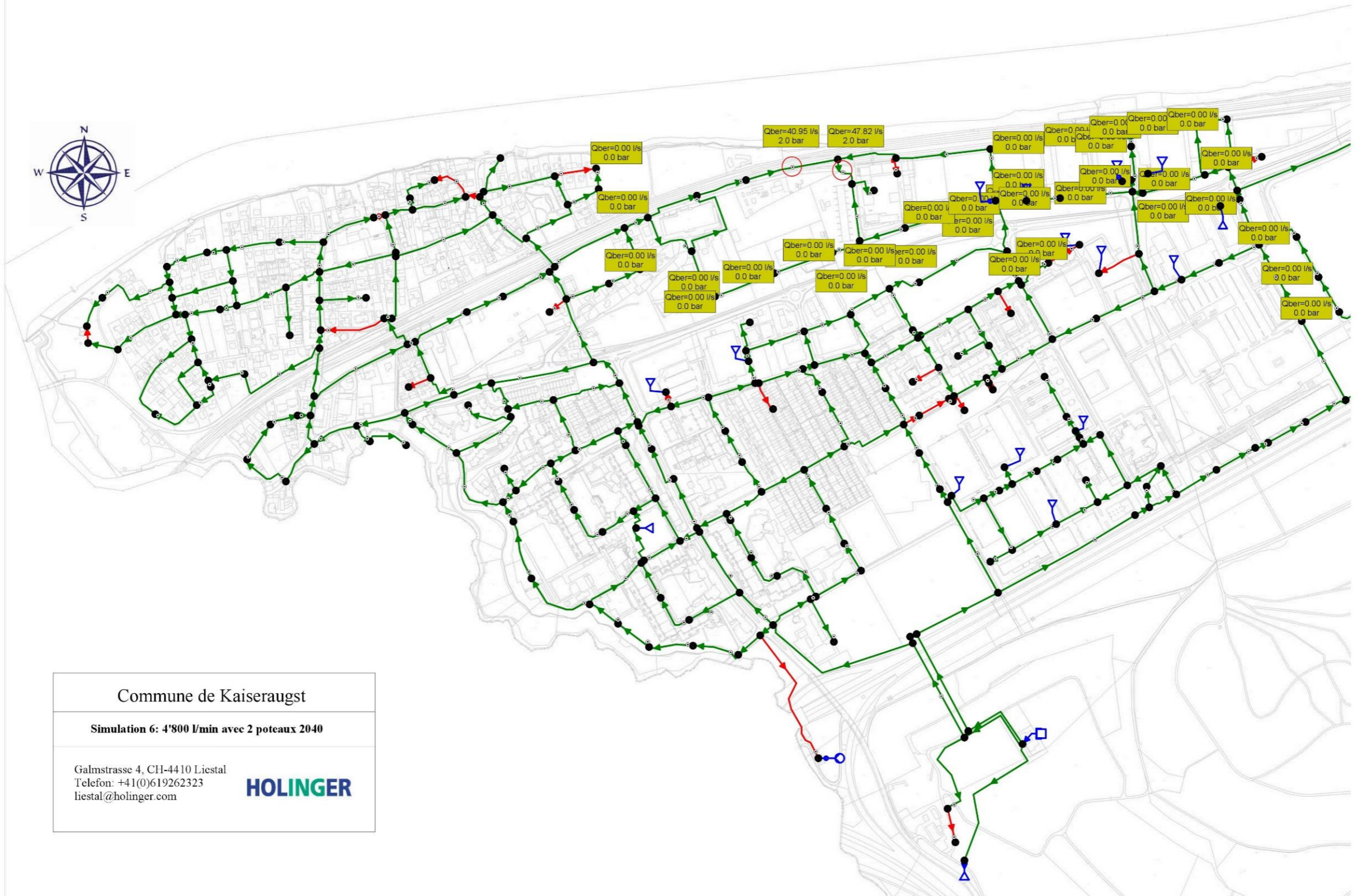
Simulation 5: 3'600 l/min 2040

Galmstrasse 4, CH-4410 Liestal  
 Telefon: +41(0)619262323  
 liestal@holinger.com

**HOLINGER**

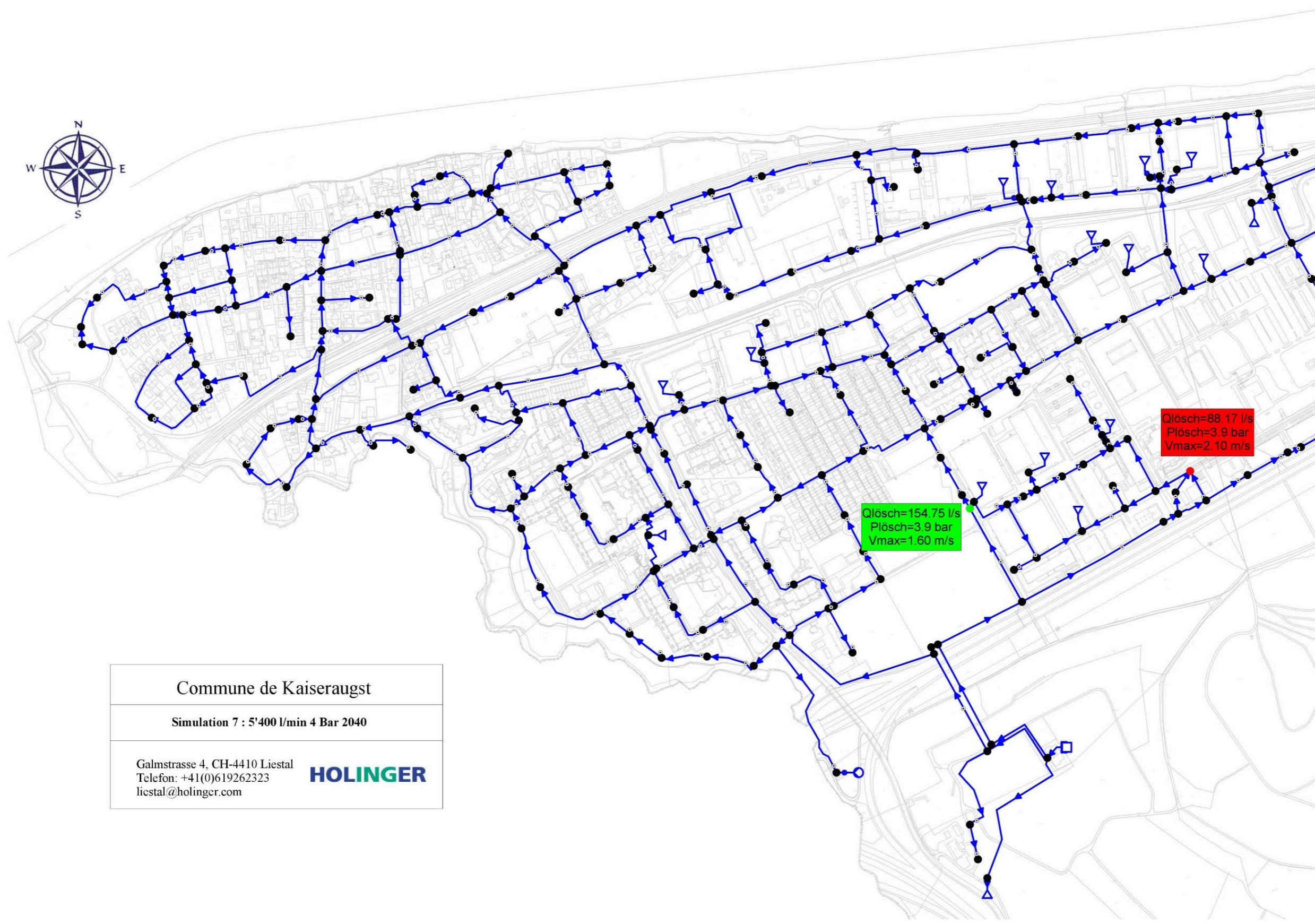
Q Löschwasser	
	x >= 0.0000
	x >= 60.00

Annexe 16 : Simulation 5 représentation d'un incendie de 3'600 l/min pour l'état futur



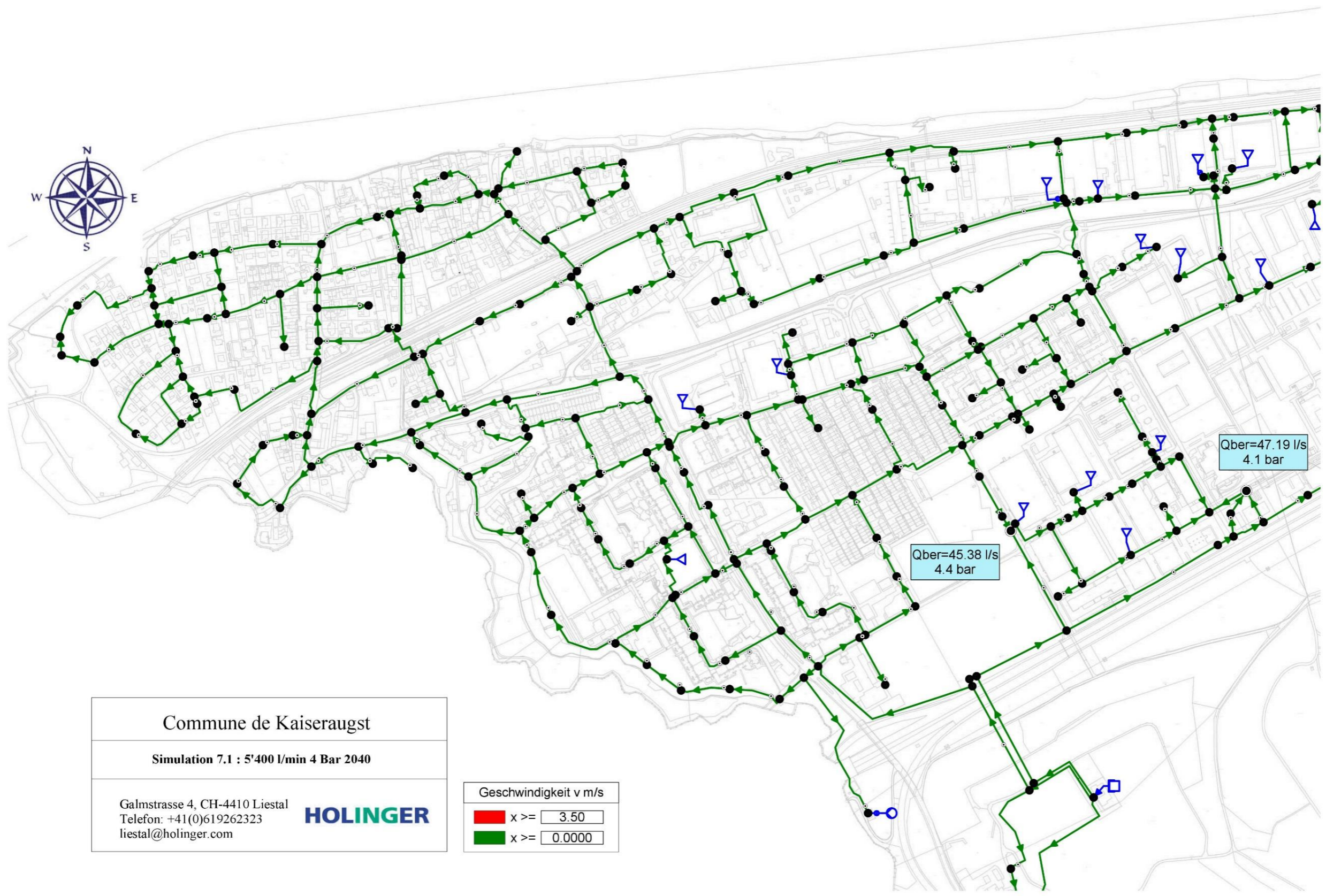
Commune de Kaiseraugst	
Simulation 6: 4'800 l/min avec 2 poteaux 2040	
Galmstrasse 4, CH-4410 Liestal Telefon: +41(0)619262323 liestal@holinger.com	<b>HOLINGER</b>

Annexe 17 : Simulation de 2 poteaux pour un incendie de 4'800 l/min pour l'état futur



Commune de Kaiseraugst	
Simulation 7 : 5'400 l/min 4 Bar 2040	
Galmstrasse 4, CH-4410 Liestal Telefon: +41(0)619262323 liestal@holingcr.com	<b>HOLINGER</b>

Annexe 18 : Simulation 7 représentation incendie 5'400 l/min à 4 Bar état futur



Commune de Kaiseraugst

Simulation 7.1 : 5'400 l/min 4 Bar 2040

Galmstrasse 4, CH-4410 Liestal  
 Telefon: +41(0)619262323  
 liestal@holinger.com

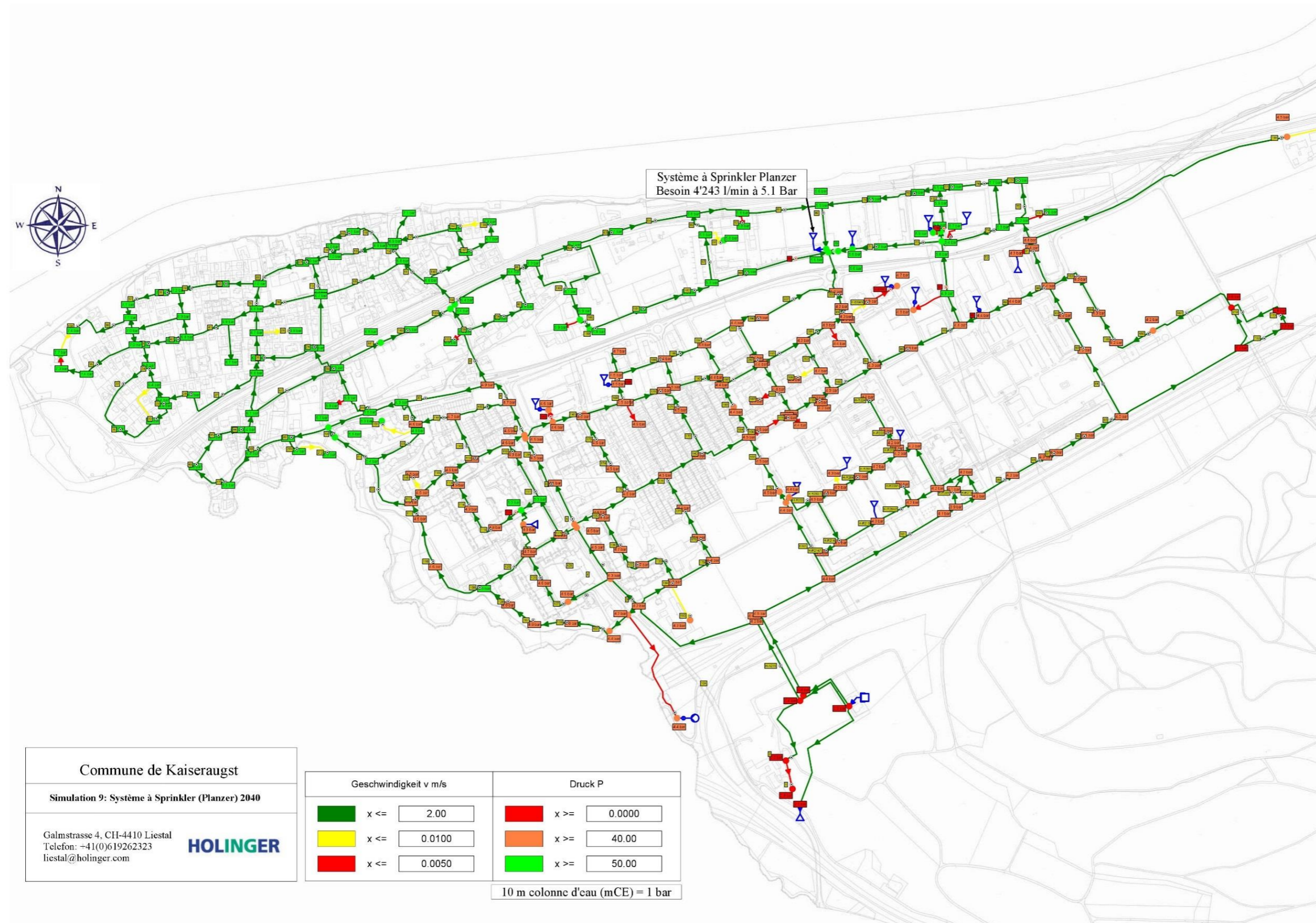
**HOLINGER**

Geschwindigkeit v m/s	
<span style="color: red;">■</span>	x >= 3.50
<span style="color: green;">■</span>	x >= 0.0000

Annexe 19 : Simulation 7.1 représentation 5'400 l/min à 4 Bar, approvisionnement par 2 nœuds pour l'état futur



Annexe 20 : Simulation 8 représentation 5'400 l/min extérieur de la zone Roche avec 2 poteaux pour l'état futur



Annexe 21 : Simulation 9 représentation du système à Sprinkler Planzer pour l'état futur