

COMMUNE D'ORZENS
PLAN D'AFFECTATION COMMUNAL

ANALYSE DE RISQUE OPAM LIÉE À LA PRÉSENCE D'UN GAZODUC

Lausanne, le 31.03.2020
VD7814.100

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
2.	GAZODUC	1
2.1	Description technique	1
2.2	Description du tracé et des environs	1
3.	DESCRIPTION DES MODIFICATIONS DU PACOM	3
4.	SCÉNARIOS ET HYPOTHÈSES	3
4.1	Scénarios étudiés	3
4.2	Rayons d'impact et létalité	4
4.3	Hypothèses d'occupation	5
4.3.1	Habitations et emplois	5
4.3.2	Surfaces à bâtir libres	5
5.	CALCUL DE L'AMPLEUR DES DOMMAGES	5
5.1	Scénarios d'occupation	5
5.2	Profil IAM	6
5.2.1	Situation actuelle	6
5.2.2	Situation future	7
6.	ANALYSE DE RISQUE	8
6.1	Détermination des probabilités de base	8
6.2	Diagramme probabilité/conséquence (P/C)	9
6.3	Mesures de sécurité	10
7.	CONCLUSIONS	11

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Gazoduc 16" - Létalité pour les personnes situées à l'air libre	4
Tableau 2	Gazoduc 16" - Létalité pour les personnes situées à l'intérieur des bâtiments	4
Tableau 3	Facteur de présence pour les habitations et les emplois	5
Tableau 4	Facteurs de corrections	8

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Plan de situation	2
Figure 2	Extrait du Plan d'Affectation communal en examen	3
Figure 3	Scénarios d'occupation	6
Figure 4	Profil des IAM pour la situation actuelle	6
Figure 5	Profil des IAM pour la situation future	7
Figure 6	Arbres des causes et probabilité d'occurrence	9
Figure 7	Diagramme P/C entre les segments 14 et 23 pour la situation future	9
Figure 8	Diagramme P/C entre les segments 14 et 23 pour la situation future avec dalles de protection (segments 15 à 20)	10

ANNEXES

Annexe A	Rayons d'impact	13
Annexe B	Occupation	14

PRÉAMBULE

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, CSD déclinera toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

1. Introduction

La commune d'Orzens procède à la révision de son Plan d'Affectation Communal (PACom). Le gazoduc GOM Orbe-Altavilla-Mülchi (16"/ 70 bar) traverse le territoire de la commune à la hauteur du hameau dit «Les Champs Plats». La conduite de gaz à haute pression est soumise à l'Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM), ce qui implique une coordination entre planification du territoire et risque d'accidents majeurs selon l'art. 3, al. 3, let. b de la Loi sur l'aménagement du territoire (LAT) et l'art. 11, let. a de l'OPAM pour la planification du secteur qui se situe à proximité du gazoduc.

L'objectif de l'étude est tout d'abord celui de vérifier la situation actuelle du risque à proximité de la conduite et ensuite d'évaluer le potentiel de densification de la zone dans les limites de l'acceptabilité du risque.

2. Gazoduc

2.1 Description technique

Le gazoduc UG 400 GOM Orbe-Altavilla-Mülchi exploité par Unigaz SA transporte du gaz naturel composé de 90 % de méthane. Il possède les caractéristiques techniques suivantes :

Gazoduc GOM Orbe-Altavilla-Mülchi: D = 16", P = 70 bars

- type d'acier : ST 415.7 ;
- diamètre extérieur : 16" (406.4 mm) ;
- épaisseur : 7.1 mm ;
- pression de service: 70 bars ;
- enfouissement : 1.3 – 3.0 m ;
- année de construction : 1979 ;
- contrôle du tracé : hebdomadaire

La conduite n'est pas renforcée par des dalles de protections dans le périmètre d'étude.

2.2 Description du tracé et des environs

En cas d'accident majeur, on considère un impact sur la population jusqu'à une distance limite qui correspond à 0% de létalité parmi les personnes exposées. Dans le cas d'un gazoduc de 16" et de 70 bar, cette distance est égale à 180 mètres (cf. chapitre 3.2). En conséquence, la zone d'étude a été définie sur un périmètre de 180 mètres de part et d'autre du tracé du gazoduc.

La conduite étudiée traverse le hameau des « Champs Plats » sur environ 100 mètres à seulement quelques dizaines de mètres de distance des habitations situées sur les parcelles n°170 et n°173.

La figure 1 présente le tracé de la conduite. Les objets sensibles sont marqués par un numéro et sont décrits à l'annexe B.



3. Description des modifications du PACom

La révision du PACom d'Orzens comporte un examen des surfaces à bâtir actuellement présentes sur la commune. Conformément aux prescriptions de la Loi sur l'aménagement du territoire (LAT), certaines surfaces à bâtir ont été réduites. En ce qui concerne le hameau des « Champs Plats », les surfaces à bâtir libres sont présentées en gris clair dans la figure ci-après. À noter que sur les parcelles contournées en rouge, un bâtiment a d'ores et déjà été construit.

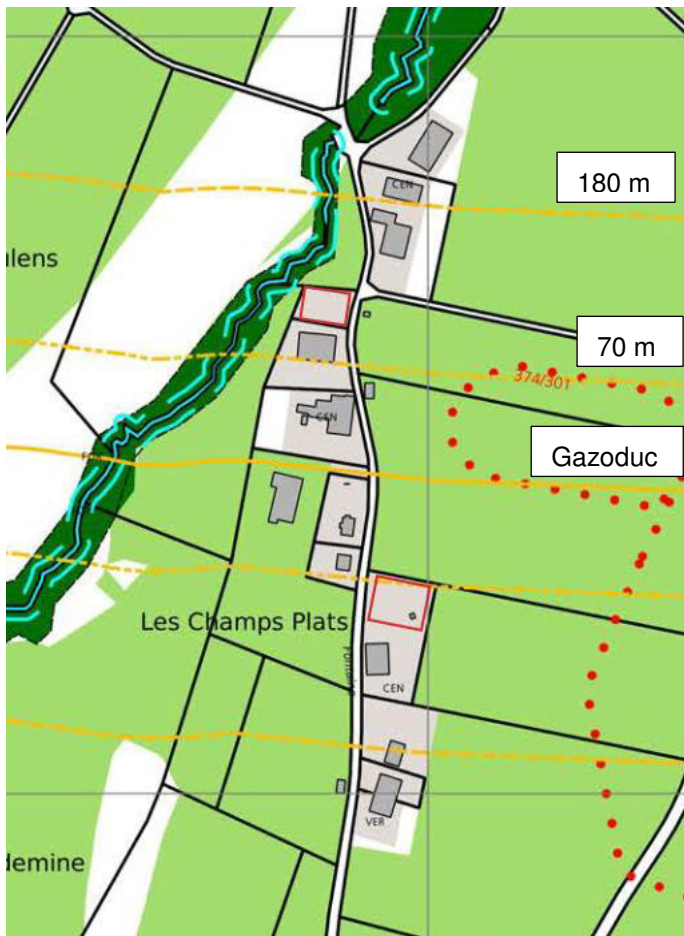


Figure 2 Extrait du Plan d'Affectation communal en examen

4. Scénarios et hypothèses

4.1 Scénarios étudiés

Les causes envisageables à la base d'un accident sont les suivantes :

- causes internes : corrosion ou défaut de construction ;
- causes externes : perçage, intervention de tiers, mouvement de terrain ou piquage en charge.

Ces causes peuvent générer des brèches, des trous, voire une rupture totale du gazoduc. Les échappements de gaz pourraient alors, en cas d'allumage, avoir comme effets une boule de feu, un feu de torche, ou un feu de nuage de gaz. Du fait du rayonnement thermique induit, ces effets représentent un potentiel de danger important. Les mesures de sécurité mises en place par l'exploitant rendent la probabilité d'un tel incident très faible.

Dans le cas présent, l'accident ayant les dommages les plus importants serait provoqué par une **rupture totale de la conduite** (brèche de taille supérieure au diamètre de la conduite). Une telle rupture pourrait en cas d'allumage conduire à un phénomène de **boule de feu**, de **feu de torche** ou de feu de nuage. Conformément au rapport-cadre, seuls ces deux premiers phénomènes sont étudiés et seuls les effets radiatifs directs sont pris en compte.

4.2 Rayons d'impact et létalité

En ce qui concerne la **boule de feu**, on suppose que la durée d'exposition des personnes est égale à la durée de combustion de la boule de feu, et que la possibilité de fuite hors de la zone de danger est négligeable.

La quantité de gaz libérée qui va conduire à une boule de feu est estimée à 19'461 kg et la durée de combustion de la boule de feu à 11 secondes (Gazoduc : P = 70 bar / diamètre = 16").

En ce qui concerne le **feu de torche**, on suppose que la durée d'exposition des personnes est égale à 30 secondes (délais moyens de fuite en dehors des zones de danger).

Le tableau suivant présente les rayons d'impact et les létalités dues à une boule de feu et un feu de torche, pour les personnes se trouvant à l'air libre. Les rayons d'impacts sont représentés à l'annexe A.

	R ₁₀₀	R ₇₅	R ₅₀	R ₂₅	R ₀
Rayon d'impact – Boule de feu	85 m	95 m	110 m	135 m	180 m
Rayon d'impact – Feu de torche	50 m	55 m	65 m	85 m	130 m
Létalité	100 %	85 %	60 %	35 %	10 %

Tableau 1 Gazoduc 16" - Létalité pour les personnes situées à l'air libre

Le tableau suivant donne les létalités dues à la rupture totale du gazoduc pour les personnes se situant à l'intérieur des bâtiments.

	R _{ZI FDT}	R _{100 FDT}	R _{75 FDT}	R _{ZI BDF}	R _{50 FDT}	R _{25 FDT}	R _{0 FDT}
Rayon de létalité	20 m	50 m	55 m	65 m	65 m	85 m	130 m
Létalité – Boule de feu suivie d'un feu de torche	100 %	100 %	95 %	80 %	80 %	25 %	10 %
Létalité – Feu de torche	100 %	75 %	35 %	10 %	10 %	5 %	0 %

Tableau 2 Gazoduc 16" - Létalité pour les personnes situées à l'intérieur des bâtiments

Notons que le rayon R_{ZI BDF} correspond à la distance maximale, à partir du foyer de l'incendie, au sein de laquelle, l'intérieur du bâtiment s'enflamme pendant la durée de la boule de feu, les fenêtres étant intactes. Le rayon R_{ZI FDT} correspond quant à lui à la distance maximale au sein de laquelle l'intérieur du bâtiment prend feu en moins de 15 secondes, en présence d'un feu de torche et avec des fenêtres intactes.

4.3 Hypothèses d'occupation

4.3.1 Habitations et emplois

Le nombre d'habitants actuellement présents dans le périmètre de l'étude nous a été transmis par le bureau Jaquier Pointet SA qui réalise la révision du PACom et ont été validés par la commune d'Orzens.

Le hameau des « Champs Plats » est essentiellement résidentiel. Quelques emplois liés à l'agriculture et à des activités exercées à domicile sont présents. Les hypothèses d'occupation découlent du rapport-cadre 2010 et sont présentées dans le tableau ci-après.

	Jour de semaine (7h-19h)	Nuit de semaine (19h-7h)	Jour de week-end (7h-19h)	Nuit de week-end (19h-7h)
Habitations	30% de la population présente (dont 10% à l'extérieur)	95% de la population présente (dont 1% à l'extérieur)	60% de la population présente (dont 10% à l'extérieur)	100% de la population présente (dont 1% à l'extérieur)
Emplois	80% de la population active présente (dont 10% à l'extérieur)	5% de la population active présente (dont 5% à l'extérieur)	5% de la population active présente (dont 10% à l'extérieur)	0% de la population active présente

Tableau 3 Facteur de présence pour les habitations et les emplois

L'occupation de chaque bâtiment est présentée à l'annexe B.

4.3.2 Surfaces à bâtir libres

En accord avec le bureau Jaquier Pointet SA et la commune de Orzens, trois zones à bâtir encore libres ont été identifiées à l'intérieur du périmètre d'étude. Les hypothèses d'occupation qui ont été retenues sont les suivantes :

- Type d'utilisation : résidentiel
- Densité d'occupation :
 - Périmètre 0 :3 personnes
 - Périmètre 1 :3 personnes
 - Périmètre 2 : 6 personnes

Le taux de fréquence du tableau 3 pour les habitations ont été pris en compte.

5. Calcul de l'ampleur des dommages

5.1 Scénarios d'occupation

Sur la base des hypothèses d'occupation présentées au chapitre 4.3, quatre scénarios d'occupation ont été définis. Ils sont représentés dans la figure ci-après.

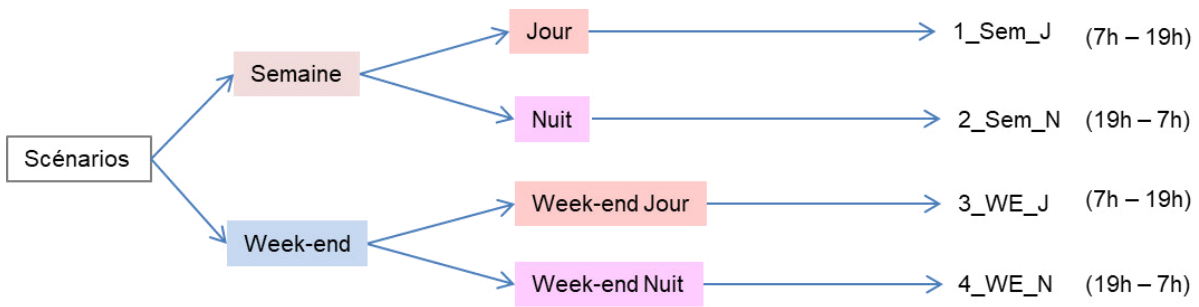


Figure 3 Scénarios d'occupation

5.2 Profil IAM

Deux profils d'indices d'accident majeur (IAM), selon l'échelle des dommages du Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs de l'OFEV, ont été réalisés. Le premier concerne la situation actuelle avec l'occupation des bâtiments effective observée aujourd'hui. Le second présente la situation future avec densification des zones à bâtir actuellement libres. L'origine de l'axe des abscisses correspond au segment n°0 du gazoduc (cf. annexe A). Les IAM correspondants à chacun des scénarios d'occupation ont été calculés.

5.2.1 Situation actuelle

La courbe des indices d'accidents majeurs (IAM) pour la situation actuelle, calculés pour chaque segment du gazoduc, est présentée ci-après.

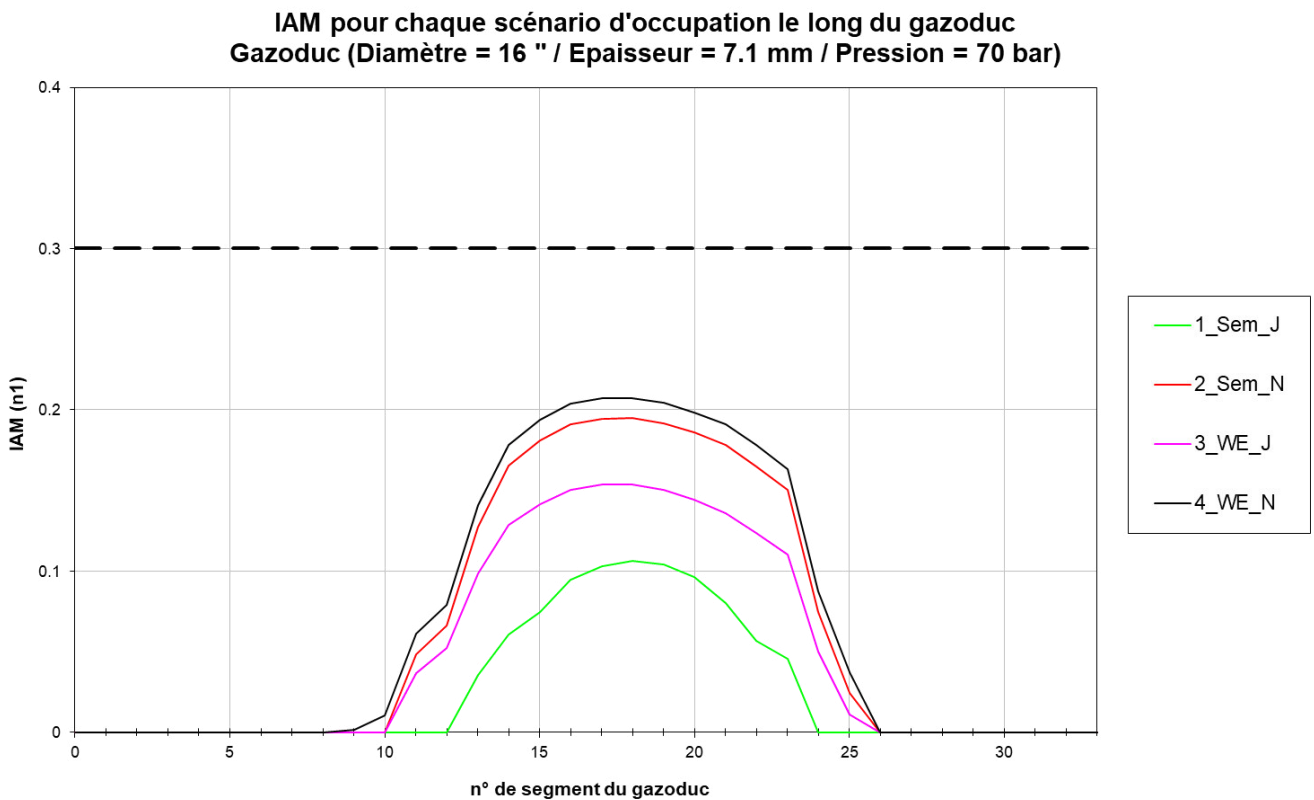


Figure 4 Profil des IAM pour la situation actuelle

Les IAM calculés pour la situation actuelle sont inférieurs à 0.3. En cas d'accident sur la conduite, les dommages sont considérés comme légers et une analyse de risque selon l'OPAM n'est pas nécessaire.

5.2.2 Situation future

La courbe des indices d'accidents majeurs (IAM) pour la situation future a été calculée en considérant deux hypothèses de base :

- Occupation des habitations actuelles plus dense : actuellement certaines maisons sont très peu habitées, voir non occupées. Une occupation selon le rapport cadre a donc été considérée pour un total de 13 personnes supplémentaires (2 personnes par appartement et 3 personnes par maison individuelle)
- Densification des zones à bâtir libres encore disponibles dans le secteur (occupation présentées au paragraphe 4.3.2).

La courbe, calculée pour chaque segment du gazoduc, est présentée ci-après.

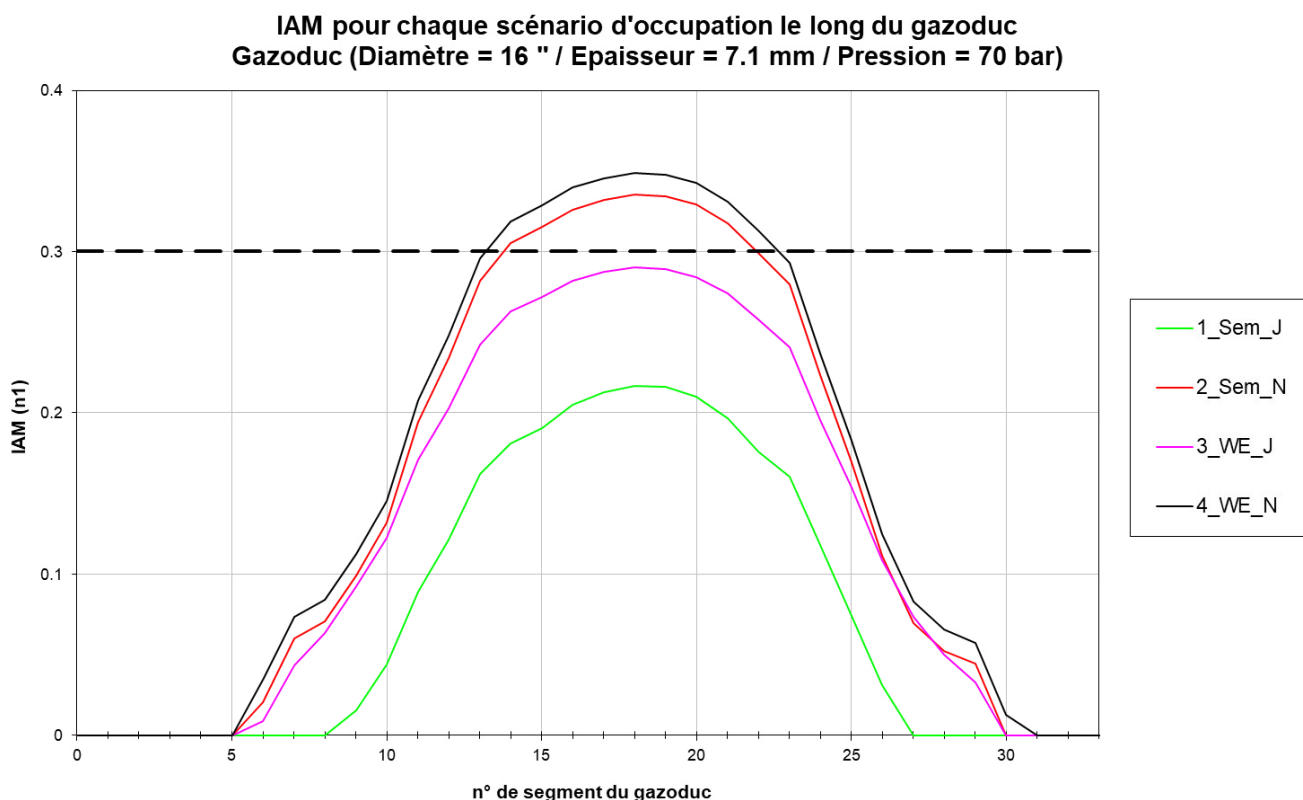


Figure 5 Profil des IAM pour la situation future

Les IAM pour les scénarios de nuit se situent légèrement au-dessus de la limite $IAM_{(n1)} = 0,3$ à partir de laquelle un diagramme probabilités / conséquences (P/C) doit être établi selon l'OPAM.

Un diagramme P/C a été réalisé entre les segments 14 et 23, au droit des IAM les plus élevés.

6. Analyse de risque

L'analyse de risque consiste en la détermination des probabilités d'occurrence des accidents et aboutit à l'établissement d'un ou de plusieurs diagrammes P/C.

L'analyse de risque doit être réalisée par tronçon de 100 m conformément au rapport-cadre. Le diagramme P/C suivant a été réalisé :

- Segments 14 à 23 : Situation future;

Les probabilités de base ainsi que le diagramme P/C sont présentés dans les chapitres suivants.

6.1 Détermination des probabilités de base

Les probabilités ont été définies sur la base des données fournies par le rapport-cadre et sur la base des caractéristiques du gazoduc (cf. chapitre 2.1).

Seule l'éventualité d'une rupture totale est prise en compte car il s'agit du cas majorant. La détermination des facteurs de correction pour les tronçons étudiés, les arbres des causes pour une rupture totale de gazoduc ainsi que les probabilités d'occurrence de chaque accident sont présentés ci-après.

Facteurs de correction	
Facteur de correction (K_{DF})	0.823
Recouvrement (K_U)	0.625 / 0.477 / 0.560 / 0.931 (1.2 m à 2.5 m)
Plaques de protection (K_S)	1
Contrôle du tracé (K_T)	0.7
Zones à bâtir ($K_{B\grave{a}ti}$)	1 - 3
Facteur de correction total (K_{Total})	0.360 / 1.081 / 0.275 / 0.323 / 0.537

Tableau 4 Facteurs de corrections

D'après la carte indicative des dangers naturels du canton de Vaud, le tronçon étudié ne se situe pas dans une zone sujette aux dangers naturels. Le facteur de correction pour les dangers naturels a donc été divisé d'un facteur de 10, conformément au rapport-cadre.

Le schéma ci-après présente les probabilités d'occurrence pour les tronçons étudiés. La fréquence de rupture plus élevée y est représentée.

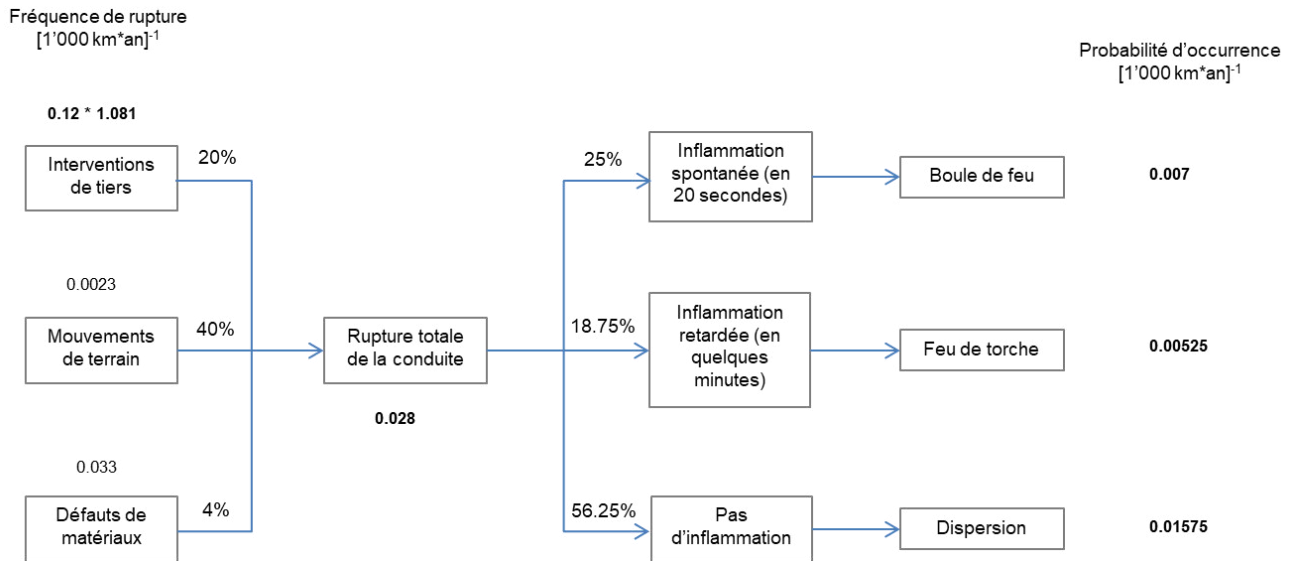


Figure 6 Arbres des causes et probabilité d'occurrence

6.2 Diagramme probabilité/conséquence (P/C)

Étant donné que les IAM calculés pour la situation actuelle sont inférieurs à la limite de 0.3, seul le diagramme probabilité/conséquence pour la situation future a été calculé.

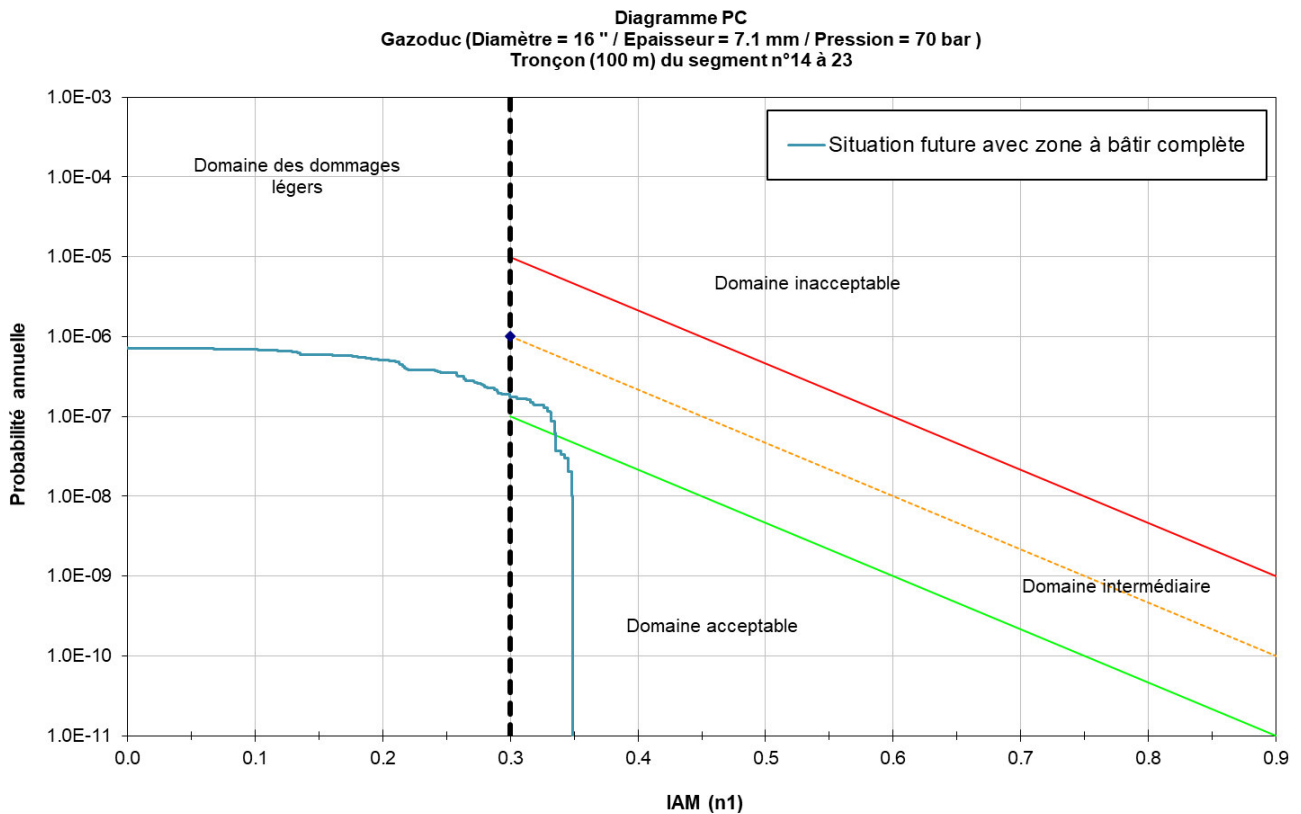


Figure 7 Diagramme P/C entre les segments 14 et 23 pour la situation future

La courbe du risque pour la situation future s'inscrit légèrement dans la partie inférieure du domaine intermédiaire.

6.3 Mesures de sécurité

La courbe du risque pour la situation future se situe dans le domaine intermédiaire en raison de la proximité des habitants à la conduite. La pose de dalles de protection sur environ 50 mètres (segments 15 à 20) est une mesure envisageable qui permettrait de réduire le niveau du risque en faisant diminuer la probabilité d'occurrence d'un accident.

Un diagramme P/C pour la situation future avec pose de dalles de protection entre les segments 15 et 20 a été calculée et est présentée ci-dessous.

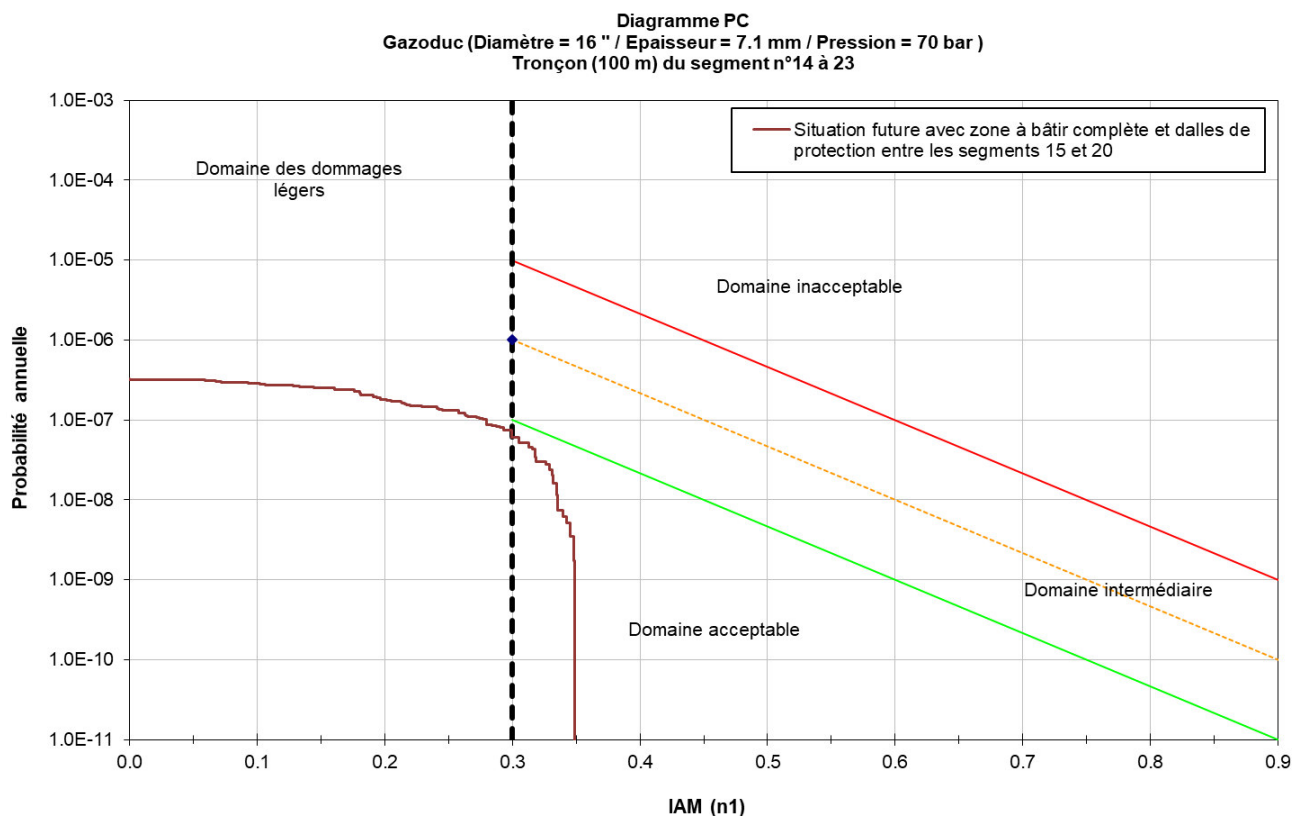


Figure 8 Diagramme P/C entre les segments 14 et 23 pour la situation future avec dalles de protection (segments 15 à 20)

La courbe du risque pour la situation future avec dalles de protection entre les segments 15 et 20 se situe entièrement dans le domaine des risques acceptables. Cette mesure constructive ayant un impact important sur le niveau du risque, une coordination avec le détenteur de la conduite est préconisée.

7. Conclusions

Une conduite de gaz à haute pression traverse le hameau des « Champs Plats » de la commune d'Orzens. Dans le cadre de la révision du Plan d'affectation communal, une analyse de risques selon l'OPAM a été réalisée afin de vérifier si le niveau du risque dans le secteur se maintient dans le niveau acceptable malgré la densification future prévue.

Le risque se situe actuellement dans le domaine des dommages légers car l'occupation des bâtiments est plutôt faible.

Pour évaluer la situation future, une densification des bâtiments actuellement présents dans le secteur a été considérée (13 personnes supplémentaires) ainsi que la densification des zones à bâtir actuellement libres. Les hypothèses qui ont été retenues permettent de calculer une situation de densification du secteur qui reste crédible du point de vue des occupations présentes aujourd'hui.

La courbe P/C pour la situation future avec densification s'inscrit dans la partie inférieure du domaine intermédiaire, ainsi une évaluation du risque avec pose de dalles de protection sur la conduite a été réalisée. Cette mesure de sécurité permet d'abaisser le niveau de risque et porter la courbe dans le domaine des risques acceptables.

Considérant que les zones à bâtir libres auront une utilisation essentiellement résidentielle, en cas de densification supérieure à ce qui est prévu dans l'étude de risque, une analyse de risque détaillée doit être réalisée au moment de la demande de permis de construire.

CSD INGENIEURS SA



Aline Guillaume-Gentil
(Resp. risques industriels)



Matilde Ribolzi
(Chef de projet)

Lausanne, le 31.03.2020

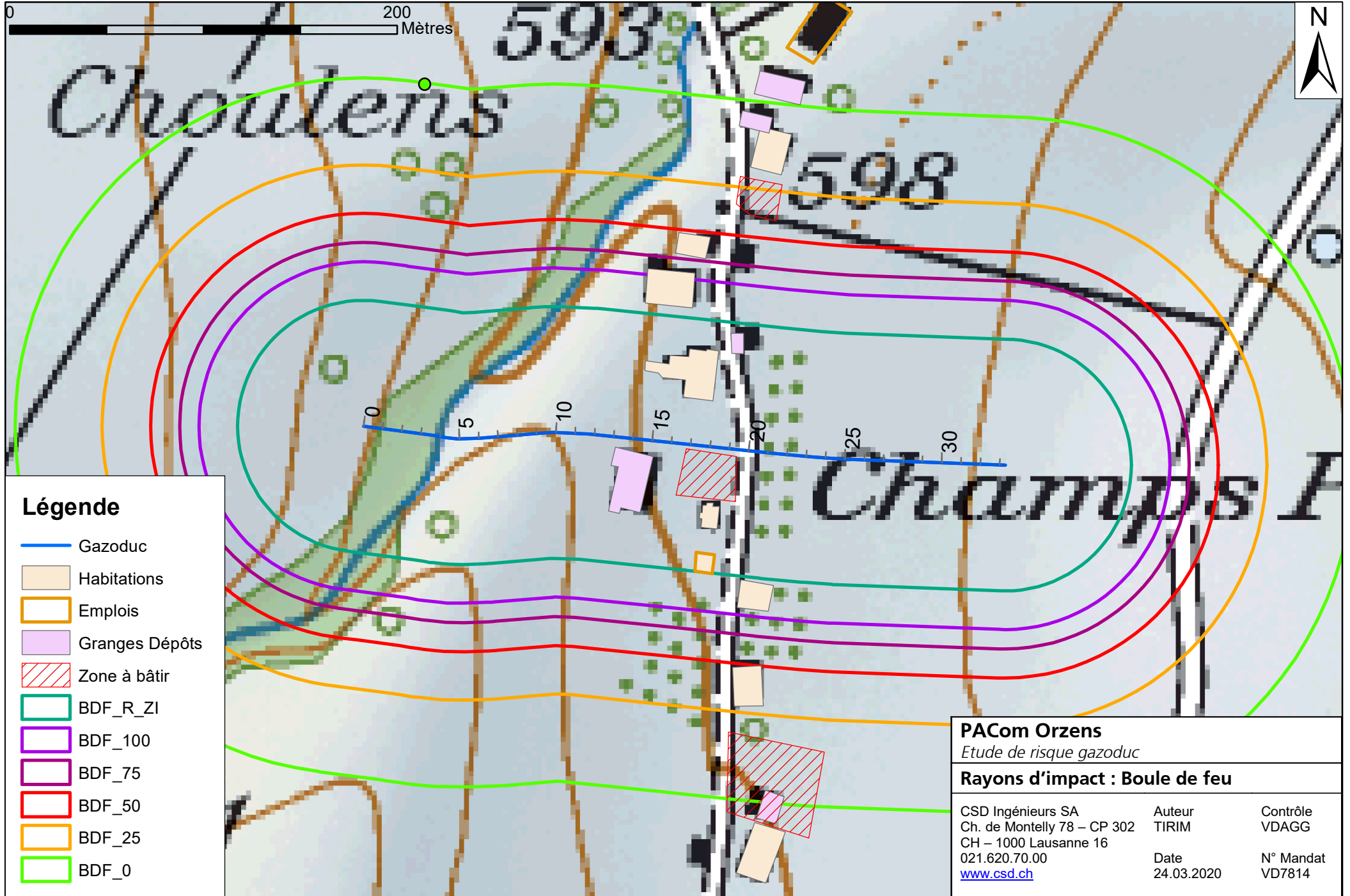
COREFERENT

Aline Guillaume-Gentil (Ingénieure chimiste dipl. EPFL)

https://dialog.csd.ch/projets/VD07814.100/Lists/Documents/CSD/07 Résultats/VD7814_Rapport OPAM.docx

Pour préserver l'environnement, CSD imprime ses documents sur du papier 100 % recyclé (ISO 14001).

ANNEXE A RAYONS D'IMPACT



Légende

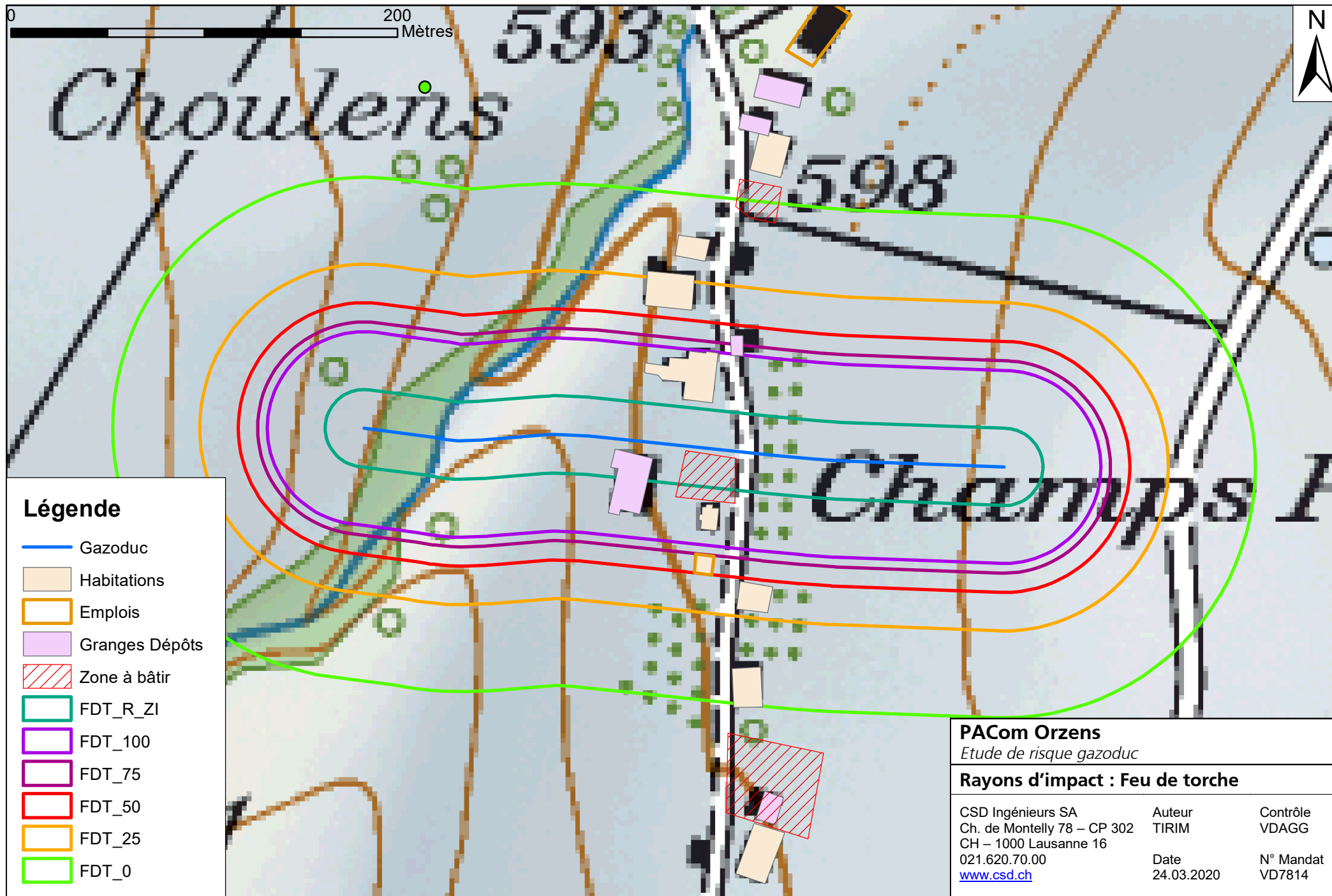
- Gazoduc
- Habitations
- Emplois
- Granges Dépôts
- Zone à bâtir
- BDF_R_ZI
- BDF_100
- BDF_75
- BDF_50
- BDF_25
- BDF_0

PACom Orzens

Etude de risque gazoduc

Rayons d'impact : Boule de feu

CSD Ingénieurs SA Ch. de Montelly 78 – CP 302 CH – 1000 Lausanne 16 021.620.70.00 www.csd.ch	Auteur TIRIM Date 24.03.2020	Contrôle VDAGG N° Mandat VD7814
--	---	--



Légende

- Gazoduc
- Habitations
- Emplois
- Granges Dépôts
- Zone à bâtir
- FDT_R_ZI
- FDT_100
- FDT_75
- FDT_50
- FDT_25
- FDT_0

PACom Orzens

Etude de risque gazoduc

Rayons d'impact : Feu de torche

CSD Ingénieurs SA
 Ch. de Montelly 78 – CP 302
 CH – 1000 Lausanne 16
 021.620.70.00
www.csd.ch

Auteur
 TIRIM
 Date
 24.03.2020

Contrôle
 VDAGG
 N° Mandat
 VD7814

ANNEXE B OCCUPATION

ANNEXE B

Occupation

Habitations			
	Unités de logement	Occupants actuels	Occupants futurs (rapport cadre)
0	2 appart.	4	4
1	1 maison individuelle	2	3
2	1 maison individuelle	0	3
3	1 maison individuelle	1	3
4	2 appart.	3	4
5	1 maison individuelle	0	3
6	1 maison individuelle	4	4
7	1 maison individuelle	2	3
8	2 appart.	2	4

Emplois		
	Type d'emploi	Nombre d'employés
3	Administration	1 (même personne que habitant)

Zone à bâtir		
	Typologie	Nombre d'occupants futurs
0	Habitation	3
1	Habitation	3
2	Habitation	6

Scénarios d'occupation

n°	Description	Durée (h)	Fraction
1	1_Sem_J	8.57	0.357
2	2_Sem_N	8.57	0.357
3	3_WE_J	3.43	0.143
4	4_WE_N	3.43	0.143
	Total	24	1