

SOUTENANCE DE STAGE

Master 1
Géographie, Aménagement, Environnement, Développement
parcours Eau et Territoires



Étude des embâcles dans la dynamique fluviale et leurs impacts sur le risque inondation sur le bassin du Cher Sauvage

 **PERTHUIS Thomas**

2024-2025

Sous la direction de :

HENRY Stéphane : maître de stage, Syndicat Mixte Intercommunal du Bassin du Cher Sauvage

BARTOUT Pascal : tuteur de stage, Université d'Orléans

Introduction

I

Contexte de l'étude

Localisation

Implication du SMIBCS

Définitions, Rôles des embâcles

Contexte territorial, Eléments de perturbation

II

Travail réalisé

Synthèse du diagnostic territorial

Protocole de relevés d'embâcles

III

Résultats

Segmentation du linéaire

Résultats bruts

Résultats suivant la typologie

Conclusion

PROBLÉMATIQUE

Quels rôles jouent les embâcles dans la dynamique fluviale naturelle du Cher Sauvage, et comment concilier leurs fonctions écologiques avec les enjeux de protection contre les inondations ?

LES OBJECTIFS

- 
- 
- * Recueillir des éléments sur les embâcles, le Cher et le Cher Sauvage
 - * Evaluer et quantifier les embâcles sur l'ensemble du linéaire
 - * Dresser des cartes des positions et dynamiques des embâcles
 - * Orienter des opérations afin de limiter les risques d'inondation



Région Centre-Val de Loire

Départements :

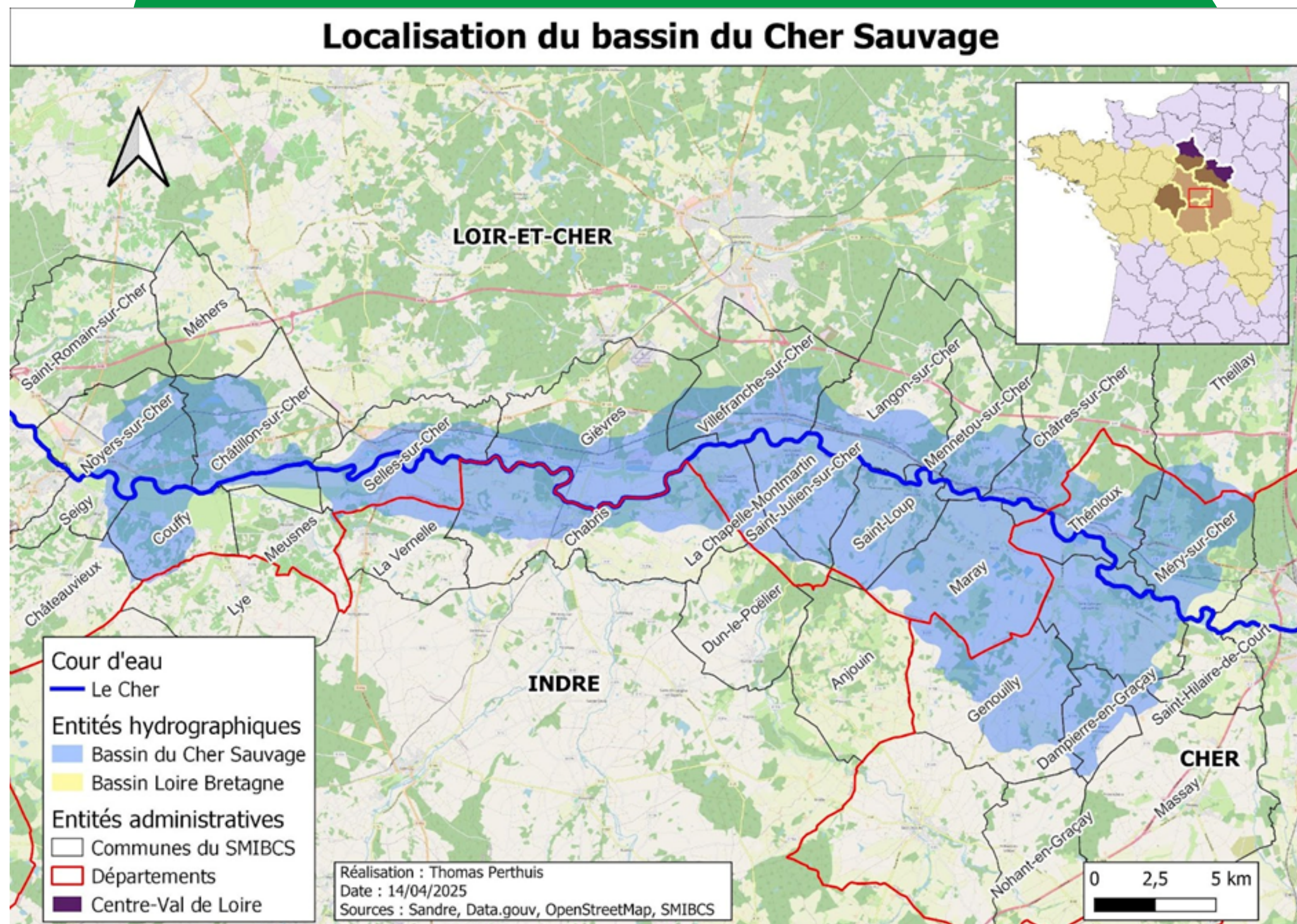
- le Cher (18)
- l'Indre (36)
- le Loir-et-Cher (41)



Agence de l'eau Loire-Bretagne

SAGE Cher Aval

Bassin du Cher Sauvage



D Implication du SMIBCS

Syndicat Mixte
Interdépartemental du Bassin
du Cher Sauvage

05



*S.M.I. du Bassin
du Cher Sauvage*

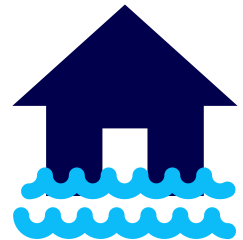
→ Mission

Agir sur le bassin du Cher Sauvage
dans le cadre de **l'exercice de la compétence GEMAPI**

→ Objectifs



Préservation et restauration du bon
fonctionnement des **milieux aquatiques**

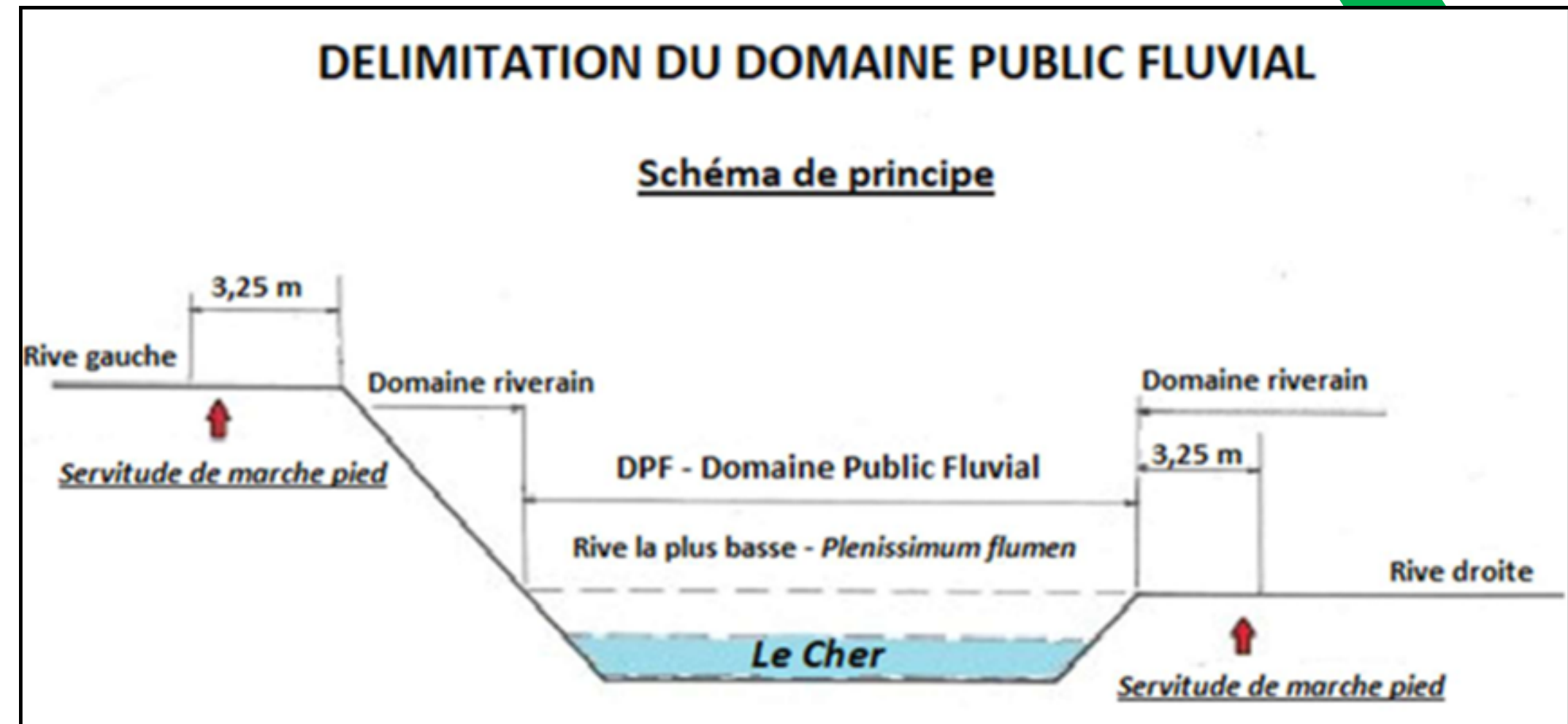


Prévention et protection des enjeux
humains contre les **inondations**

→ Territoire

≈ 297 km²

4 Communautés de Communes



EMBÂCLE

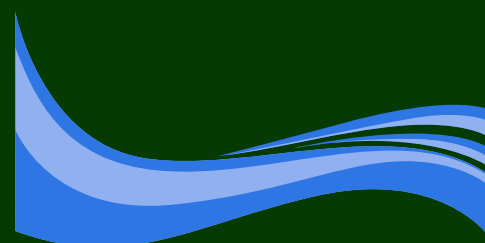
???



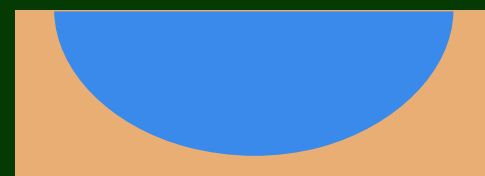
**Accumulation hétérogène
de bois mort**



**Principalement en
provenance de la ripisylve**



**Façonnée par les écoulements
(hautes eaux / zones lenticques)**



Entravant plus ou moins le lit mineur



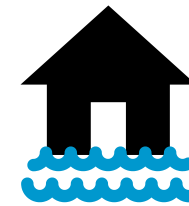
RÔLES DES EMBÂCLES ^{???}

Intérêts écologiques



Rôle hydraulique

Diversification des faciès d'écoulement



Risque inondation

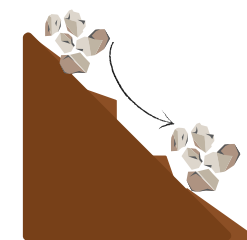
Débordement de l'eau dans des zones vulnérables

Effet de "vague" = stockage puis rupture



Rôle hydromorphologique

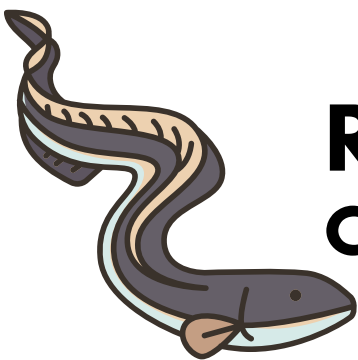
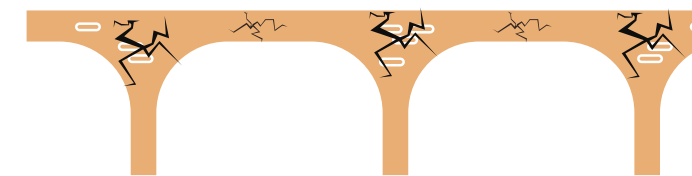
Diversification des formes du lit et des berges, équilibre sédimentaire



Risque d'érosion / structurel

Amplifier l'érosion ou l'affouillement (berges en zone urbaine, pont)

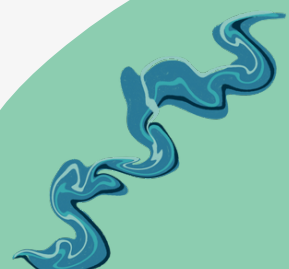
Déstabilisation d'ouvrages liée à son blocage et à la pression hydraulique (piles de ponts, seuils,..)



Rôle biologique

Création d'habitats diversifiés

**Mérinchal (Creuse)
- Villandry
(Indre-et-Loire)**



350 km

14 000 km²



**Rivière à
méandres**

**Régime plutôt
irrégulier,
immodéré,
type pluvio-évaporal**

**Passé
anthropique
marqué**

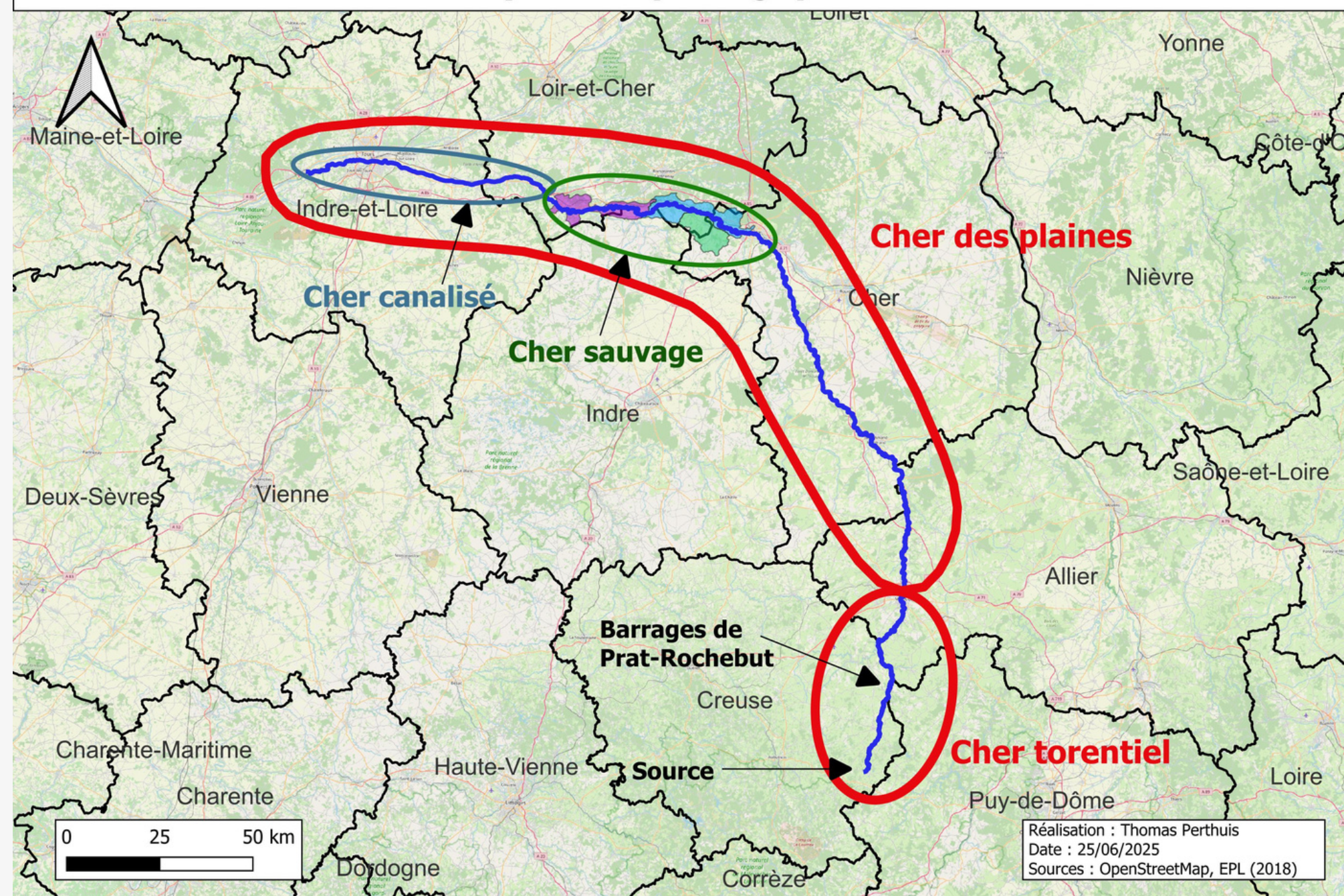
barrages

carrières

en partie canalisé



Unités hydromorphologiques du Cher



**Peu de connaissances sur la dynamique
naturelle des embâcles de l'hydrosystème**

Différents tronçons de Cher hétérogènes

Entité hydrographique relativement préservée des aménagements anthropiques

Spécificités locales

Prédispositions aux embâcles

Peu en
provenance
d'affluent

Faibles pentes

Secteur agricole

Villes en rive du Cher

Maîtrise des crues vers
zones agricoles via SE

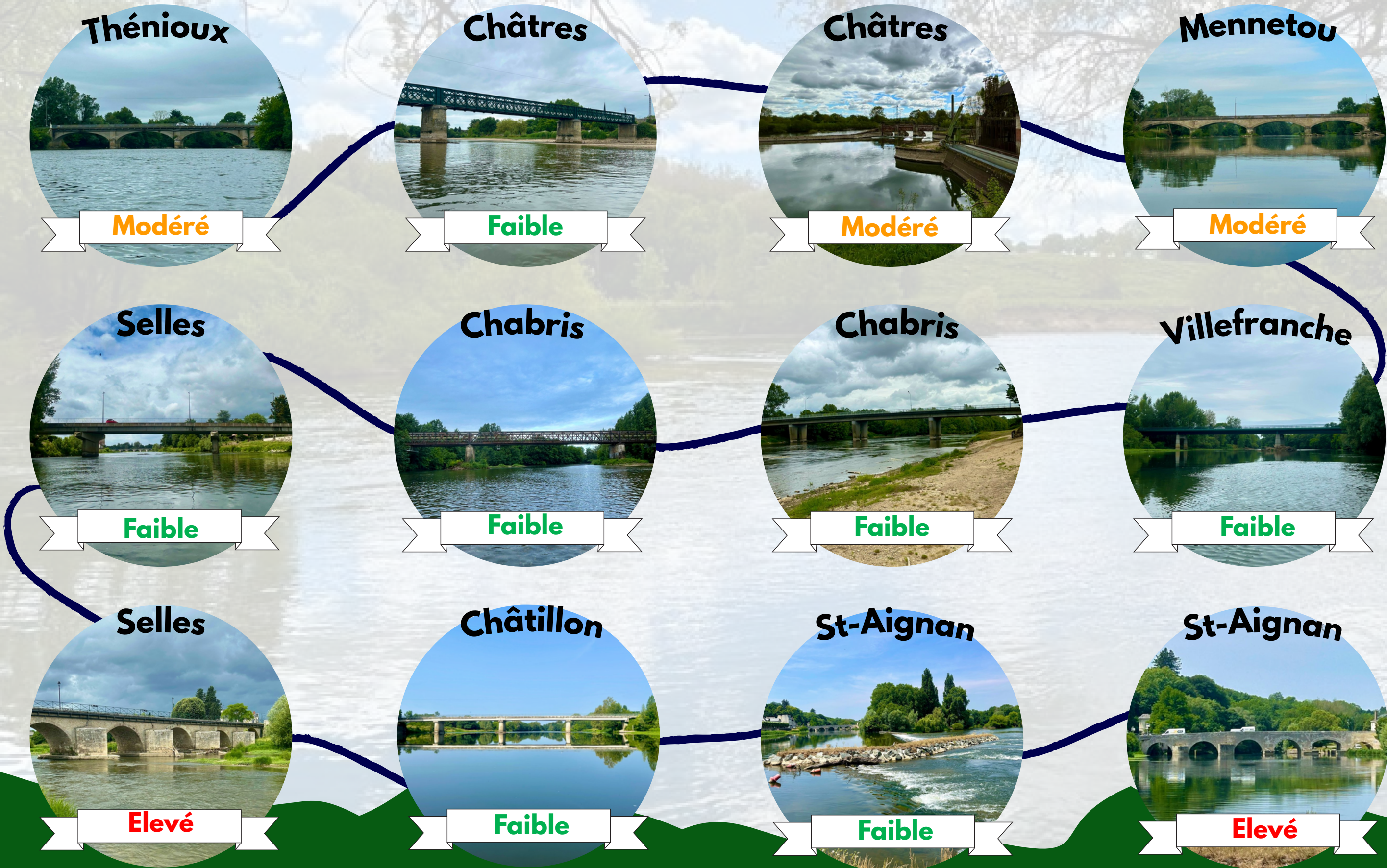
Déséquilibres écologiques et anthropiques

Castor

Ripisylve dégradée

Ouvrages d'art

- ouvrages de franchissement
- ouvrages hydrauliques



Recueil du nombre de voûtes

Recueil des dimensions

Calcul de l'ouverture moyenne

Probabilité de formation d'embâcles
 $P = L_{bf} / L_o$

avec
 L_{bf} = longueur du bois flottant = 10
 L_o = largeur moyenne d'ouverture

Faible : $< 0,5$

Modéré : $[0,5-1 [$

Elevé : ≥ 1

1

Segmentation selon les enjeux

Choix des ouvrages d'art

Caractérisation des tronçons

Calcul des distances amonts
->5000 m

Morphologie	Lit unique stable						Lit divaguant ou en tresses
Longueur flottant	Bois flottants courts (Longueur < 0.5 largeur chenal)			Bois flottants moyens et plus longs (Longueur >0.5 largeur chenal)			
Sinuosité	Rectiligne <1.05	Sinueux 1.05–1.5	Méandreux >1.5	Rectiligne <1.05	Sinueux 1.05 – 1.5	Méandreux >1.5	
Largeur chenal	Distance de transport type des bois flottant						
0-2 m	500 m	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m	>> 5000 m (non limitée)
3-5 m	2000 m	1000 m	500 m	800 m	400 m		
6-12 m	2000 m	1000 m	500 m	800 m	400 m	200 m	
13-20 m	3000 m	2000 m	1000 m	2000 m	1000 m	500 m	
>20 m	>> 5000 m (non limitée)						

2

Qualification des embâcles et éléments à surveiller

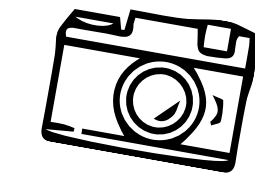
Création de formulaires QFIELD

Prospection en canoë

Chargement des résultats sur QGIS



- Mobilité :**
- Mobilisable
 - Fixe



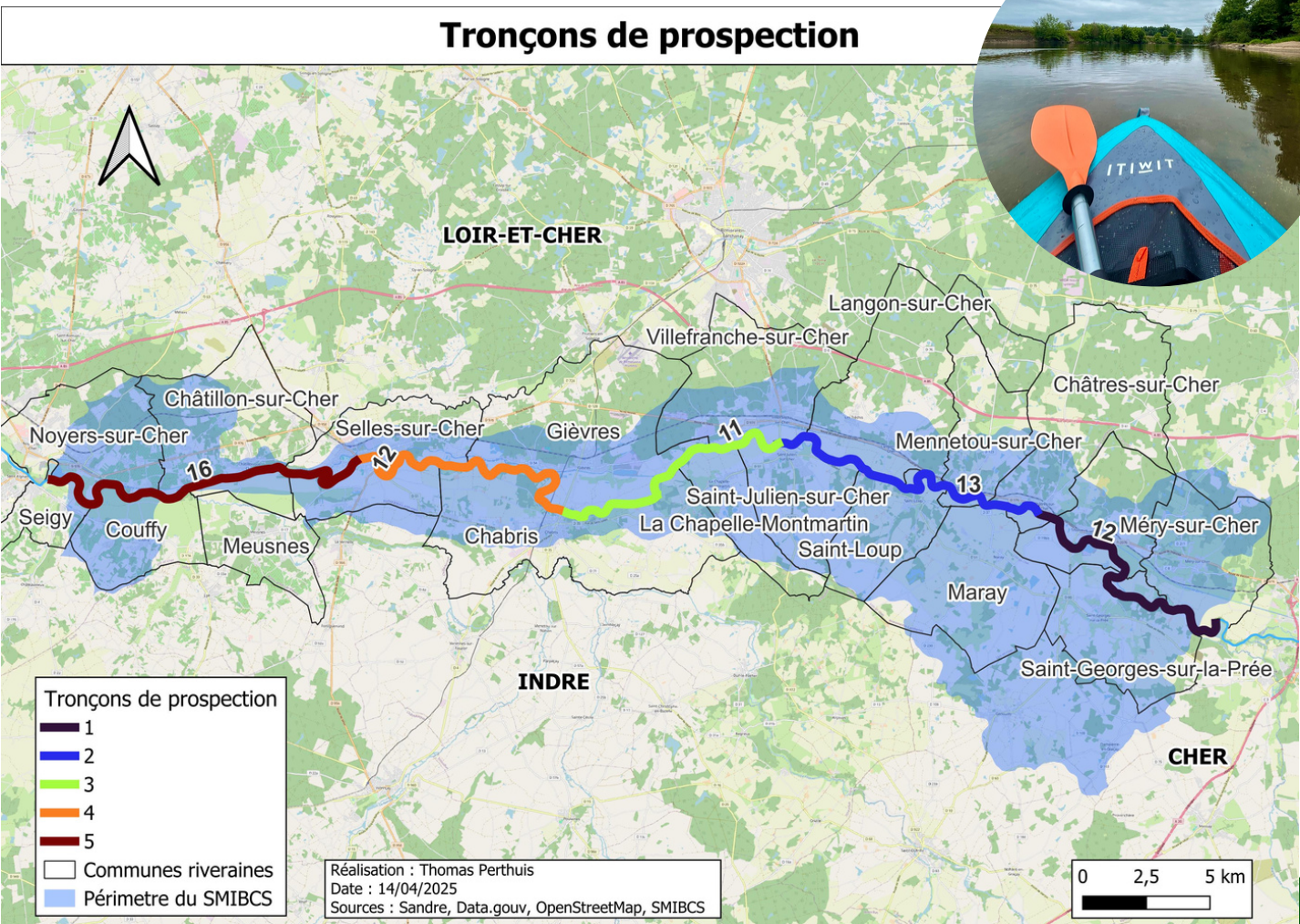
- Diamètre :**
- 10-30 cm
 - 30-60 cm
 - > 60 cm

- Volume :**
- < 1 m³
 - 1-5 m³
 - 6-10 m³
 - 11-20 m³
 - > 20 m³



- Type:**
- Arbres

- Volume :**
- < 1 m³
 - 1-5 m³
 - 6-10 m³
 - 11-20 m³
 - > 20 m³

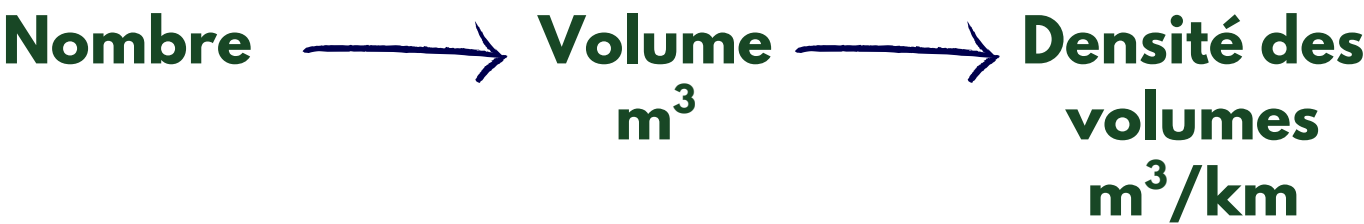


3

Modélisation sur QGIS et Excel

Modélisation des entités

Modélisation des dimensions des éléments



4

Détermination du rôle des embâcles et scores par tronçon

Catégorisation des entités suivant le tronçon à enjeu

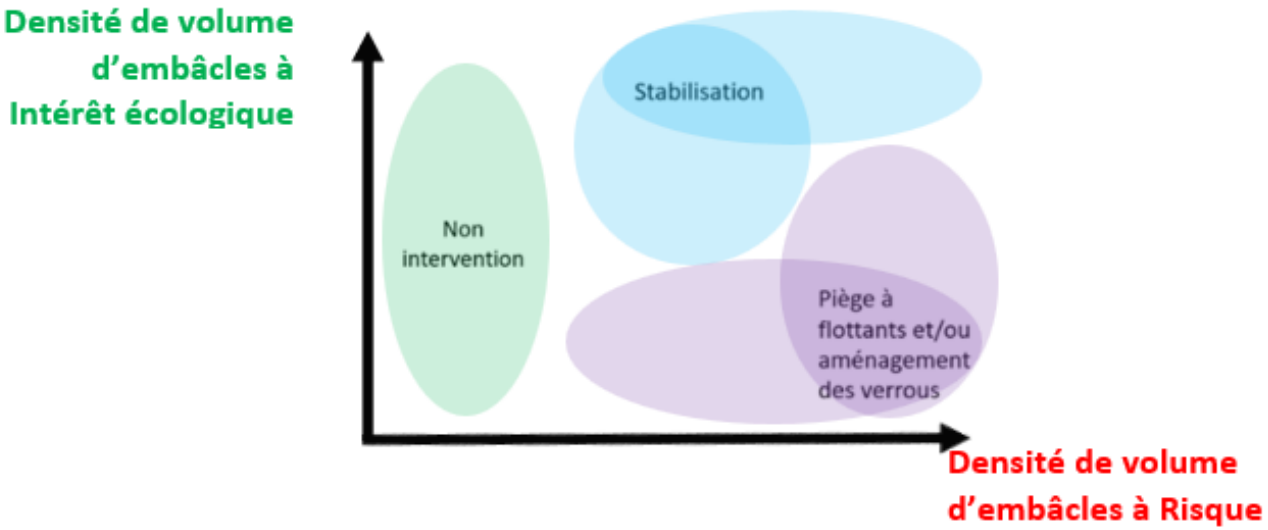
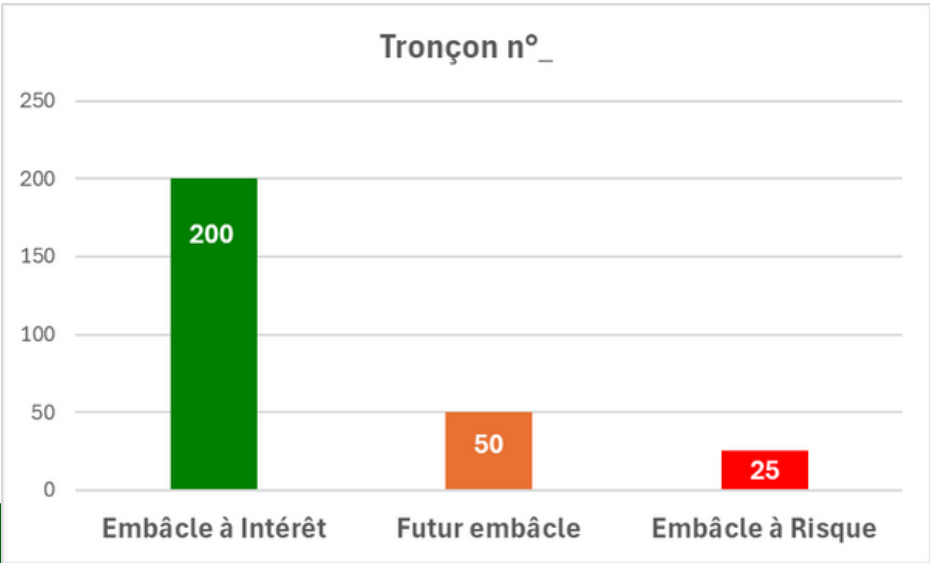
Calcul des densités de volumes

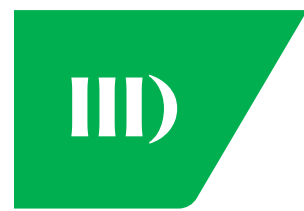
Hierarchisation des tronçons

Projection d'actions

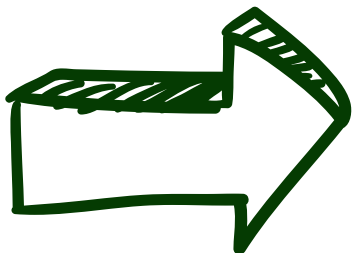
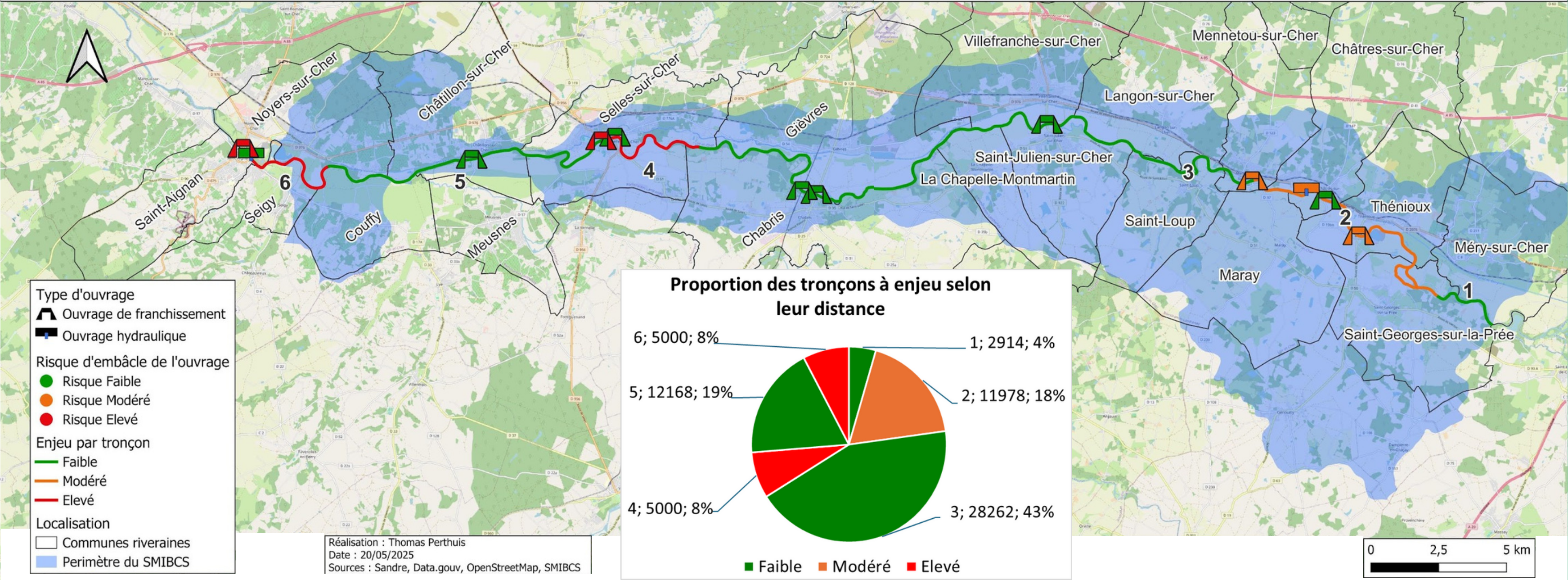
Typologie des embâcles	Faible	Modéré	Elevé
Mobilisable*	Embâcle à Intérêt	Embâcle à Risque	Embâcle à Risque
Fixe*	Embâcle à Intérêt	Embâcle à Intérêt	Embâcle à Intérêt
	Futur embâcle	Futur embâcle	Futur embâcle

Embâcle au droit d'un ouvrage
= Embâcle à Risque *





Segmentation du linéaire en tronçons à enjeux



6 Tronçons à enjeux

3 tronçons à enjeu faible (n°1, 3 et 5) = 43 344 m soit 66 % du linéaire
1 tronçon à enjeu modéré (n°2) = 11 978 m soit 18 % du linéaire
2 tronçons à enjeu élevé (n°4 et 6) = 10 000 m soit 16 % du linéaire



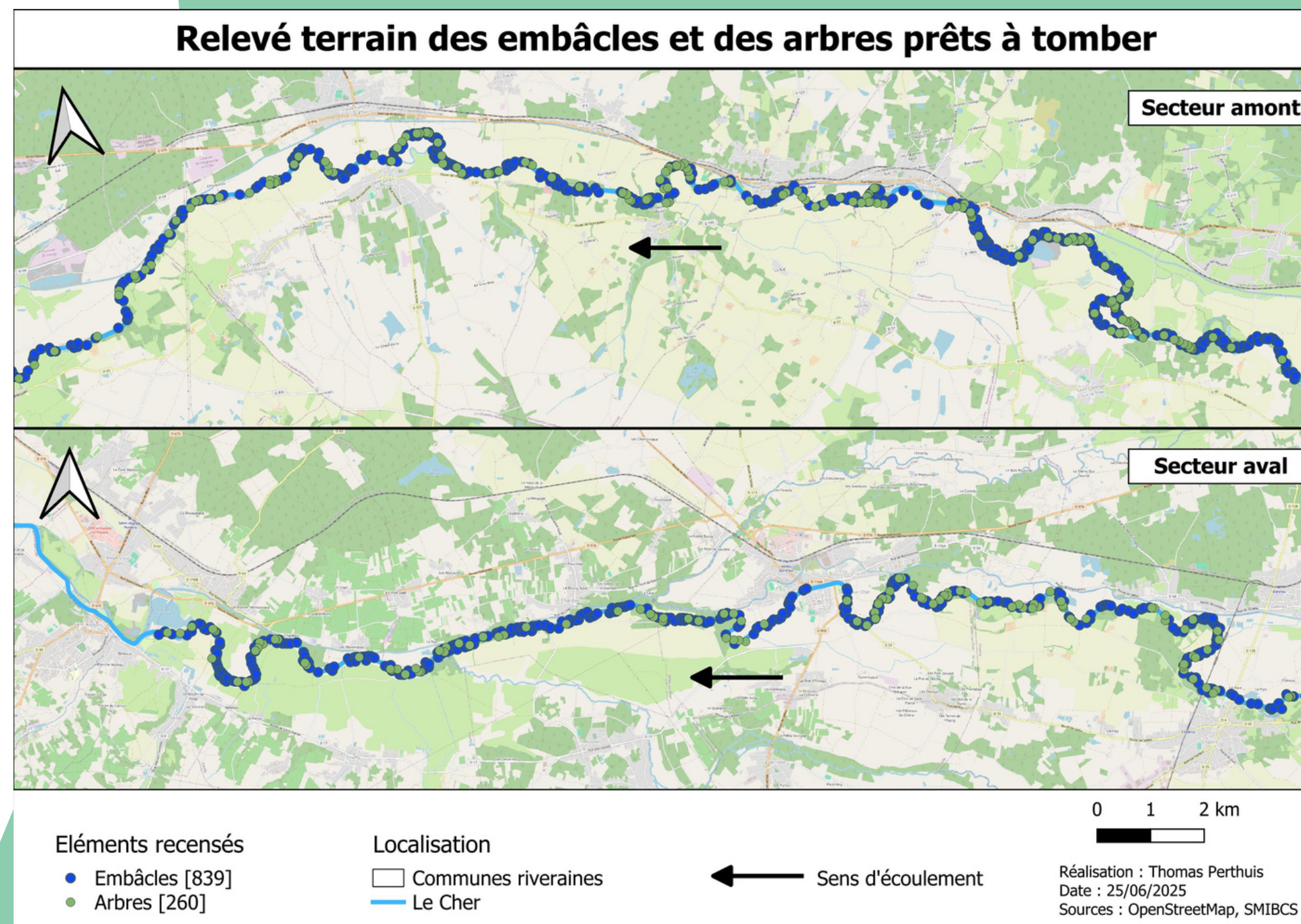
Répartition des éléments relevés

* 839 Embâcles

* 260 Arbres

* 1 099 éléments recensés

↪ environ 17 éléments/km de rivière

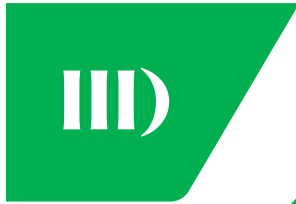


Répartition des embâcles et des arbres selon leurs caractéristiques



Cher Sauvage

Cher Sauvage	Synthèse quantitative des embâcles et arbres selon leurs caractéristiques																	
	<1 m³			1-5 m³			6-10 m³			11-20 m³			>20 m³			Total du territoire		
Indicateurs	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Embâcles	261	261	4	394	1970	30	107	1070	16	67	1340	21	10	720	11	839	5361	82
Embâcles Mobilisables	218	218	3	297	1485	23	77	770	12	40	800	12	3	100	2	635	3373	52
10-30 cm	204	204	3	177	885	14	11	110	2	2	40	1	0	0	0	394	1239	19
30-60 cm	12	12	0	103	515	8	52	520	8	17	340	5	1	30	0	185	1417	22
>60 cm	2	2	0	17	85	1	14	140	2	21	420	6	2	70	1	56	717	11
Embâcles Fixes	43	43	1	97	485	7	30	300	5	27	540	8	7	620	9	204	1988	30
10-30 cm	33	33	1	41	205	3	5	50	1	2	40	1	0	0	0	81	328	5
30-60 cm	9	9	0	44	220	3	17	170	3	14	280	4	2	130	2	86	809	12
>60 cm	1	1	0	12	60	1	8	80	1	11	220	3	5	490	8	37	851	13
Arbres	48	48	1	158	790	12	34	340	5	11	220	3	9	540	8	260	1938	30
Total	309	309	5	552	2760	42	141	1410	22	78	1560	24	19	1260	19	1099	7299	112



Résultats bruts

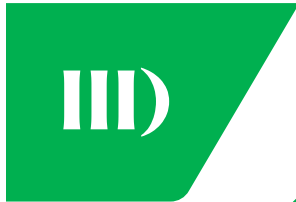
Répartition des embâcles et des arbres selon leurs caractéristiques



Tronçon 1

Tronçon 1	Synthèse quantitative des embâcles et arbres selon leurs caractéristiques															Total du territoire		
	<1 m³			1-5 m³			6-10 m³			11-20 m³			>20 m³			Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Indicateurs	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)			
Embâcles recensés	7	7	2	21	105	36	18	180	62	14	280	96	2	130	45	62	702	241
Embâcles Mobilisables	5	5	2	10	50	17	8	80	27	8	160	55	1	30	10	32	325	112
10-30 cm	4	4	1	8	40	14	2	20	7	2	40	14	0	0	0	16	104	36
30-60 cm	1	1	0	2	10	3	6	60	21	6	120	41	0	0	0	15	191	66
>60 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30	10	1	30	10
Embâcles Fixes	2	2	1	11	55	19	10	100	34	6	120	41	1	100	34	30	377	129
10-30 cm	2	2	1	4	20	7	3	30	10	1	20	7	0	0	0	10	72	25
30-60 cm	0	0	0	7	35	12	6	60	21	5	100	34	0	0	0	18	195	67
>60 cm	0	0	0	0	0	0	1	10	3	0	0	0	1	100	34	2	110	38
Arbres	3	3	1	6	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	33	11
Total	10	10	3	27	135	46	18	180	62	14	280	96	2	130	45	71	735	252





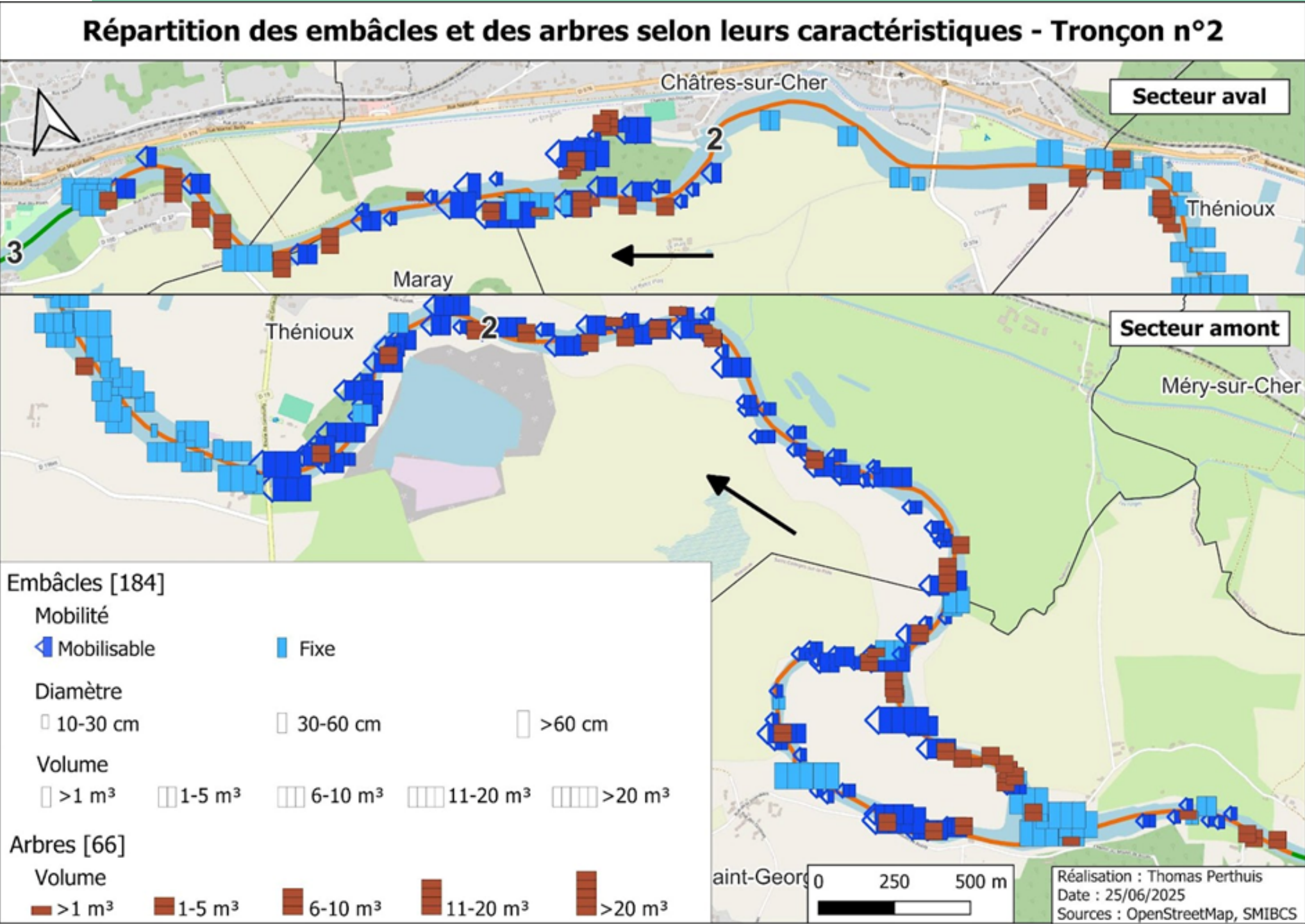
Résultats bruts

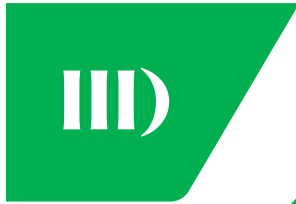
Répartition des embâcles et des arbres selon leurs caractéristiques



Tronçon 2

Tronçon 2	Synthèse quantitative des embâcles et arbres selon leurs caractéristiques															Total du territoire		
	<1 m³			1-5 m³			6-10 m³			11-20 m³			>20 m³			Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Indicateurs	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)			
Embâcles recensés	41	41	3	96	480	40	24	240	20	21	420	35	2	60	5	184	1241	104
Embâcles Mobilisables	35	35	3	66	330	28	12	120	10	10	200	17	0	0	0	123	685	57
10-30 cm	31	31	3	33	165	14	2	20	2	0	0	0	0	0	0	66	216	18
30-60 cm	3	3	0	30	150	13	7	70	6	6	120	10	0	0	0	46	343	29
>60 cm	1	1	0	3	15	1	3	30	3	4	80	7	0	0	0	11	126	11
Embâcles Fixes	6	6	1	30	150	13	12	120	10	11	220	18	2	60	5	61	556	46
10-30 cm	3	3	0	4	20	2	1	10	1	1	20	2	0	0	0	9	53	4
30-60 cm	2	2	0	19	95	8	6	60	5	5	100	8	0	0	0	32	257	21
>60 cm	1	1	0	7	35	3	5	50	4	5	100	8	2	60	5	20	246	21
Arbres	14	14	1	42	210	18	7	70	6	3	60	5	0	0	0	66	354	30
Total	55	55	5	138	690	58	31	310	26	24	480	40	2	60	5	250	1595	133





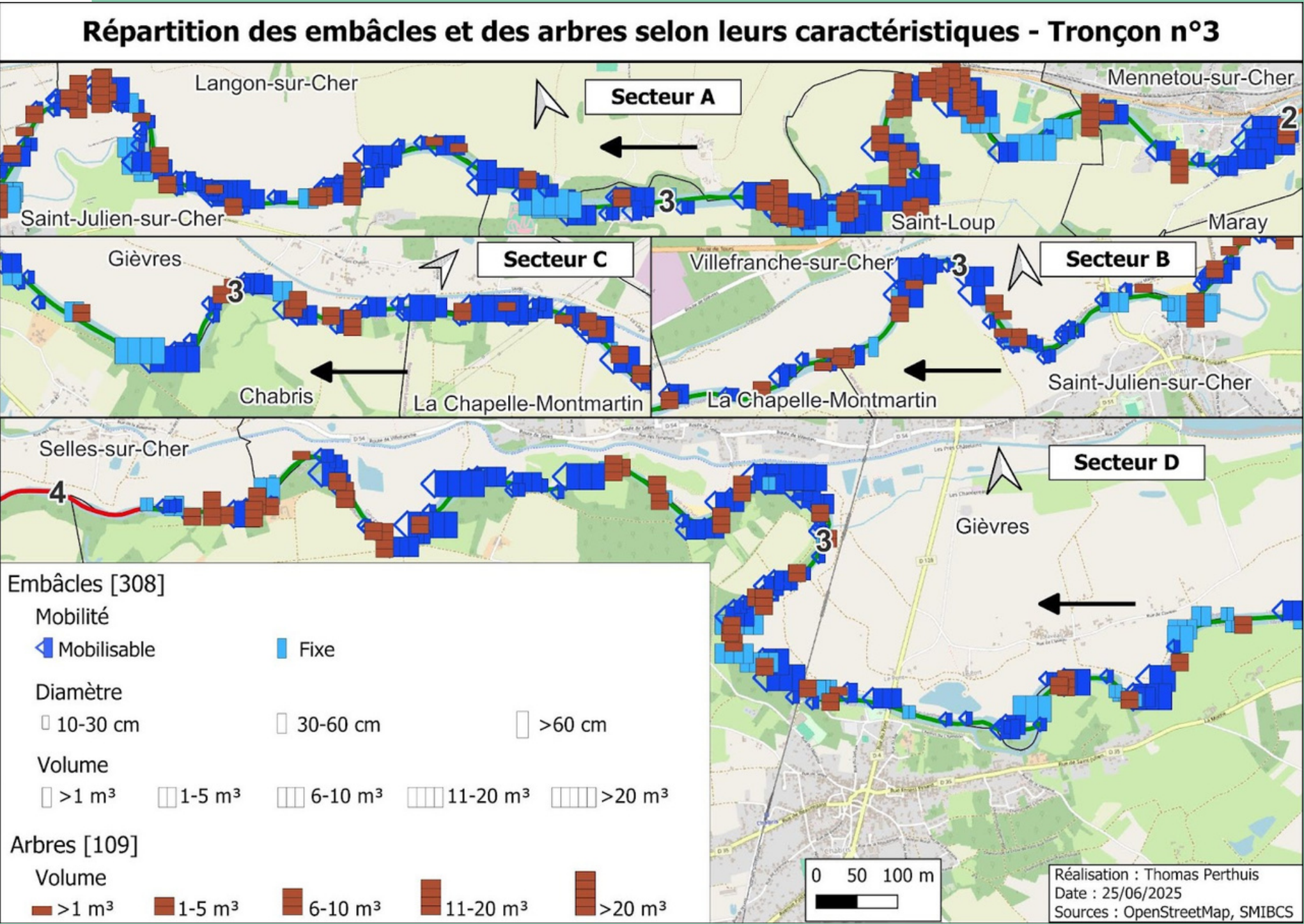
Résultats bruts

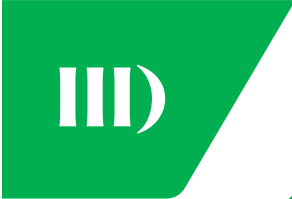
Répartition des embâcles et des arbres selon leurs caractéristiques



Tronçon 3

Tronçon 3	Synthèse quantitative des embâcles et arbres selon leurs caractéristiques															Total du territoire		
	<1 m³			1-5 m³			6-10 m³			11-20 m³			>20 m³			Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Indicateurs	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)			
Embâcles recensés	116	116	4	129	645	23	33	330	12	29	580	21	1	30	1	308	1701	60
Embâcles Mobilisables	101	101	4	101	505	18	27	270	10	19	380	13	0	0	0	248	1256	44
10-30 cm	94	94	3	41	205	7	1	10	0	0	0	0	0	0	0	136	309	11
30-60 cm	6	6	0	49	245	9	17	170	6	4	80	3	0	0	0	76	501	18
>60 cm	1	1	0	11	55	2	9	90	3	15	300	11	0	0	0	36	446	16
Embâcles Fixes	15	15	1	28	140	5	6	60	2	10	200	7	1	30	1	60	445	16
10-30 cm	11	11	0	12	60	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	71	3
30-60 cm	4	4	0	13	65	2	5	50	2	4	80	3	1	30	1	27	229	8
>60 cm	0	0	0	3	15	1	1	10	0	6	120	4	0	0	0	10	145	5
Arbres	19	19	1	57	285	10	18	180	6	6	120	4	9	540	19	109	1144	40
Total	135	135	5	186	930	33	51	510	18	35	700	25	10	570	20	417	2845	101





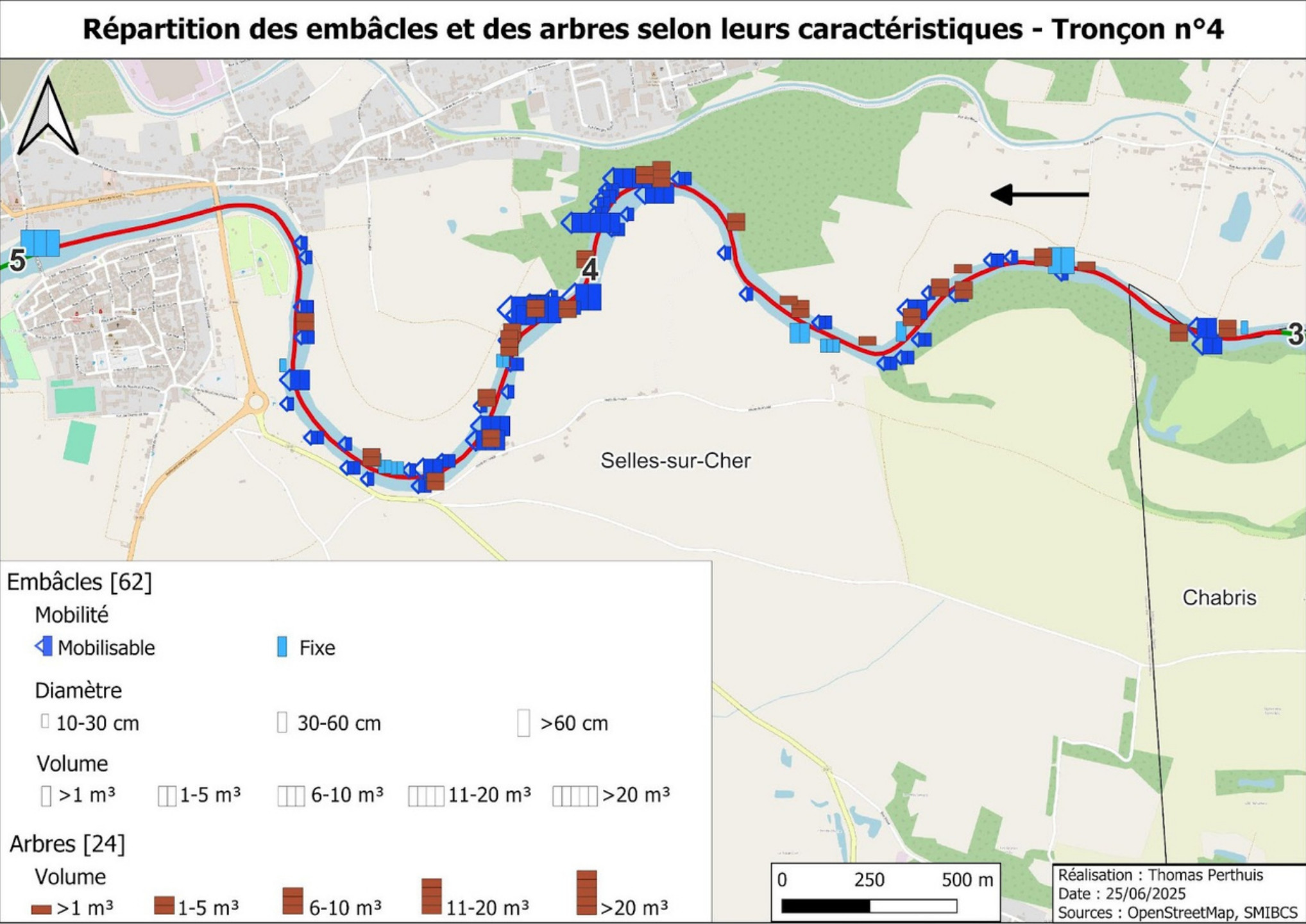
Résultats bruts

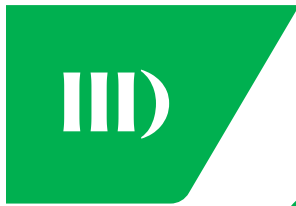
Répartition des embâcles et des arbres selon leurs caractéristiques



Tronçon 4

Tronçon 4	Synthèse quantitative des embâcles et arbres selon leurs caractéristiques															Total du territoire		
	<1 m³			1-5 m³			6-10 m³			11-20 m³			>20 m³			Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Indicateurs	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)			
Embâcles recensés	18	18	4	36	180	36	5	50	10	2	40	8	1	30	6	62	318	64
Embâcles Mobilisables	15	15	3	30	150	30	3	30	6	2	40	8	1	30	6	51	265	53
10-30 cm	15	15	3	22	110	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	125	25
30-60 cm	0	0	0	7	35	7	3	30	6	1	20	4	1	30	6	12	115	23
>60 cm	0	0	0	1	5	1	0	0	0	1	20	4	0	0	0	2	25	5
Embâcles Fixes	3	3	1	6	30	6	2	20	4	0	0	0	0	0	0	11	53	11
10-30 cm	2	2	0	4	20	4	1	10	2	0	0	0	0	0	0	7	32	6
30-60 cm	1	1	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	1
>60 cm	0	0	0	1	5	1	1	10	2	0	0	0	0	0	0	2	15	3
Arbres	4	4	1	18	90	18	2	20	4	0	0	0	0	0	0	24	114	23
Total	22	22	4	54	270	54	7	70	14	2	40	8	1	30	6	86	432	86





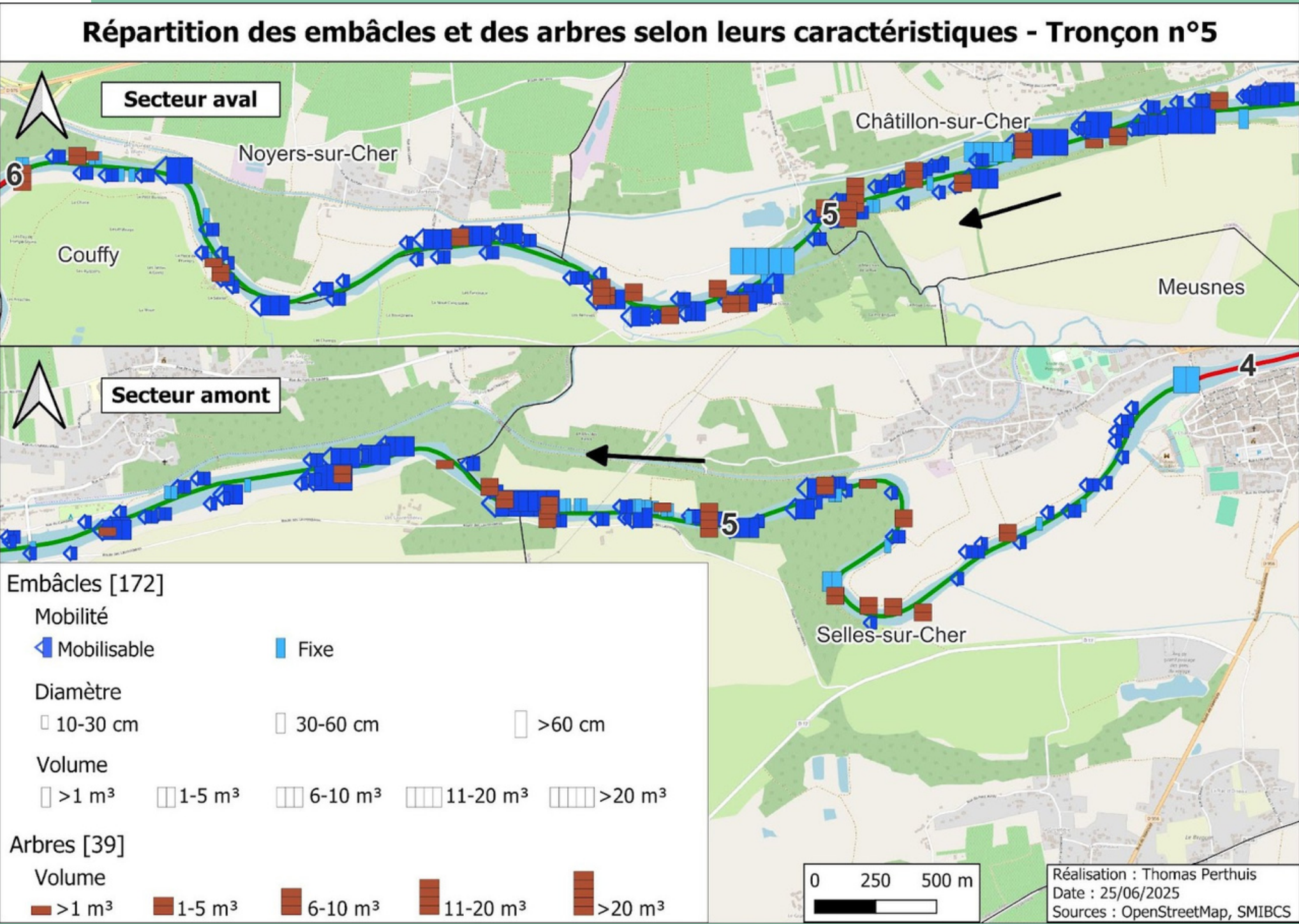
Résultats bruts

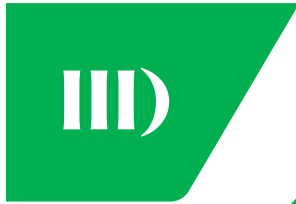
Répartition des embâcles et des arbres selon leurs caractéristiques



Tronçon 5

Tronçon 5	Synthèse quantitative des embâcles et arbres selon leurs caractéristiques															Total du territoire		
	<1 m³			1-5 m³			6-10 m³			11-20 m³			>20 m³			Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Indicateurs	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)			
Embâcles recensés	65	65	5	80	400	33	23	230	19	1	20	2	3	440	36	172	1155	95
Embâcles Mobilisables	49	49	4	64	320	26	23	230	19	1	20	2	1	40	3	138	659	54
10-30 cm	47	47	4	54	270	22	4	40	3	0	0	0	0	0	0	105	357	29
30-60 cm	2	2	0	8	40	3	17	170	14	0	0	0	0	0	0	27	212	17
>60 cm	0	0	0	2	10	1	2	20	2	1	20	2	1	40	3	6	90	7
Embâcles Fixes	16	16	1	16	80	7	0	0	0	0	0	0	2	400	33	34	496	41
10-30 cm	15	15	1	13	65	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	80	7
30-60 cm	1	1	0	2	10	1	0	0	0	0	0	0	1	100	8	4	111	9
>60 cm	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	1	300	25	2	305	25
Arbres	7	7	1	25	125	10	5	50	4	2	40	3	0	0	0	39	222	18
Total	72	72	6	105	525	43	28	280	23	3	60	5	3	440	36	211	1377	113





Résultats bruts

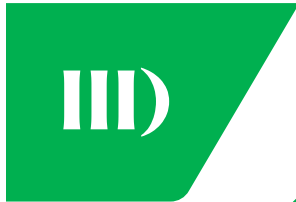
Répartition des embâcles et des arbres selon leurs caractéristiques



Tronçon 6

Tronçon 6	Synthèse quantitative des embâcles et arbres selon leurs caractéristiques															Total du territoire		
	<1 m³			1-5 m³			6-10 m³			11-20 m³			>20 m³			Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Indicateurs	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)	Nb	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)			
Embâcles recensés	14	14	3	32	160	32	4	40	8	0	0	0	1	30	6	51	244	49
Embâcles Mobilisables	13	13	3	26	130	26	4	40	8	0	0	0	0	0	0	43	183	37
10-30 cm	13	13	3	19	95	19	2	20	4	0	0	0	0	0	0	34	128	26
30-60 cm	0	0	0	7	35	7	2	20	4	0	0	0	0	0	0	9	55	11
>60 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embâcles Fixes	1	1	0	6	30	6	0	0	0	0	0	0	1	30	6	8	61	12
10-30 cm	0	0	0	4	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	20	4
30-60 cm	1	1	0	2	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	2
>60 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30	6	1	30	6
Arbres	1	1	0	10	50	10	2	20	4	0	0	0	0	0	0	13	71	14
Total	15	15	3	42	210	42	6	60	12	0	0	0	1	30	6	64	315	63





Résultats suivant la typologie

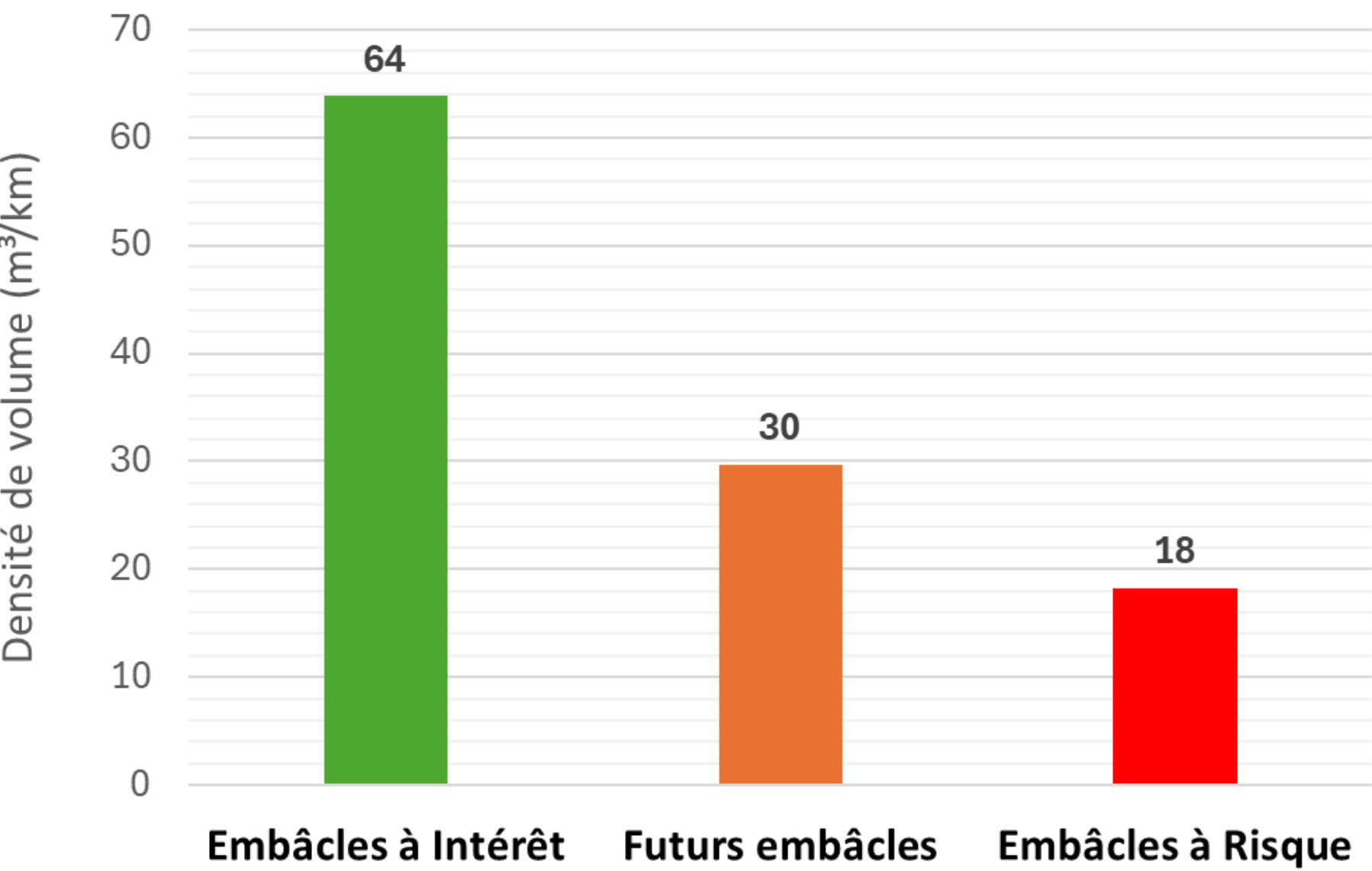


Rôle des embâcles et des arbres

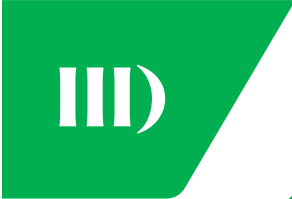


Cher Sauvage

Typologie du Cher Sauvage



Cher Sauvage	Nombre	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Embâcles à Intérêt	614	4170	64
Futurs embâcles	260	1938	30
Embâcles à Risque	225	1191	18

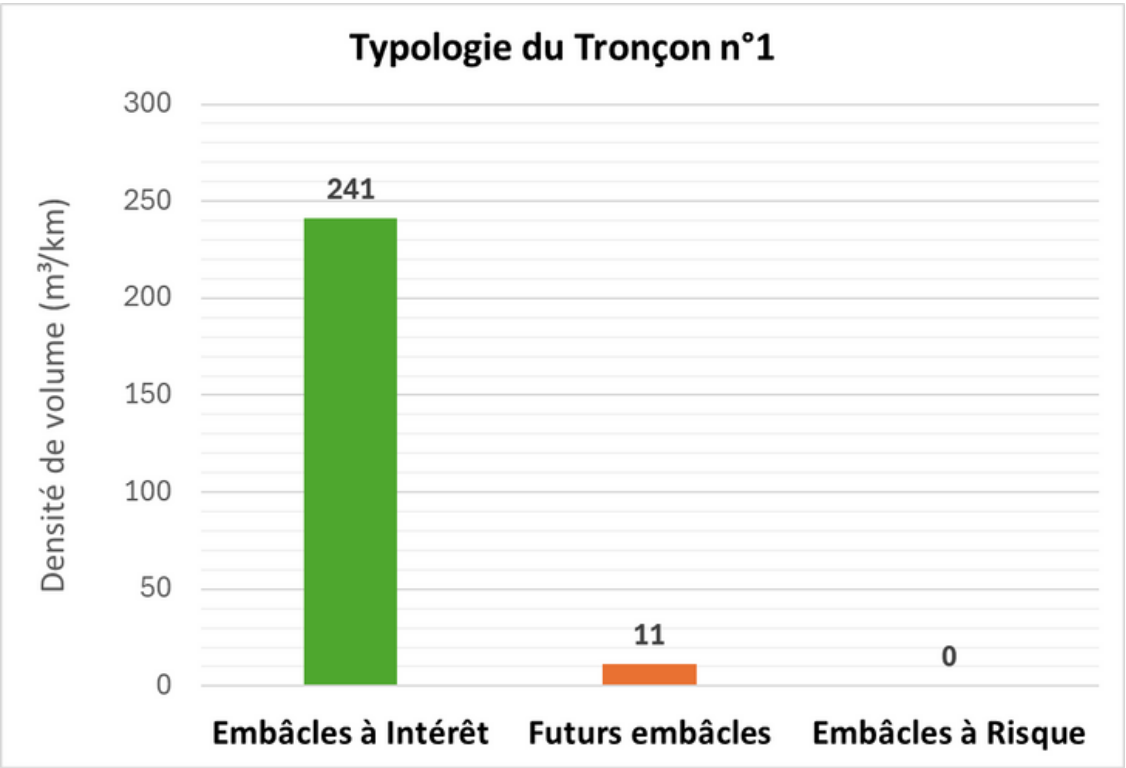


Résultats suivant la typologie

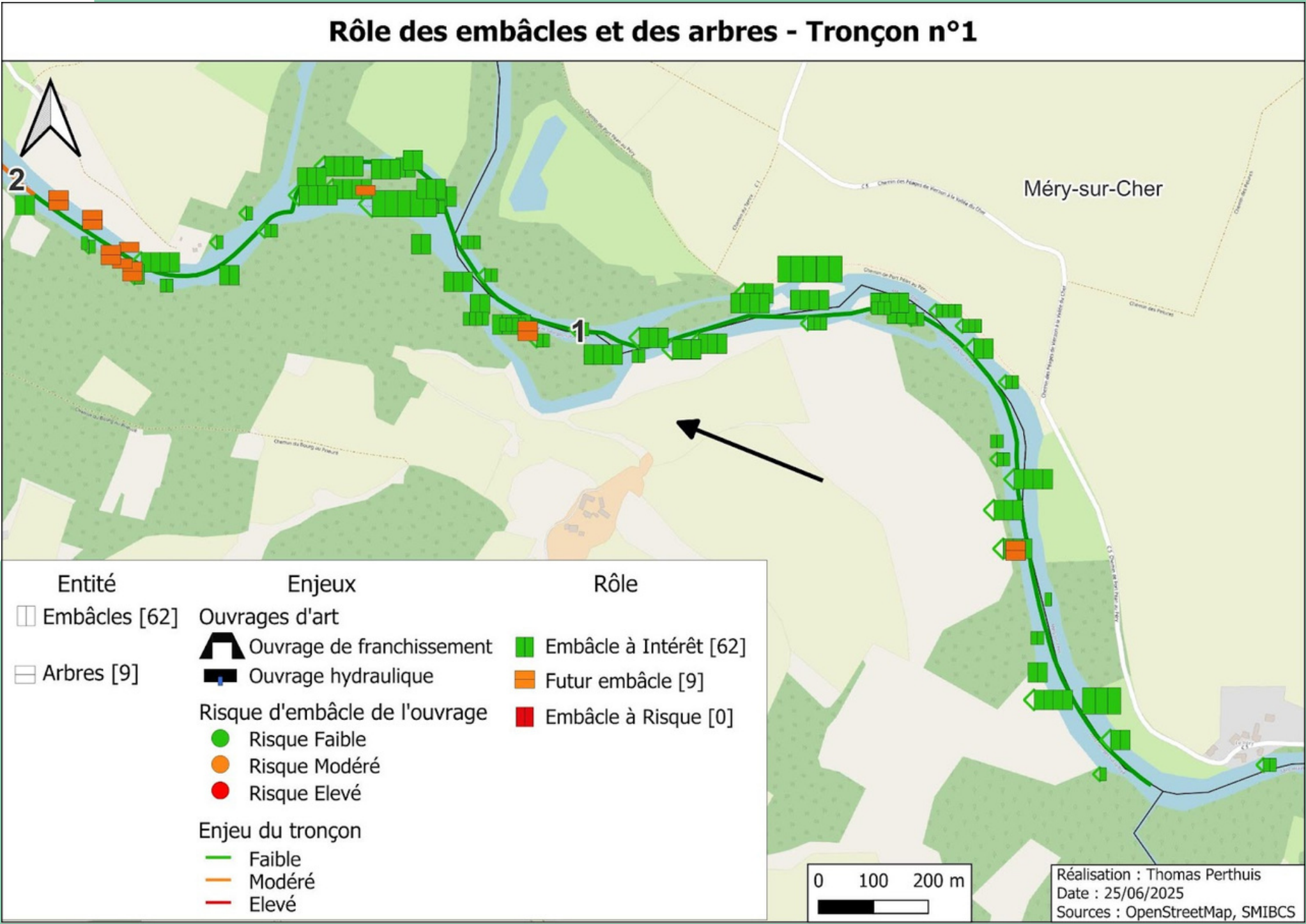
Rôle des embâcles et des arbres



Tronçon 1



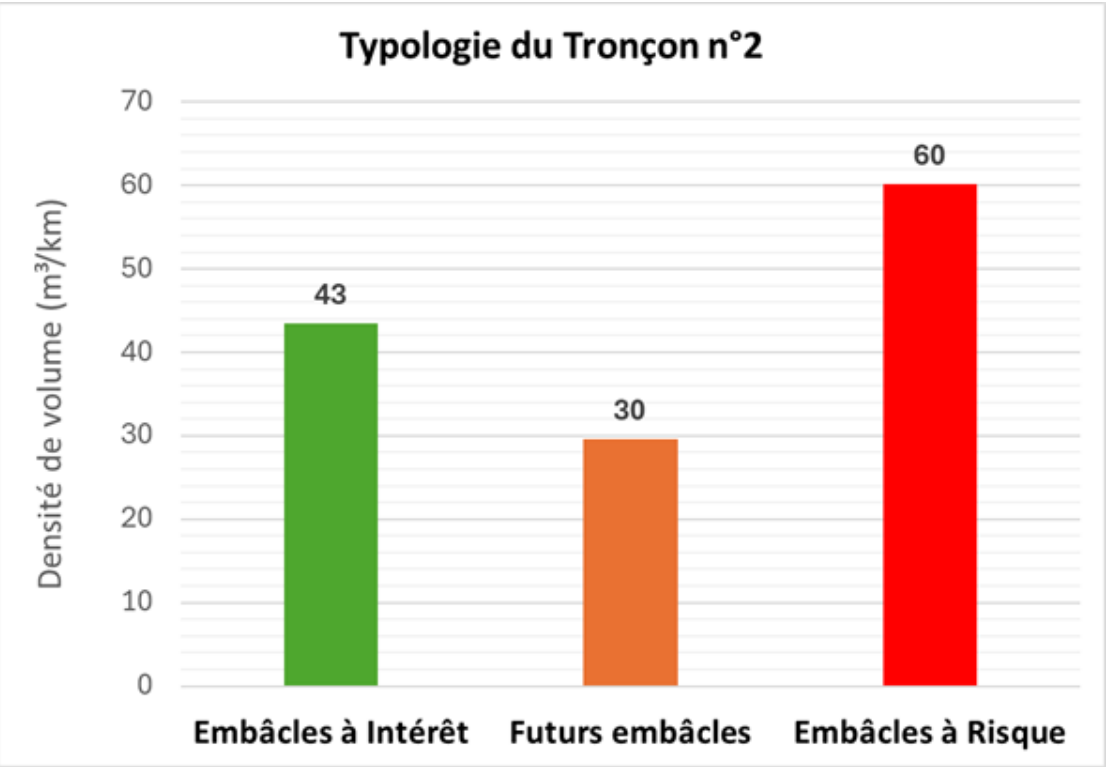
Tronçon 1	Nombre	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Embâcles à Intérêt	62	702	241
Futur embâcle	9	33	11
Embâcles à Risque	0	0	0



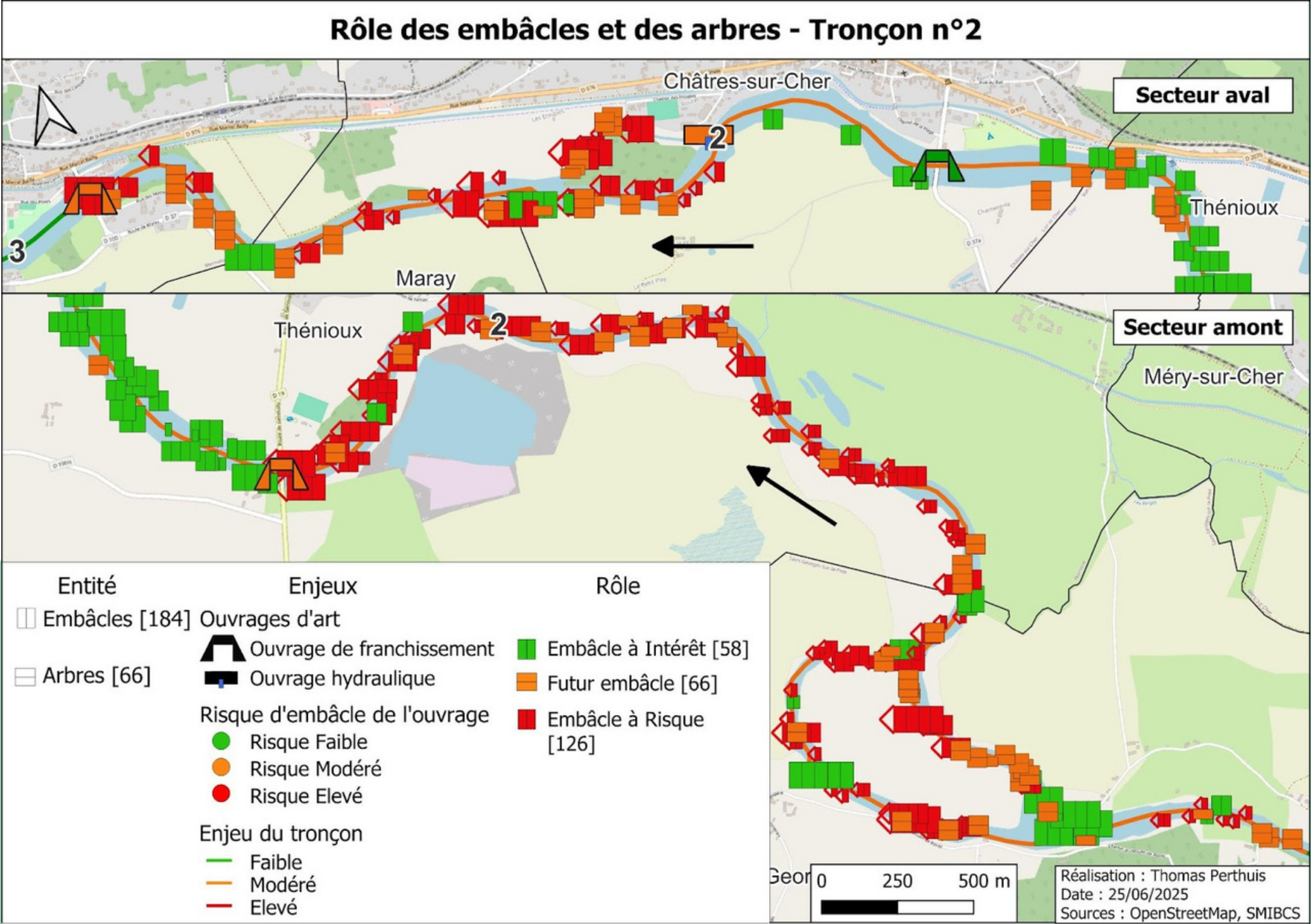
Rôle des embâcles et des arbres

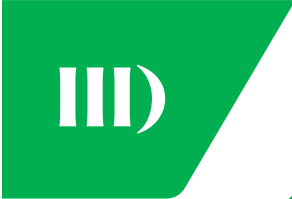


Tronçon 2



Tronçon 2	Nombre	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Embâcles à Intérêt	58	521	43
Futur embâcle	66	354	30
Embâcles à Risque	126	720	60





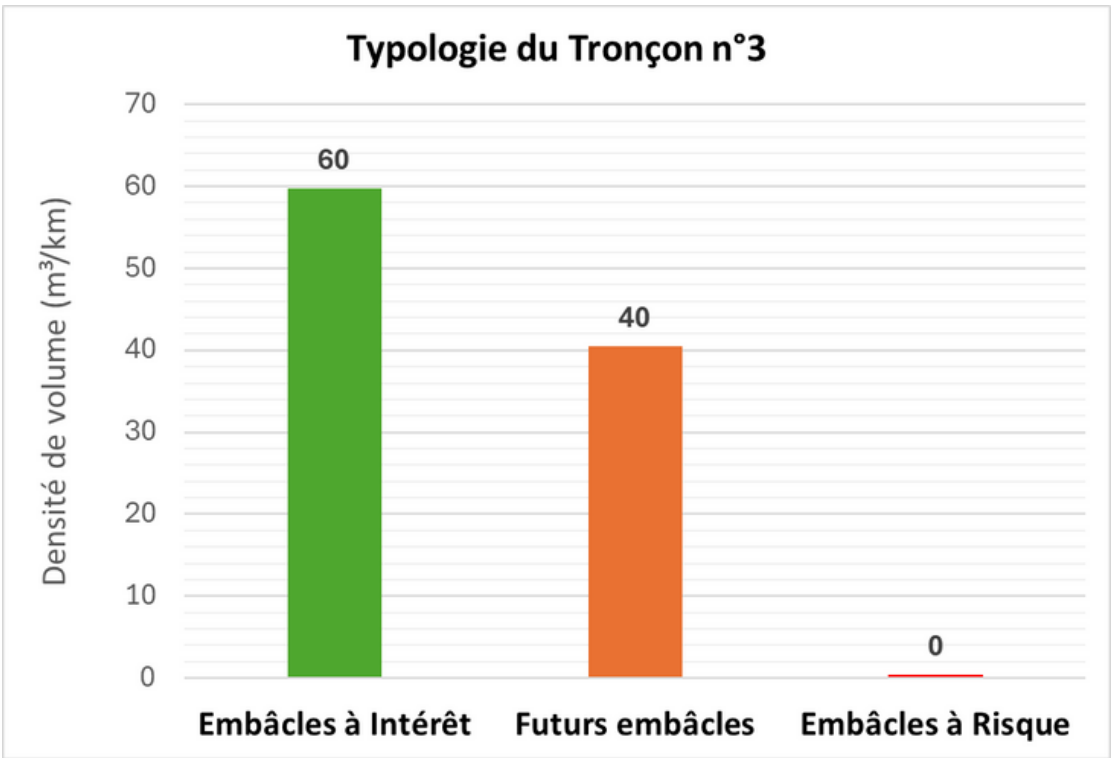
Résultats suivant la typologie



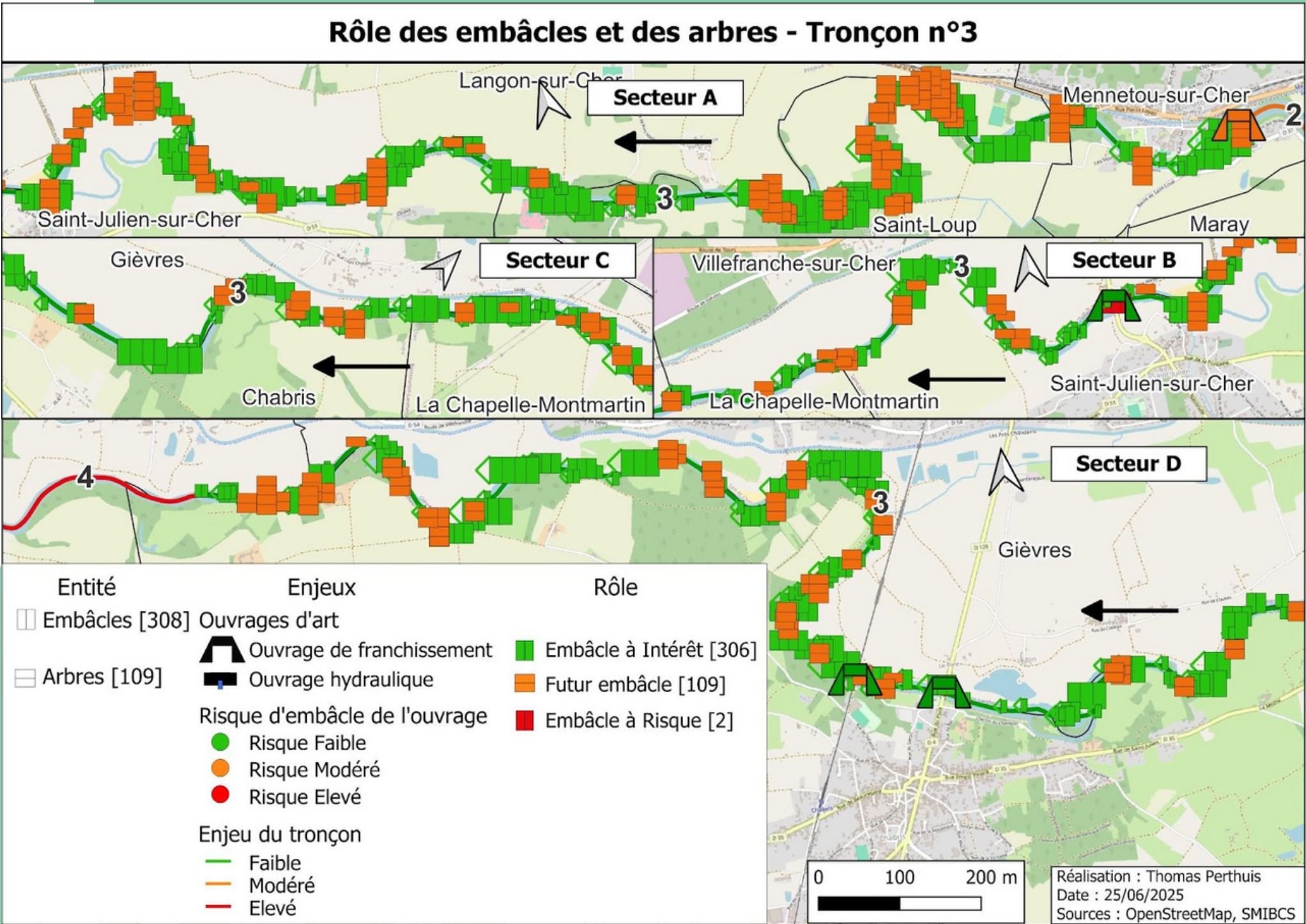
Rôle des embâcles et des arbres

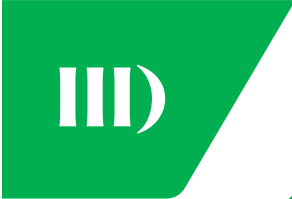


Tronçon 3



Tronçon 3	Nombre	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Embâcles à Intérêt	306	1690	60
Futur embâcle	109	1144	40
Embâcles à Risque	2	11	0





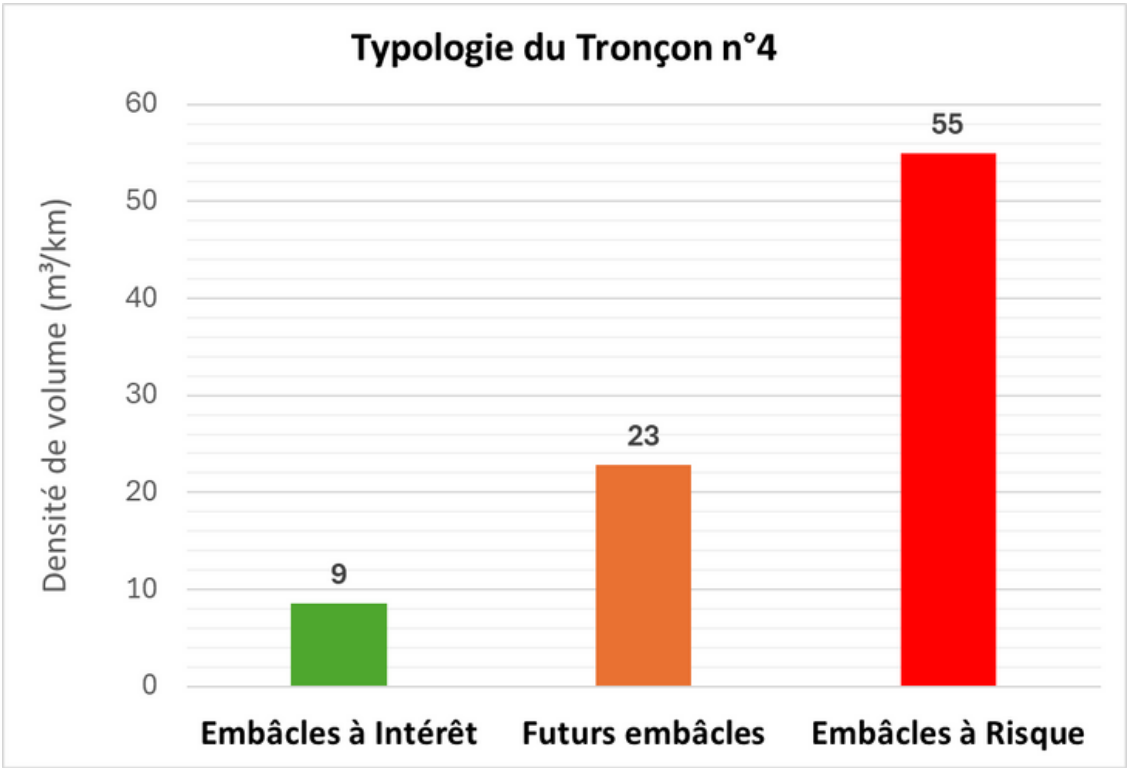
Résultats suivant la typologie



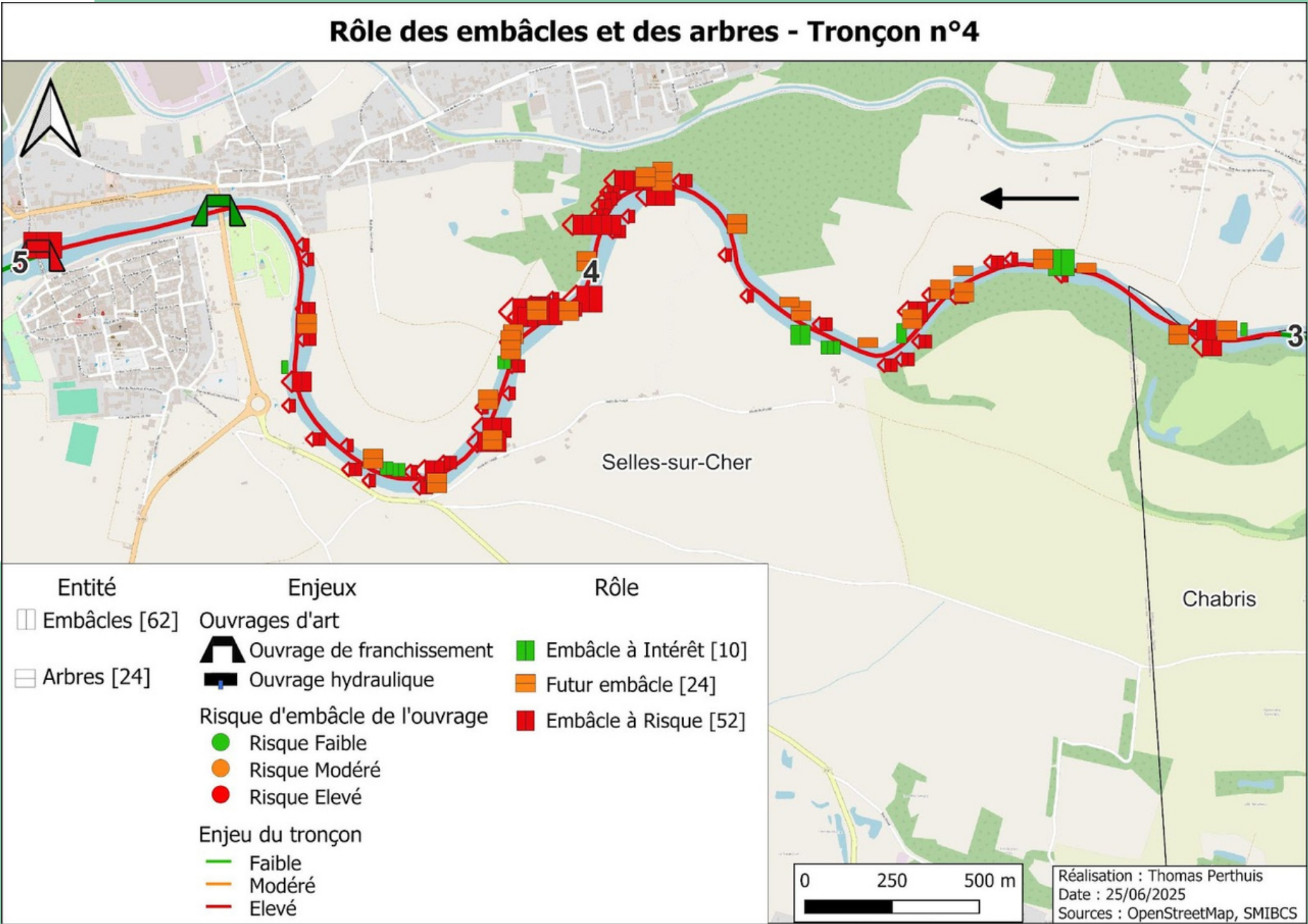
Rôle des embâcles et des arbres

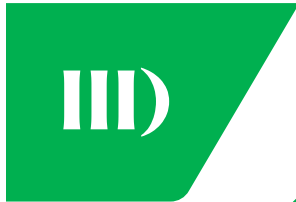


Tronçon 4



Tronçon 4	Nombre	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Embâcles à Intérêt	10	43	9
Futur embâcle	24	114	23
Embâcles à Risque	52	275	55





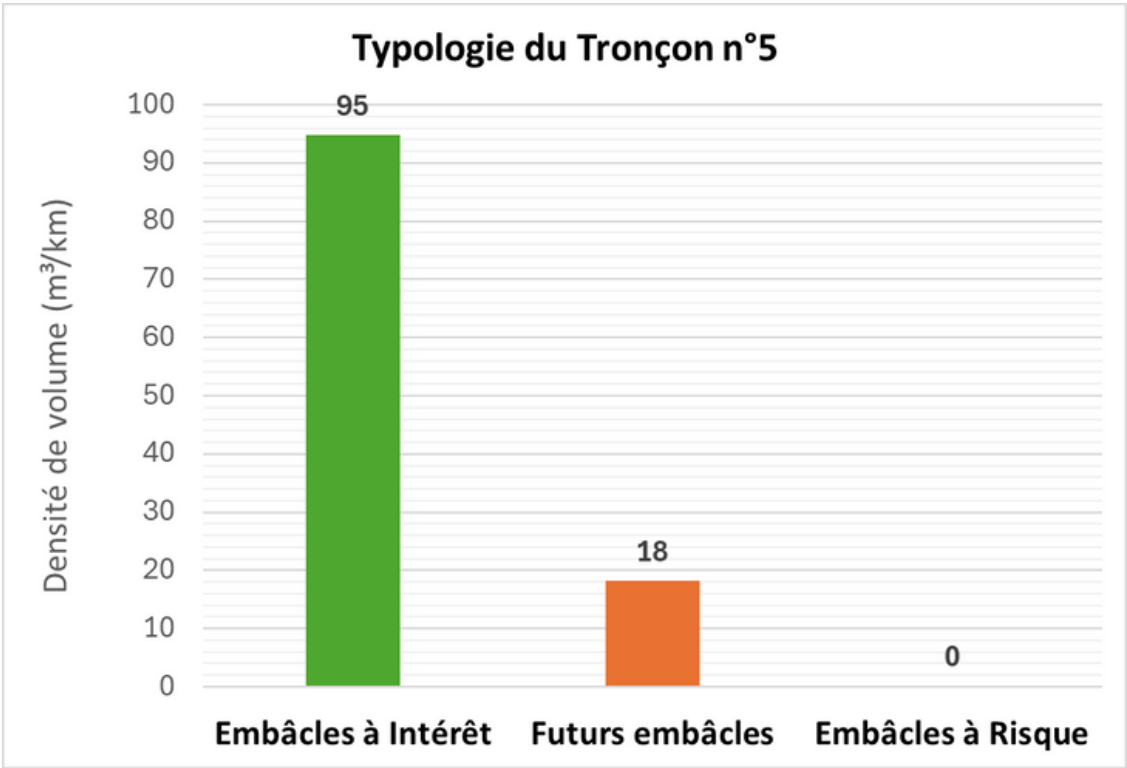
Résultats suivant la typologie



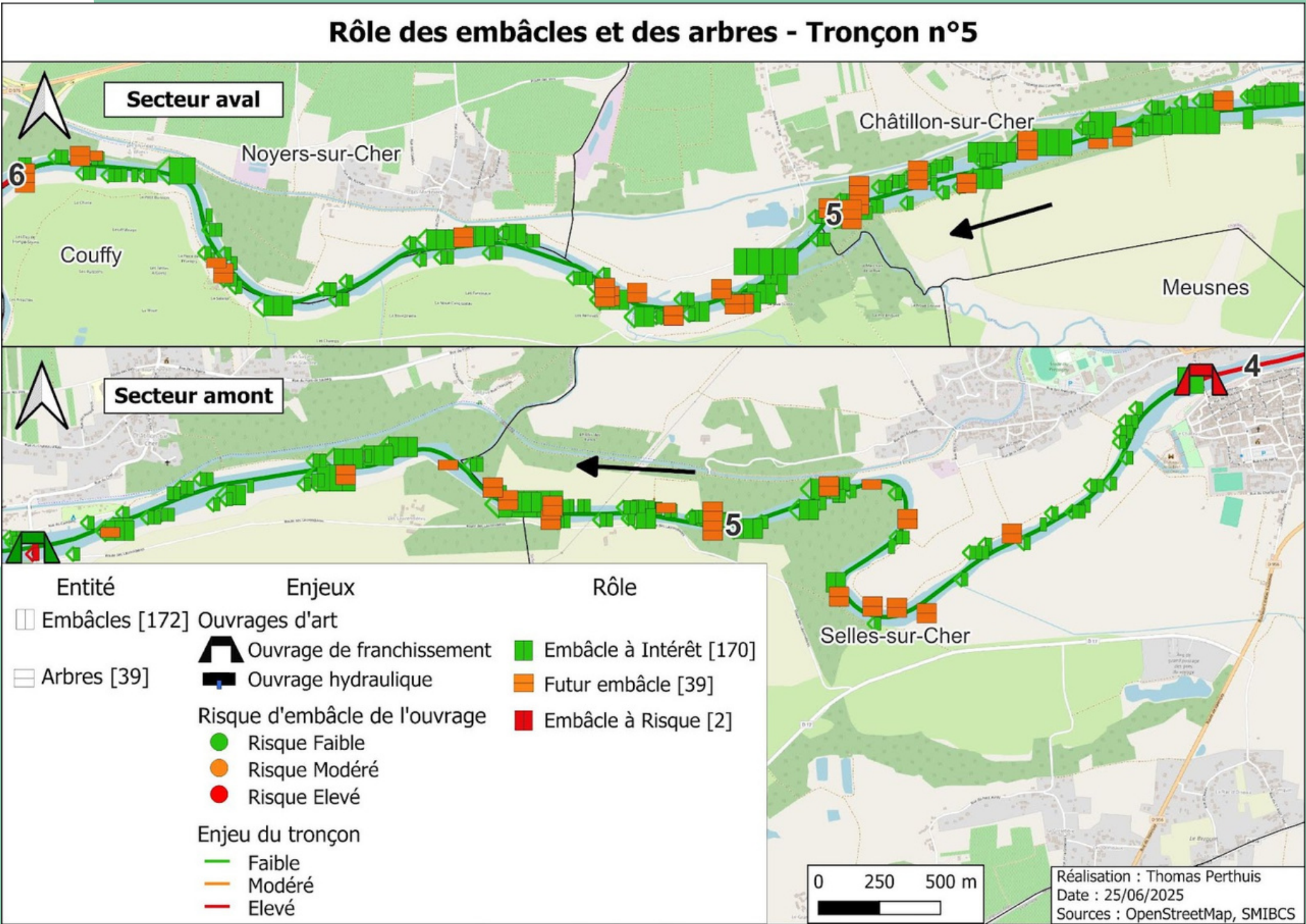
Rôle des embâcles et des arbres



Tronçon 5



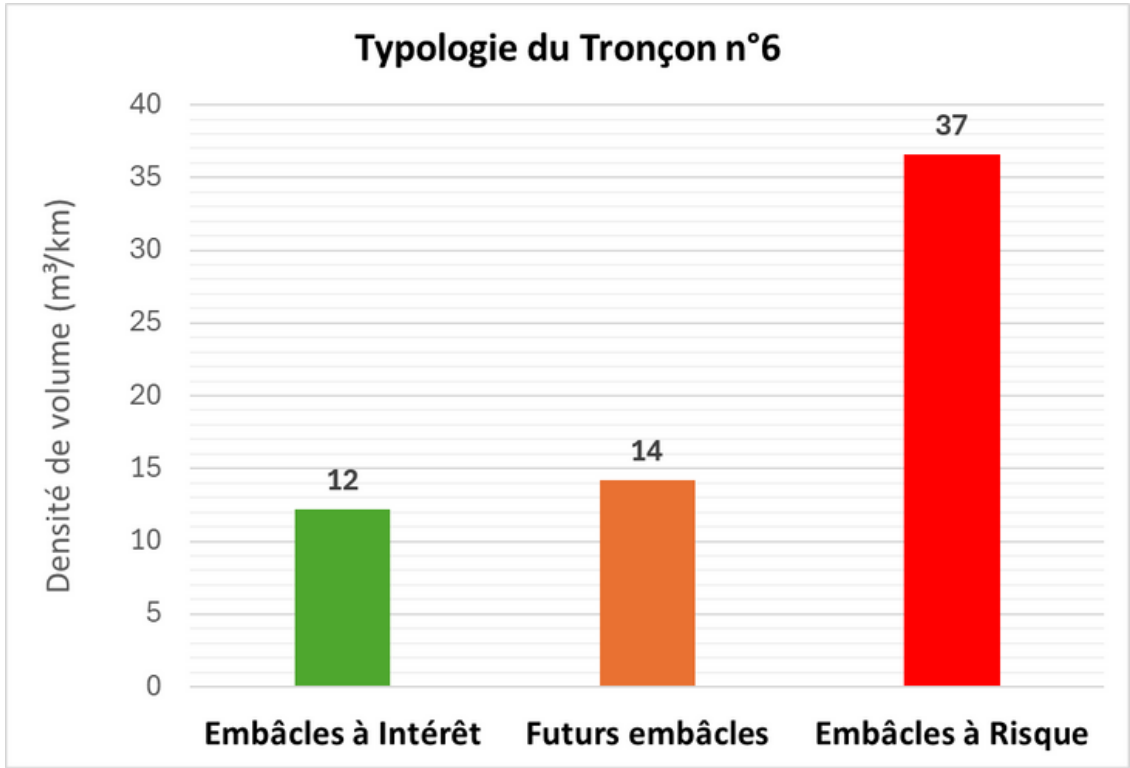
Tronçon 5	Nombre	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Embâcles à Intérêt	170	1153	95
Futur embâcle	39	222	18
Embâcles à Risque	2	2	0



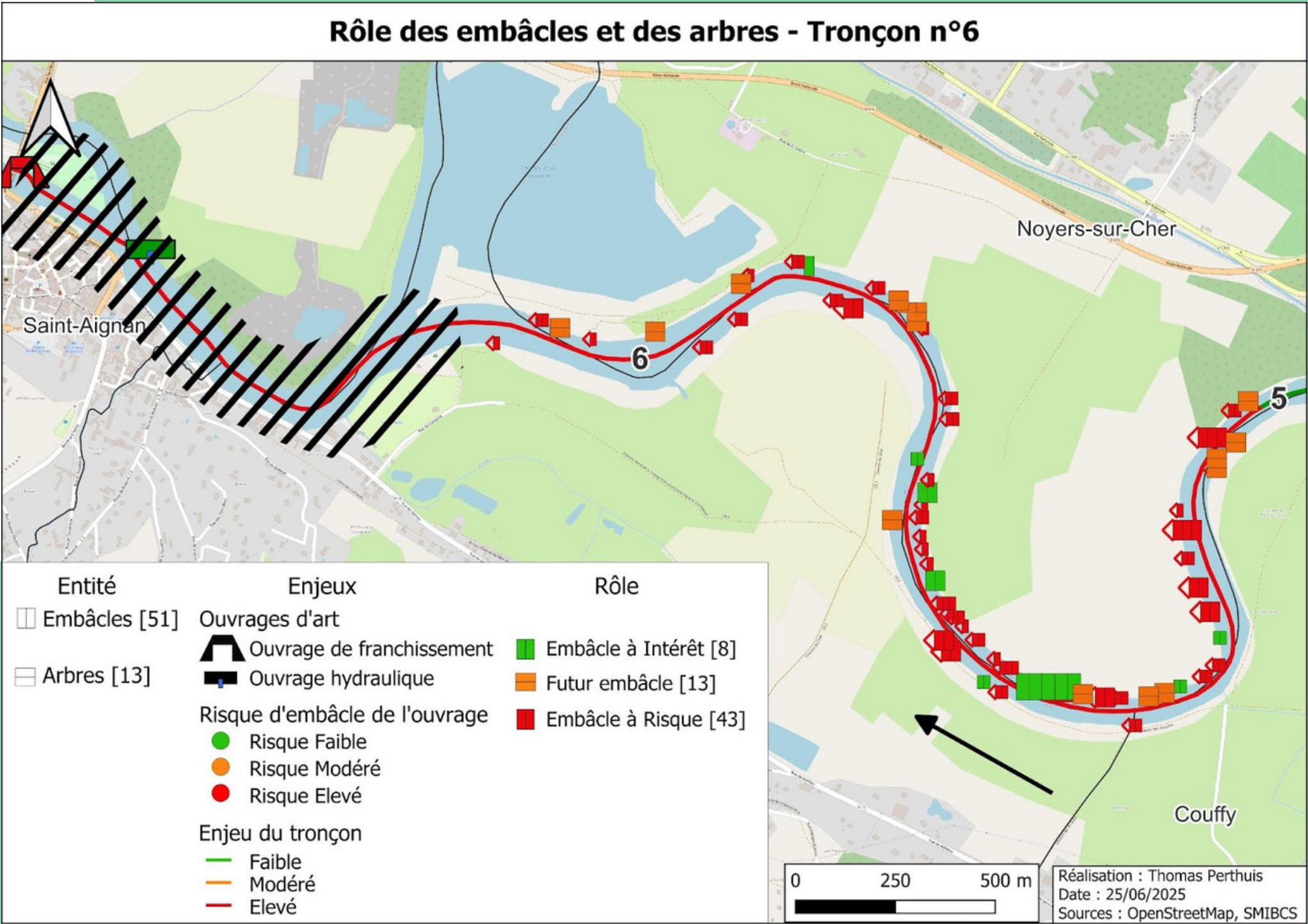
Rôle des embâcles et des arbres

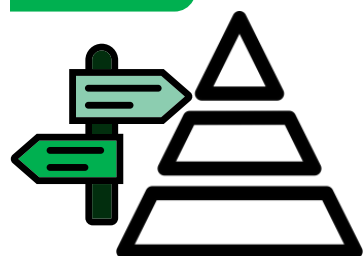


Tronçon 6

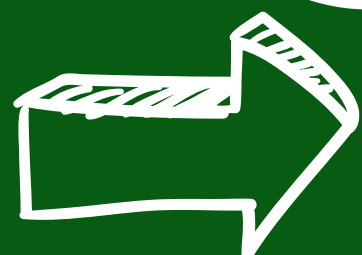
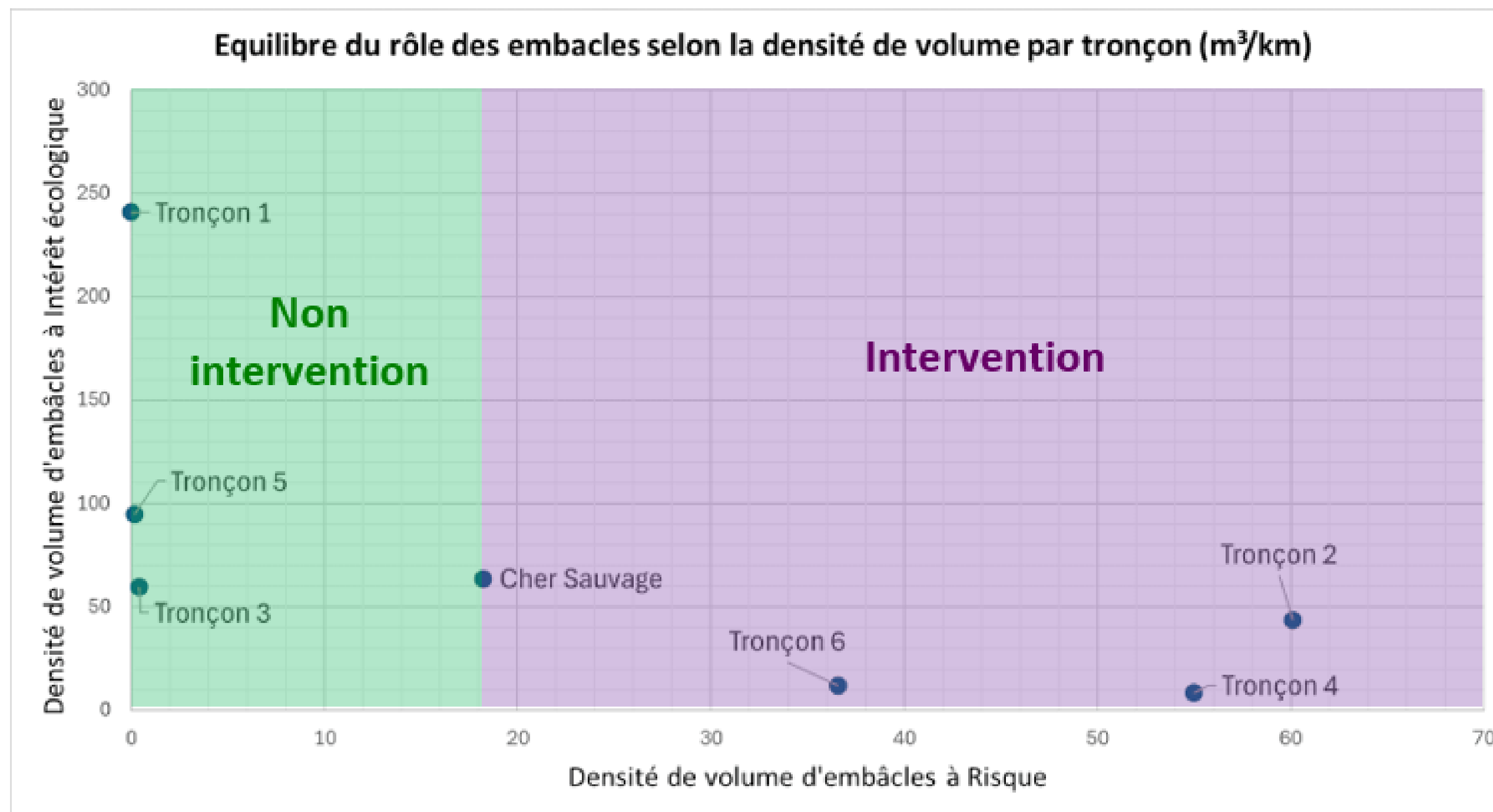


Tronçon 6	Nombre	Volume (m³)	Densité de volume (m³/km)
Embâcles à Intérêt	8	61	12
Futur embâcle	13	71	14
Embâcles à Risque	43	183	37



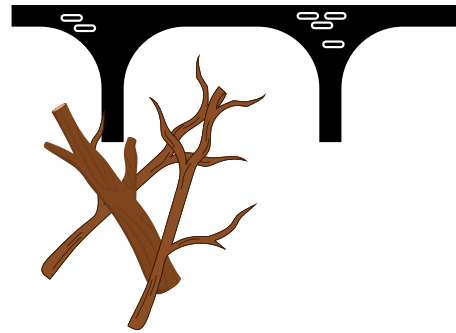


Hiérarchisation des tronçons et orientations de gestion



Classement par les densités de volumes des rôles des embâcles

Conclusion



Territoire où les embâcles rencontrent des verrous



Outil d'analyse du rôle des embâcles



Embâcles à intérêt > Embâcles à risque

**La majorité des embâcles observés présente un intérêt plutôt qu'un risque.
La conciliation des deux peut passer par une gestion différenciée entre gestion passive des
embâcles à Intérêt et gestion préventive des embâcles à Risque.**

30



**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**

