



Rôle de la ripisylve par rapport aux embâcles

Retour d'expérience du projet NAIAD

Webinaire eau et connaissance : 21 Janvier 2021

Guillaume PITON, Jean Marc TACNET

Préparé avec les travaux de:

T. TOURNIER, C. GUITET



La Brague (Alpes-Maritimes)

- 69 km²
- 0-469 mNGF
- Haut bassin : pavillonnaire et agricole
- Zone centrale : forêts et Sophia Antipolias
- Plaine alluviale : pavillonnaire et loisirs

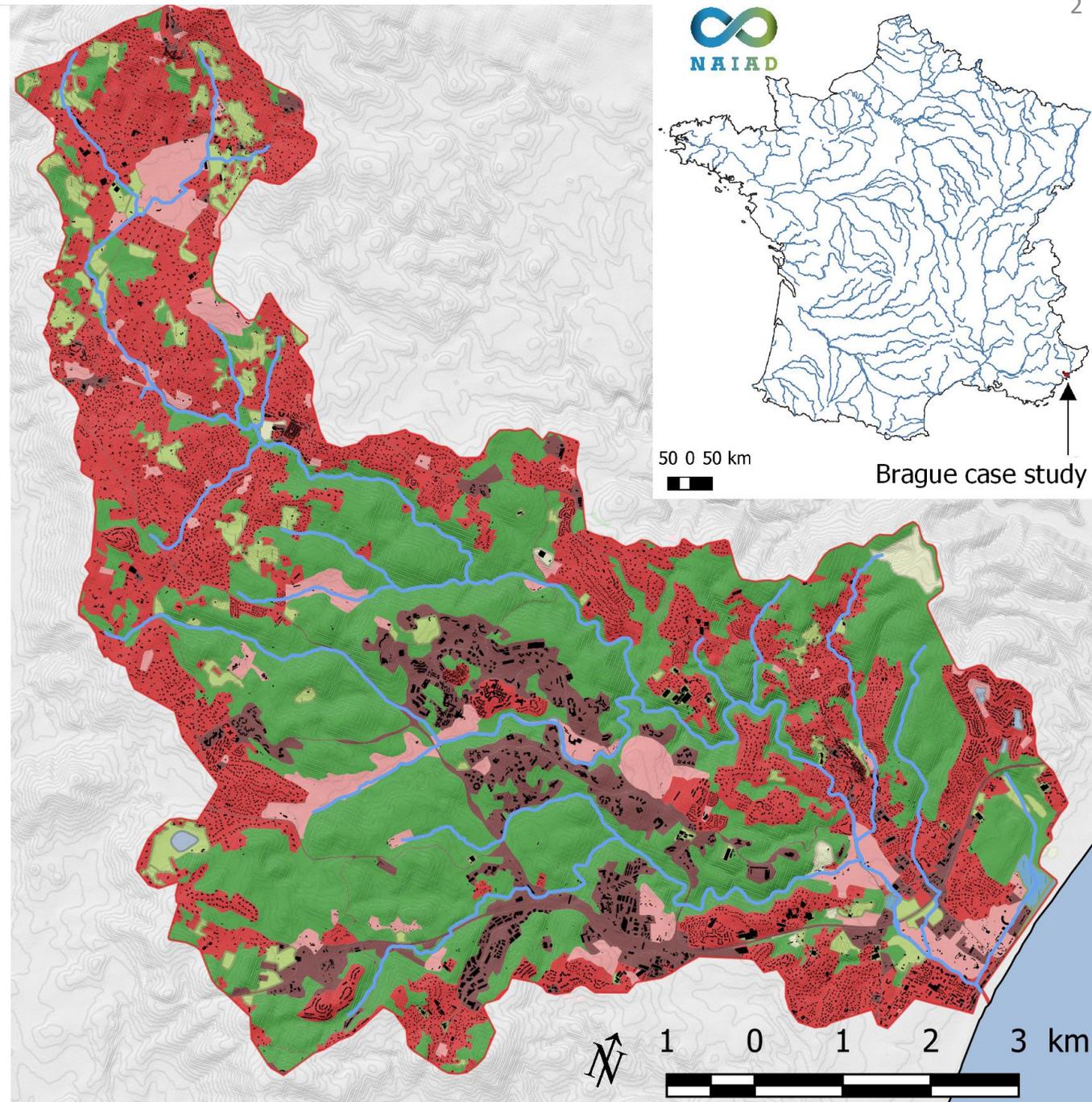


Brague
Catchment

Land use and
buildings

Legend

- River
- Bague catchment
- Building (IGN BD Topo)
- CRIGE: BD OCSOL PACA-2014
- Industrial area
- Urban area
- Suburban area
- Bareland, mine
- Framland
- Pasture
- Forest
- Wetland
- Water



Oct. 2015: crue extrême

Pics de crues de période de retour ≈ 100 ans sur plusieurs branches

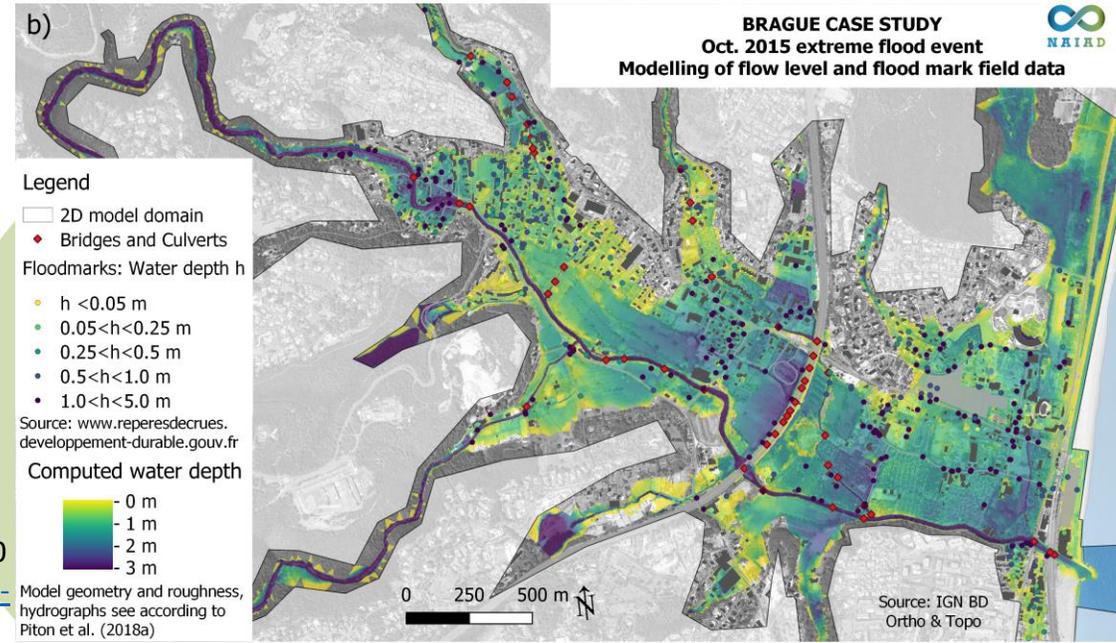
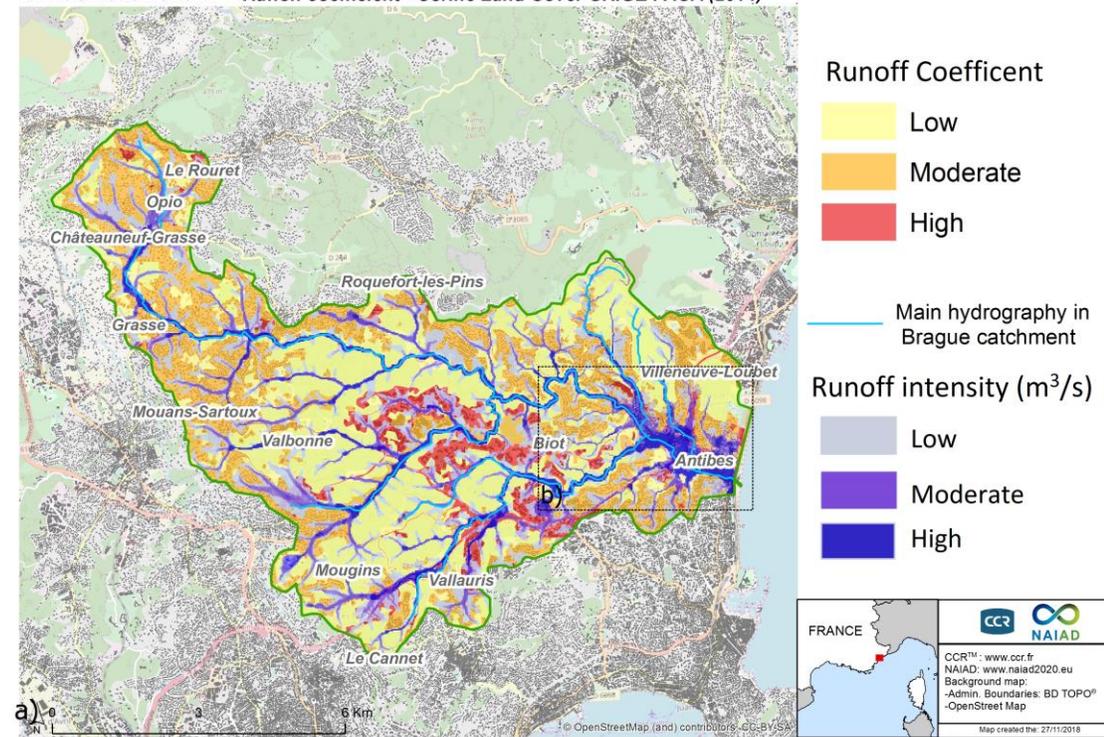
Écoulement morphogènes dans les vallons

Inondation généralisée de la basse vallée

→ Évènement total d'occurrence
Période de retour ≈ ?500ans?

Marchal R, Piton G. 2020. Solutions Fondées sur la Nature : le projet européen H2020 NAIAD. In Rapport Scientifique CCR 2019 . Paris, France; 18–22. <https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/-/rapport-scientifique-2019-ccr>

BRAGUE CASE STUDY - Runoff coefficient - Corine Land Cover CRIGE PACA (2014)



Oct. 2015: Embâcles

Production d'embâcles extrême

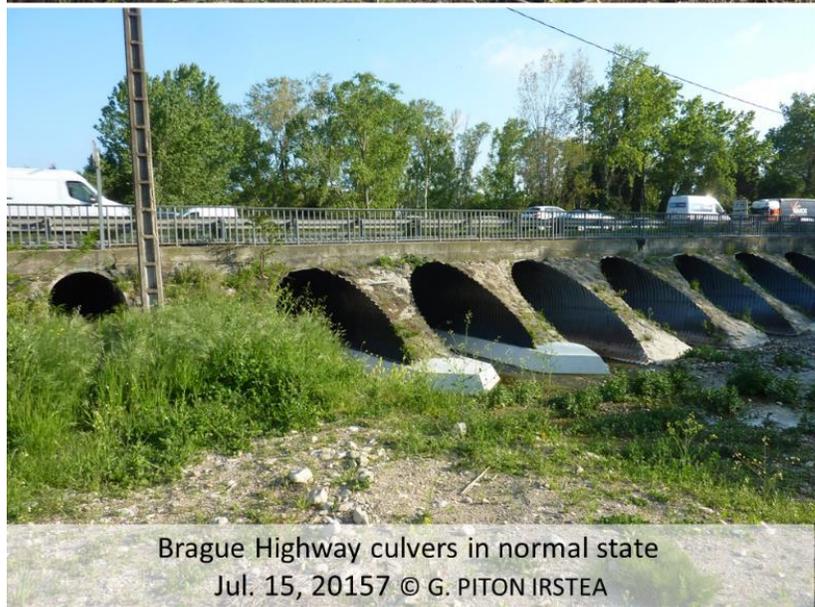
Sur-inondation, A8 coupée et submergée, nombreux ponts obstrués



Brague Highway culvers submerged by wood and trashes © B. CARDELLI DDT06



Brague Highway culvers, debris removal under progress © Alvaro CANOVAS



Brague Highway culverts in normal state Jul. 15, 2015 © G. PITON IRSTEA



Another bridge clogged by large woods © Emmanuel CURINIER

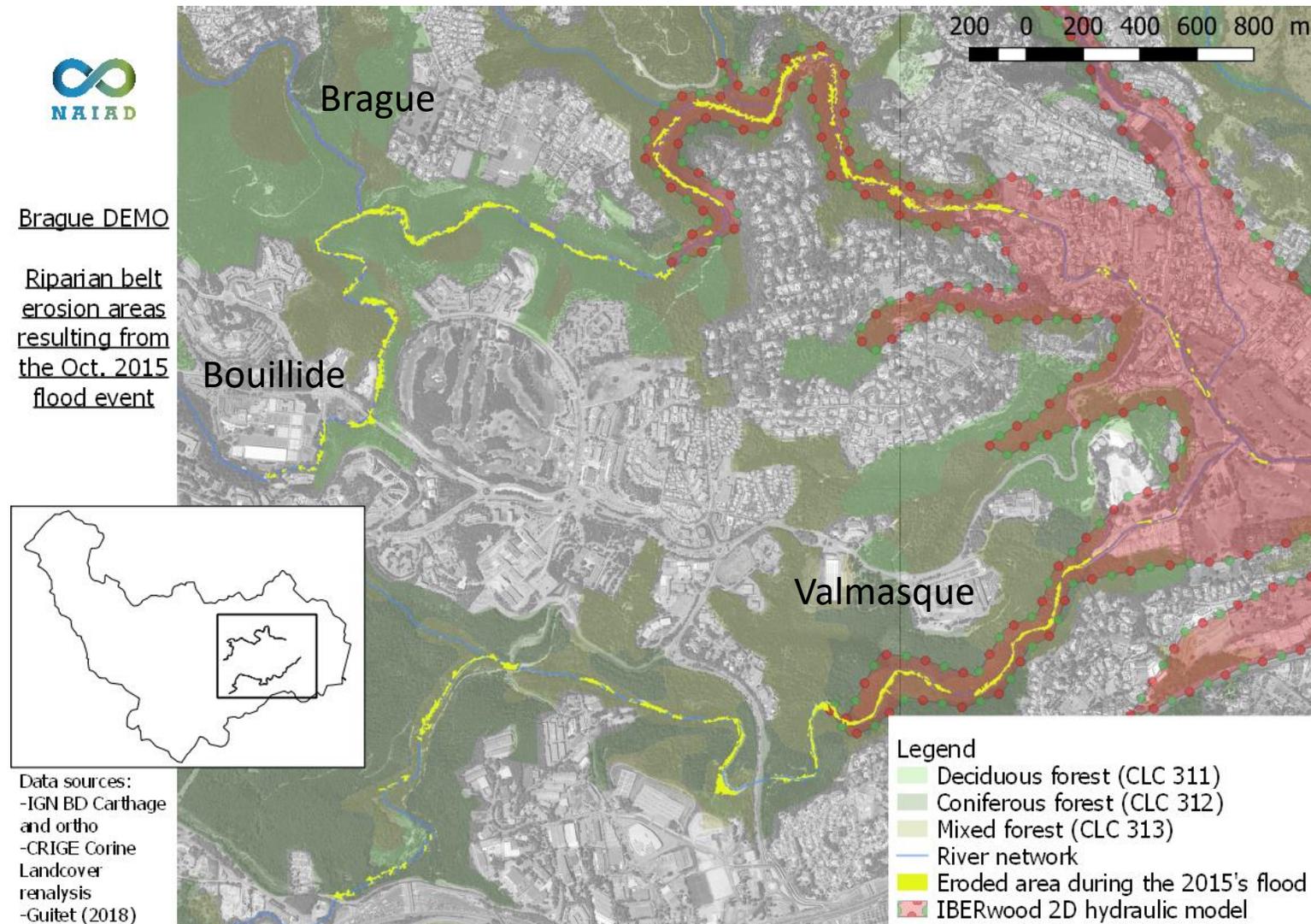
Embâcles – Analyse des zones sources

Cartographie diachronique
des zones d'érosion par IGN

Total: 9.3 ha

Linéaire: 4.5-5.5 km

Crues de magnitude \approx
centennale



Embâcles – Analyse des zones sources

Identification des arbres
arrachés en zones d'érosion
par digitalisation de chaque
houppier disparu

+

formule $\text{volume} = f(\text{surface houpplier})$

≈ 3000 arbres

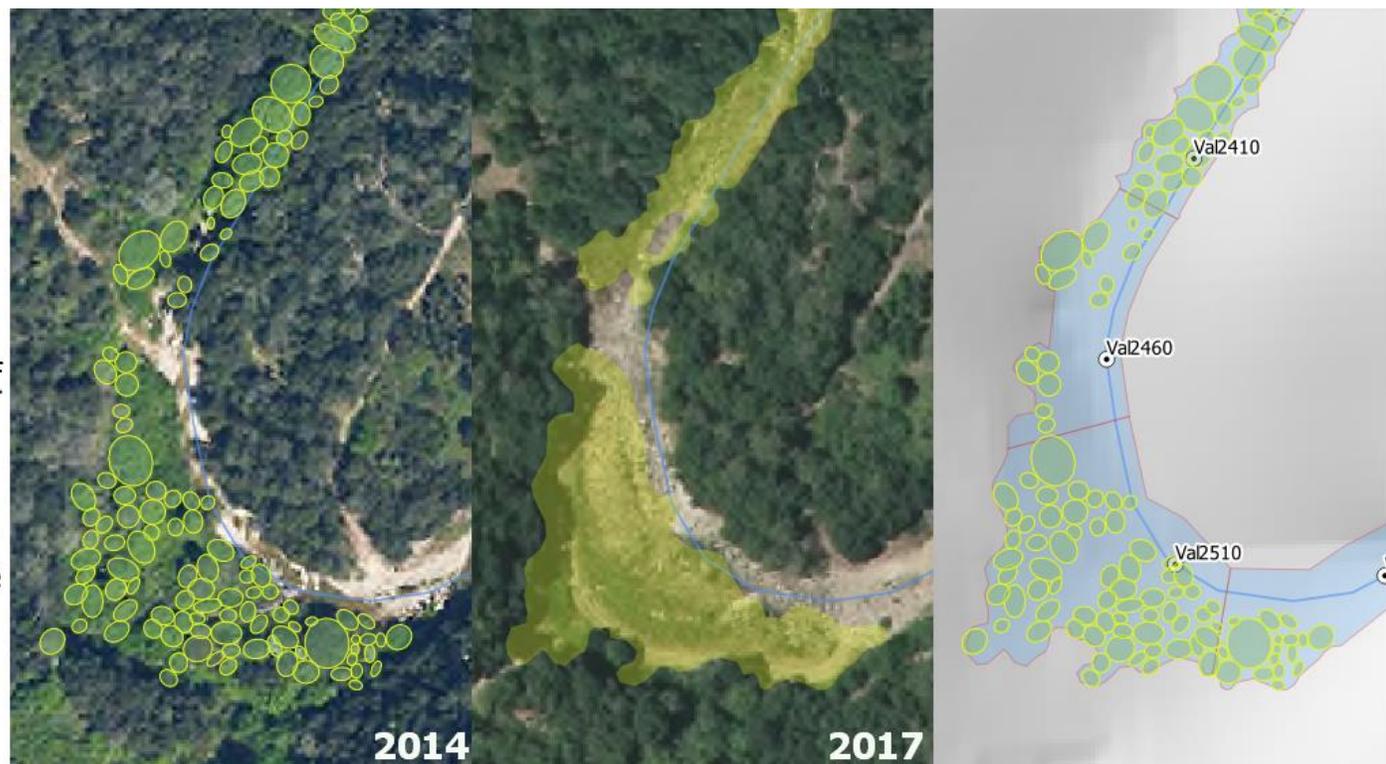
≈ 1500m³ de bois flottant
(volume solide)

≈ 260-300 arbres/km



Example of
recruited
tree
inventory

Valmasque
River
upstream
of road
RD535



Legend

- River network
- Eroded area during the 2015's flood
- Crown of tree recruited by the 2015's flood
- Bed river area after flood, splitted in Reaches
- Reach ID

Data sources: IGN BD Carthage and ortho (2014 & 2017) & Guitet (2018)

Embâcles – Analyse des zones sources

$V_{BF} \approx 1500\text{m}^3$ de bois flottant

$S_{\text{source}} \approx 9.3 \text{ ha}$

Densité de peuplement
équivalente: $\approx 160 \text{ m}^3/\text{ha}$

A l'échelle nationale (IFN),
densité de peuplement
typique:
 $130\text{-}400 \text{ m}^3/\text{ha}$

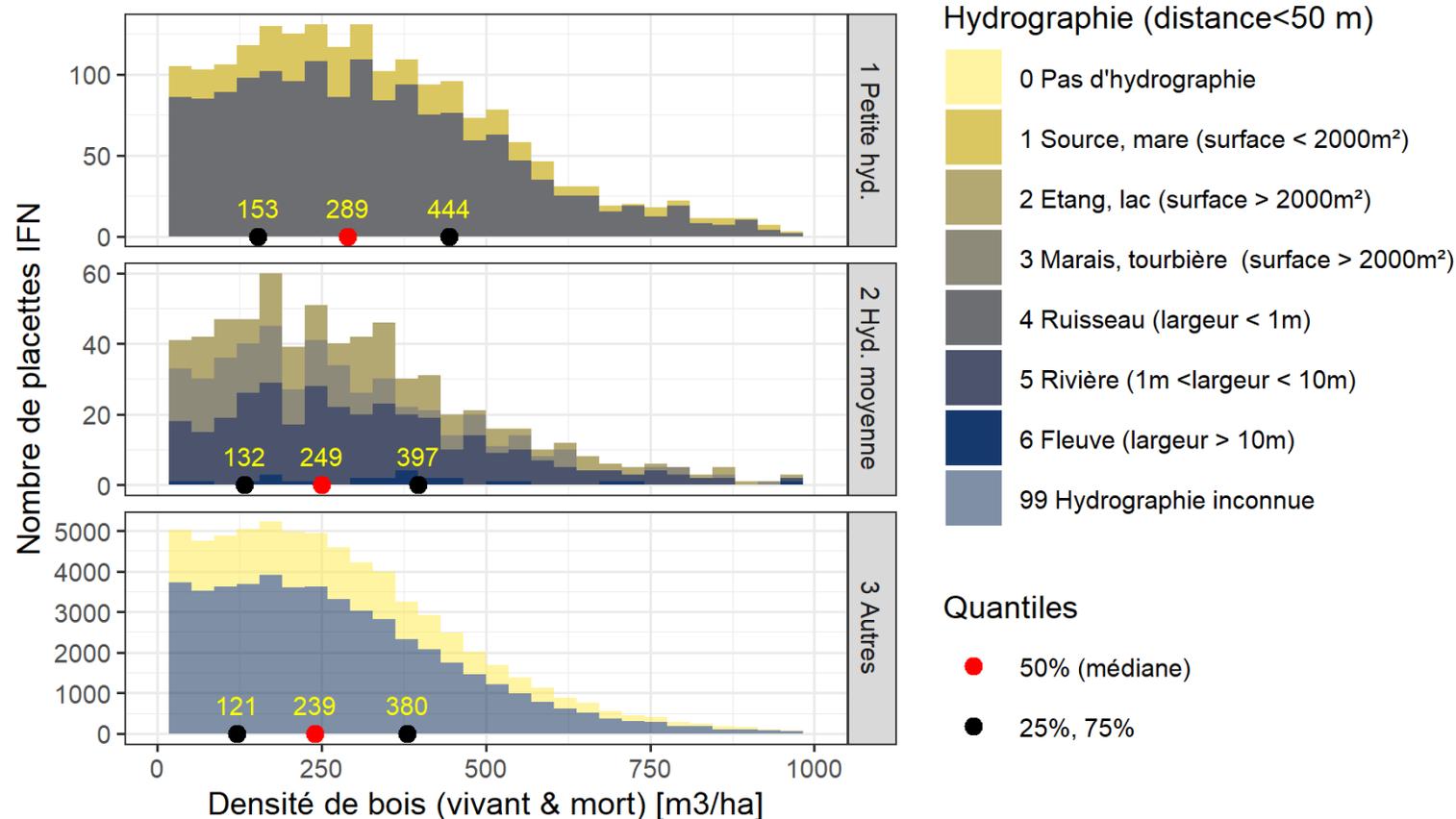
Source: IGN – Inventaire forestier national français, Données brutes, Campagnes annuelles 2005-2018, <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique159>

-Placettes IFN France Métropolitaine: 72 000+

-14 % de placettes IFN proche hydrographie (distance < 50 m)

-3,5 % de placettes IFN proche hydrographie moyenne (distance < 50 m)

→ Ripisylves sous-représentées dans l'IFN



Embâcles – Inventaire des zones de dépôts

Réalisé par ONF-RTM Post-crue 2015, mis à jour 2019

- Arpentage de l'ensemble du linéaire dans les jours qui suivent l'évènement

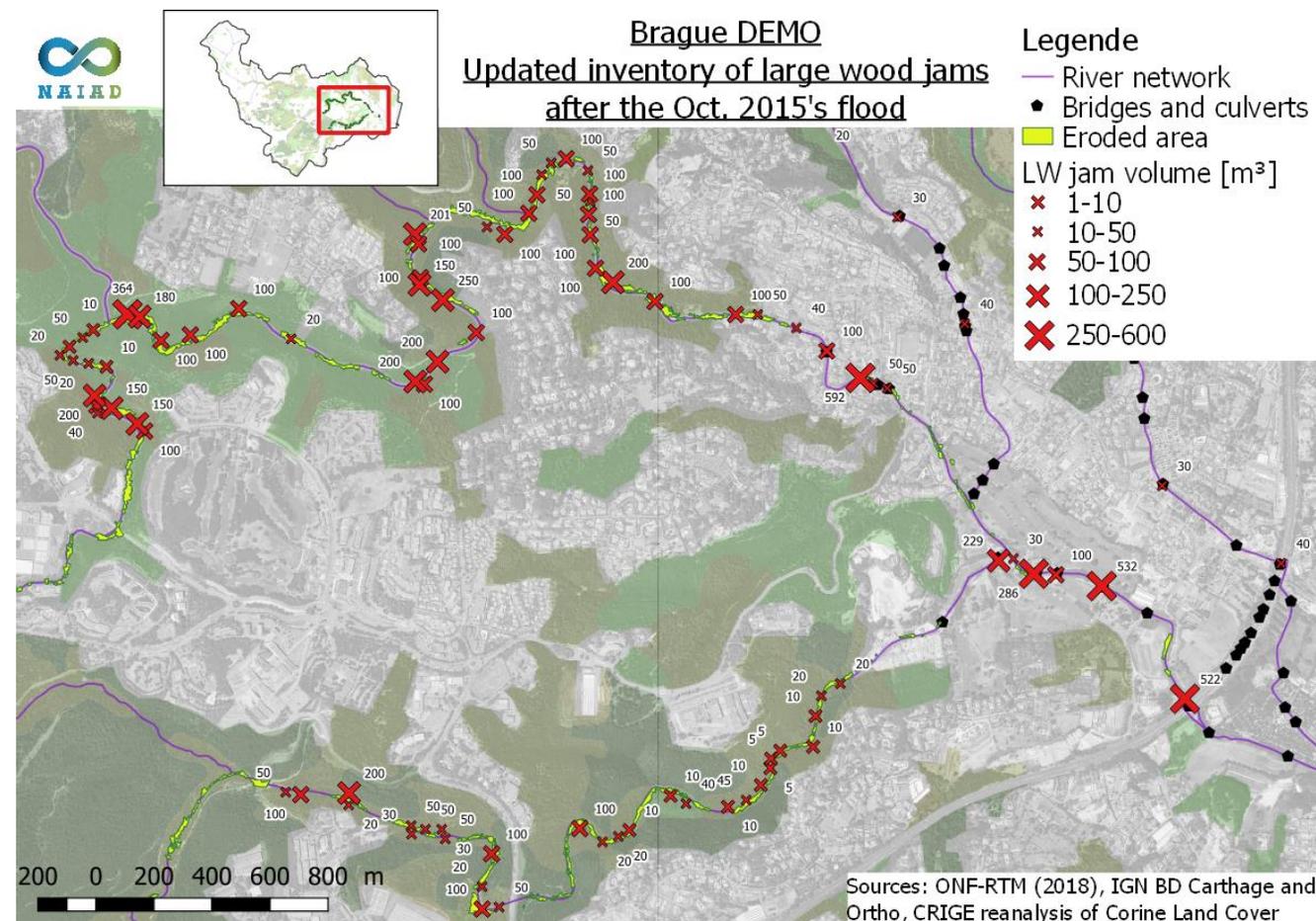
→ 95 embâcles

→ 49 gros embâcles >100 m³

→ Volume apparent total 8 500 m³

→ Foisonnement (effet de la porosité):

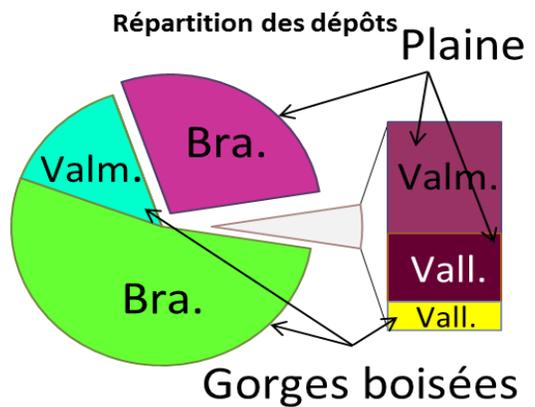
$$5 \approx \frac{\text{Volume apparent embâcle}}{\text{Volume solide bois flottant}}$$



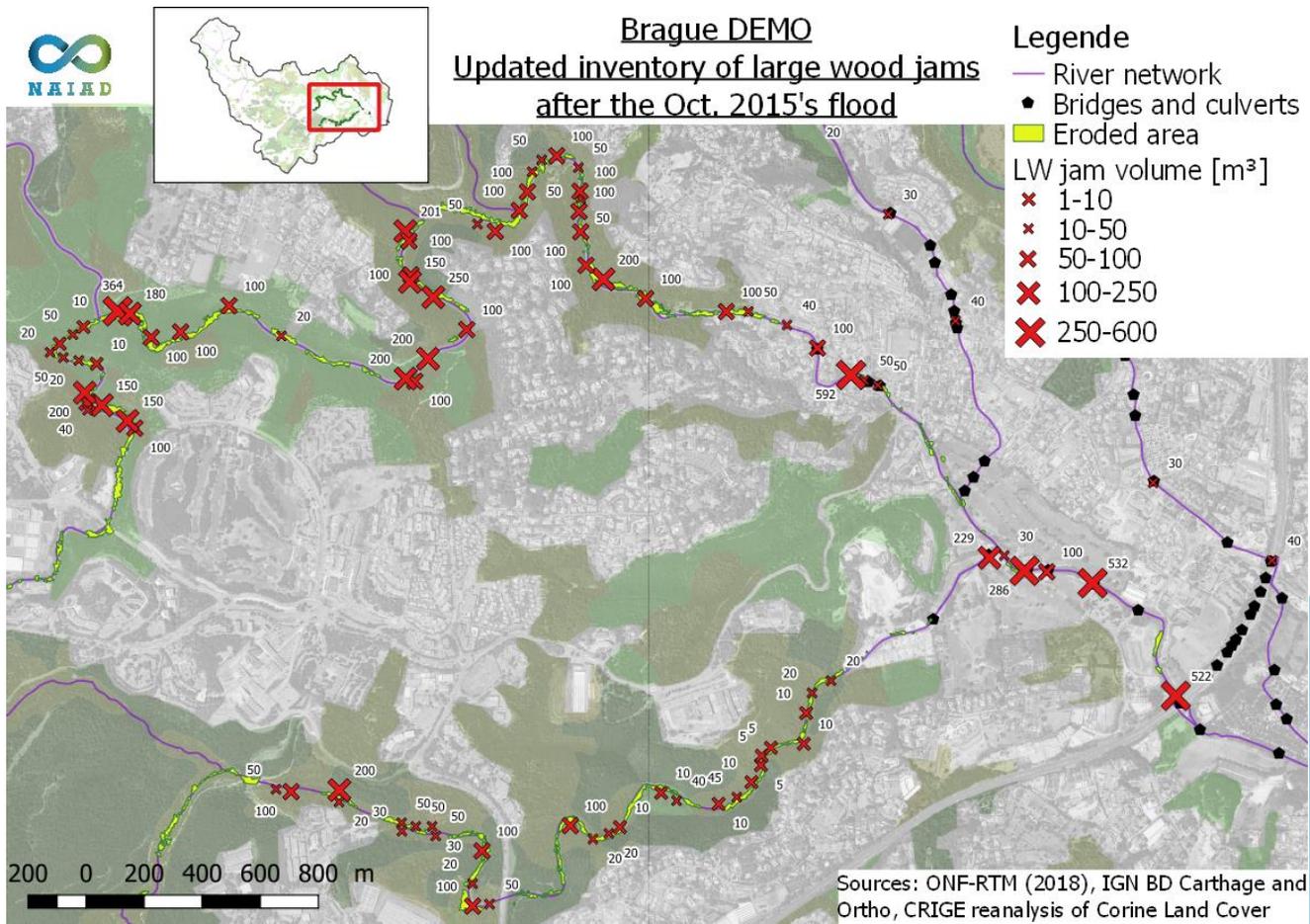
Embâcles – Inventaire des zones de dépôts

Répartition zones boisées confinées – plaine alluviale inondée

→ 2/3 des embâcles localisés dans les gorges boisées



Le premier des pièges à embâcles... c'est la forêt!

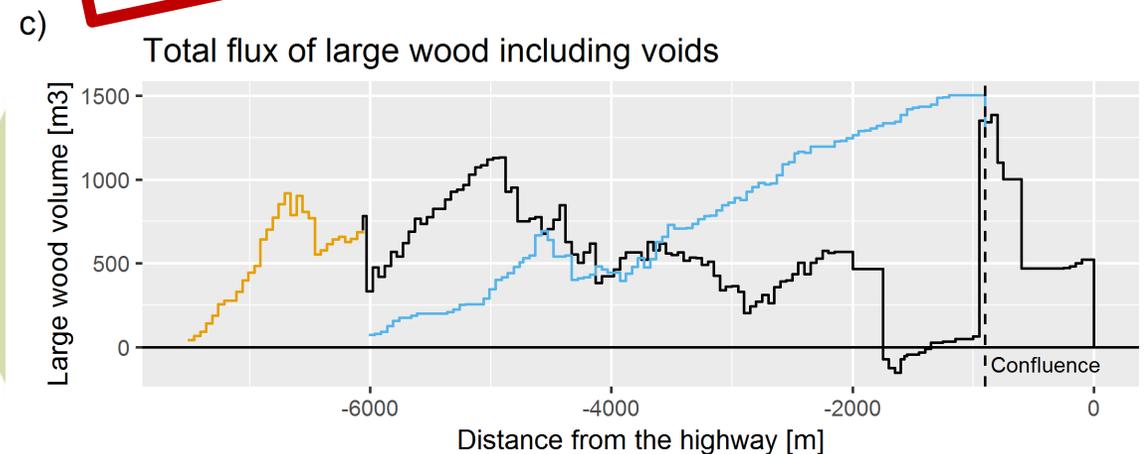
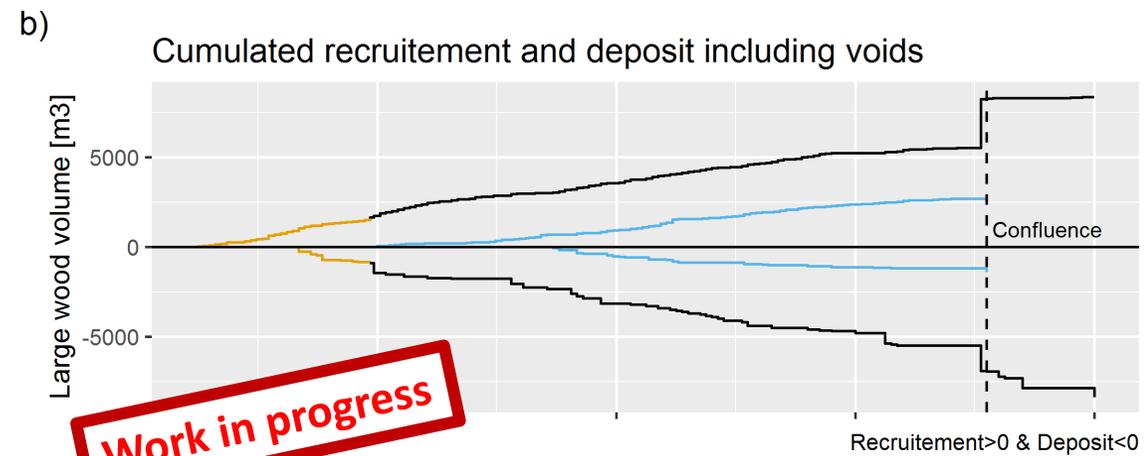
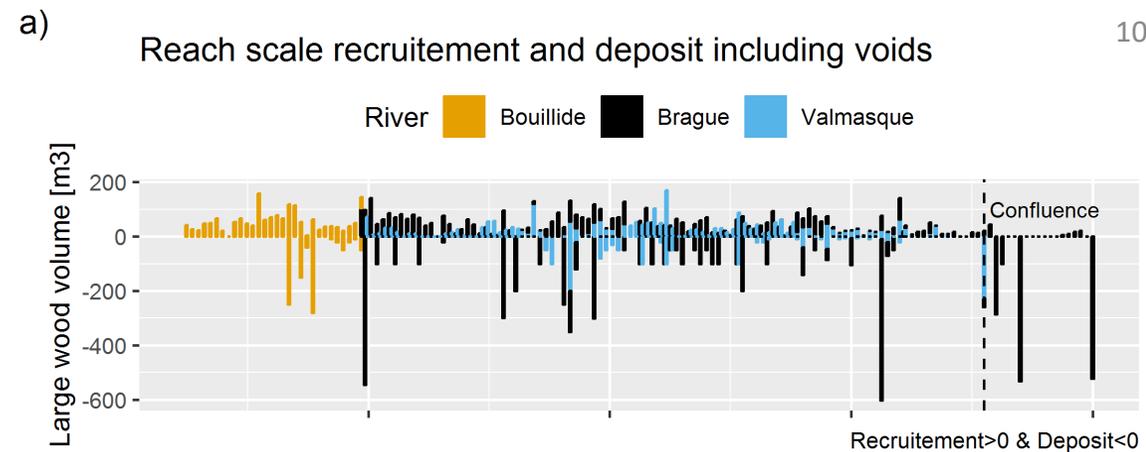


Embâcles – Analyse par tronçons

→ Beaucoup de petits recrutements locaux & quelques gros dépôts

→ Brague (peuplements plus grands: moyenne hauteur totale 16 m, moyenne surface houppier 64 m²) et crue moins forte: dépôts massifs réguliers

→ Valmasque (peuplements plus petits: moyenne hauteur totale 11 m, moyenne surface houppiers 48 m²) et crue un peu plus forte: tendance générale à l'export



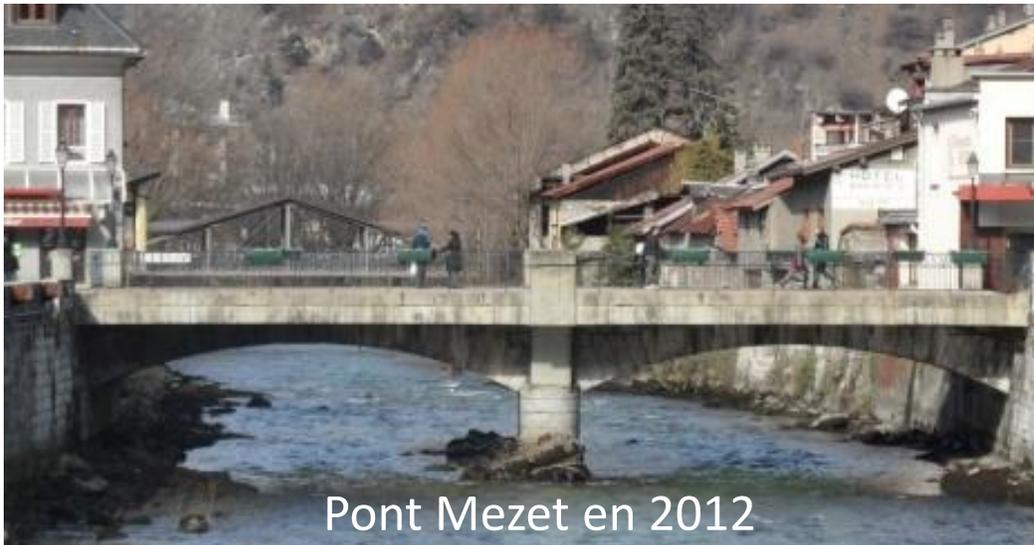
Stratégie de protection contre les embâcles

Changer les ponts ou mettre en place des pièges

Exemple: traversée de l'Isère à Moûtiers (73).

- Plusieurs ponts mais un seul pont avec pile centrale
- Capacité théorique du chenal suffisante pour Q_{100} (sans revanche, sans embâcle)
- Scénario de crue centennale retenu au PPR: présence de bois flottant & obstruction du pont
→ inondation du centre ancien
→ Décision de remplacer le pont par à pont à travée unique

Coût de l'opération ± 1 000 000 € - Contraintes additionnelles: soumis à avis ABF, centre ville



Pont Mezet en 2012



Pont Mezet en 2018

Stratégie de protection contre les embâcles

Changer les ponts ou mettre en place des pièges

Petit cour d'eau (largeur < 20 m)

Rivière (largeur > 20 m)



Ouvrages légers

Ouvrages lourds (torrents)

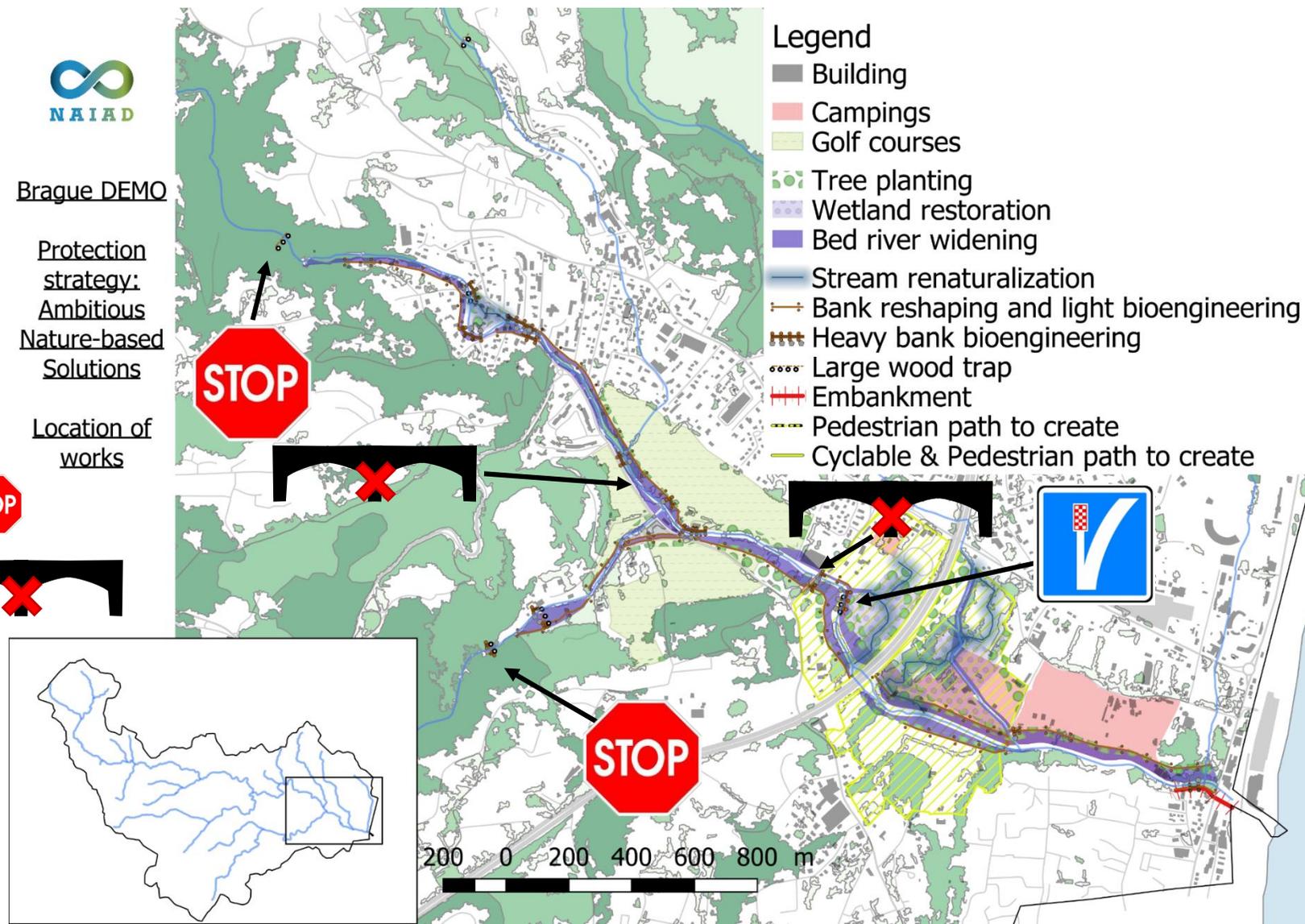
Piton & Recking 2016 *Journal of Hydraulic Engineering*

Wohl et al. 2019 *BioScience*

NAIAD

Gestion des risques associés aux embâcles

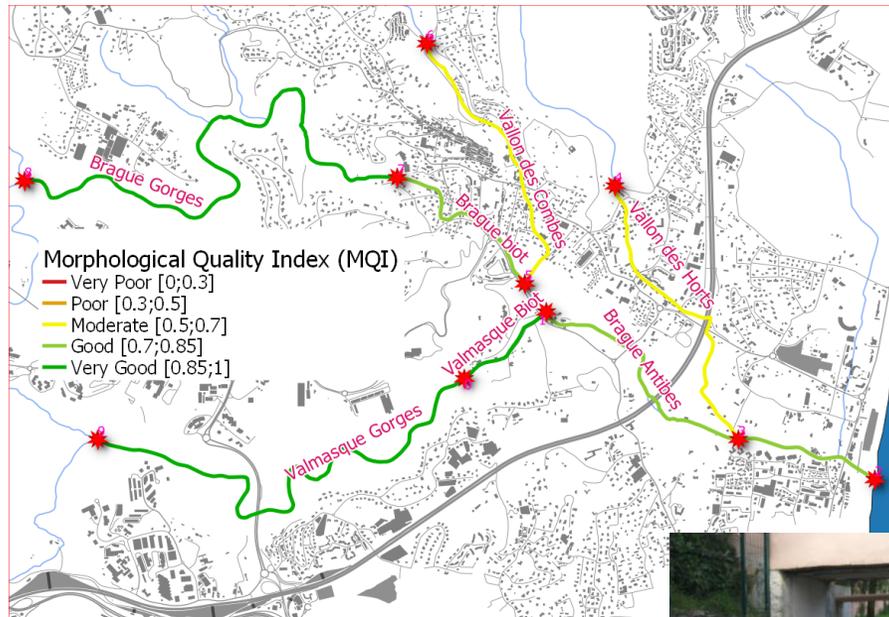
1. Réduire à minima l'entretien du bois mort dans les forêts des parcs départementaux (juste sur embâcles barrages majeures)
2. Mettre en place des pièges transversaux aux débouchés des gorges
3. Remplacer les ponts équipés de piles
4. Mettre en place un piège en dérivation en amont de l'autoroute



Exemple application MQI (article court : [lien web](#) et rapport complet <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02395987>)

MQI & ripisylves

Tronçon	Brague Gorges	Brague Biot	Brague Antibes	Valmasque Gorges	Valmasque Biot	Vallon Combes	Vallon Horts
Moy 2017	0.94	0.82	0.80	0.94	0.85	0.52	0.58
Incertitude	[0.94;0.94]	[0.81;0.82]	[0.79;0.82]	[0.94;0.94]	[0.85;0.85]	[0.52;0.54]	[0.58;0.6]
Non intervention bois flottant	1.00	0.93	0.89	0.98	0.96	0.52	0.58
	[1;1]	[0.93;0.93]	[0.89;0.91]	[0.98;0.98]	[0.96;0.96]	[0.52;0.54]	[0.58;0.6]



Attention: indicateur à interpréter avec précaution: différence significative de qualité en 1 et 0.8; et MQI<0.5 très rare



Ex: Vallon des Combes MQI=0,52

Indicateur	Brague Gorges	Brague Biot	Brague Antibes	Valmasq Gorges	Valmasq Biot	Vallon Combes	Vallon Horts
	Note	Note	Note	Note	Note	Note	Note
F1	Continuité longitudinale des flux de sédiment et de bois	A	A	B+	A	A	B A
F2	Présence d'un lit majeur moderne	-	A	A	-	A	B1 B1
F3	Connectivité versant – corridor rivulaire	A	-	-	A	-	- -
F4	Processus de migration des berges	-	B	C+	-	B	C C
F5	Présence d'un corridor potentiellement érodable	-	C	A	-	B	C B
F6	Cohérence entre faciès général du lit et pente de la vallée	A	-	-	A	-	- -
F7	Altération locale du faciès du lit	A	A	A	A	A	C C
F8	Traces de géomorphologie fluviale dans le lit majeur	-	-	-	-	-	- -
F9	Altération de la variabilité naturelle de la section en travers	A	A	A	A	A	C C
F10	Altération de la granulométrie	A	A	A	A	A	C2 C2
F11	Présence de gros bois mort	C	C	C	C	C	C C
F12	Largeur de la ripisylve	A	B-	B	A	C	C B+
F13	Extension linéaire de la ripisylve	A	C	B-	A	C	C C
	Fonctionnalité	0.93	0.65	0.67	0.93	0.65	0.12 0.23
A1	Altération amont de l'hydrologie	A	A	A	A	A	B A
A2	Altération amont du débit solide	A	A	A	A	A	C2 A
A3	Altération hydrologique au sein du tronçon	A	A	A	A	A	A A
A4	Altération du débit solide au sein du tronçon	A	A	A	A	A	A A
A5	Structures transversales	A	C	C	A	C	C C
A6	Protections de berge	A	B	A	A	A	D C
A7	Endiguement artificiels	A	A	B	A	A	C B
A8	Modification artificielle du tracé du cours d'eau	-	A	B	-	A	C C
A9	Autre ouvrages de stabilisation du lit	A	A	A	A	A	A A
A10	Extraction de sédiment	A	B1	B1	A	A	A A
A11	Extraction du bois mort	C	C	C	C	C	C C
A12	Gestion de la végétation	B	C	C	B	C	C C
	Artificialité	0.94	0.84	0.83	0.94	0.89	0.64 0.65
CA1	Ajustement du faciès de lit	A	A	A	A	A	A A
CA2	Ajustement de la largeur du lit	A	A	B	A	A	C+ A
CA3	Ajustement du niveau du lit	A	A	A	A	A	A A
	Ajustement du chenal	1.00	1.00	0.88	1.00	1.00	0.75 1.00
	Morphological Quality Index MQI	0.94	0.82	0.80	0.94	0.85	0.52 0.58

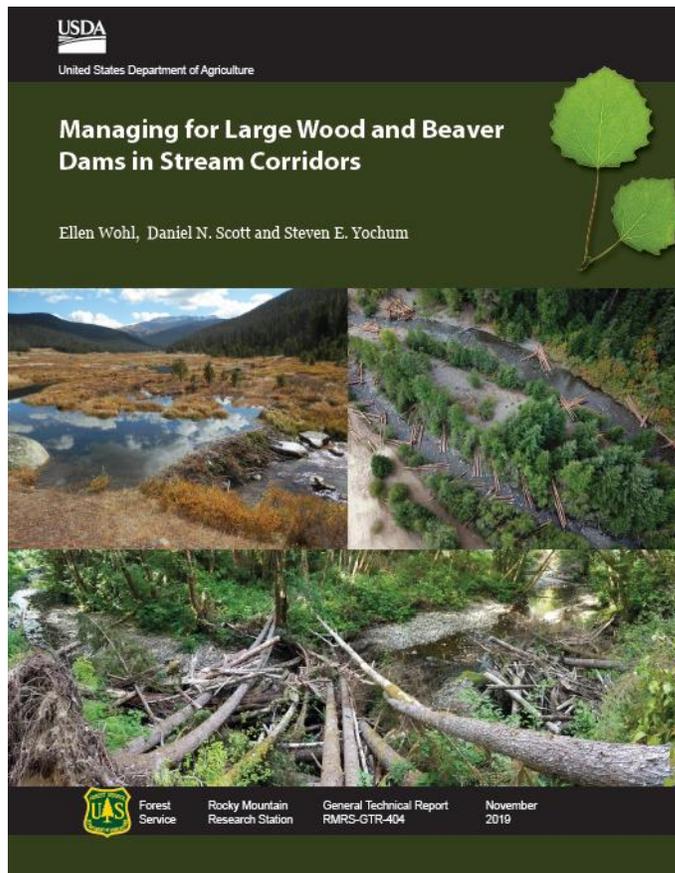
Conclusions

- Production extraordinaire de flottants lors de la crue extrême de Oct. 2015 malgré 20 ans d'entretien consciencieux...
- 3000+ arbres arrachés sur des linéaires de ± 5 km de long
- *Qu'est ce qui n'a pas marché?* → lors des crues morphogène, la majorité du bois flottant est recruté parmi **les arbres sur pied** par érosion de berge, etc.
- 2/3 des volumes sont restés dans les gorges boisées! → Le premier des pièges à embâcles, c'est la ripisylve!
- La protection contre le 1/3 restant nécessite de changer les ponts ou de mettre en place des pièges à embâcles sur lesquels focaliser l'entretien, ... ainsi qu'en aval!

Merci de votre attention!

Conseil de lecture...

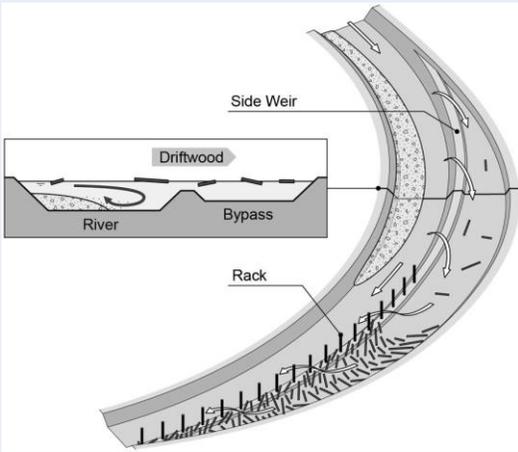
Wohl E, Scott DN, Yochum SE. 2019. Managing for large wood and beaver dams in stream corridors
<https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/59331>



OFEV. 2019. Bois flottant dans les cours d'eau. Office fédéral de l'environnement, Berne www.bafu.admin.ch/uw-1910-f



Embâcles – Transverse ou en dérivation?

	OUVRAGE TRANSVERSAL	OUVRAGE EN DÉRIVATION
DÉFINITION	L'ouvrage occupe l'ensemble de la section en travers du cours d'eau.	L'ouvrage est situé hors du lit mineur, généralement en extrado d'un coude sur une terrasse alluviale aménagée
ILLUSTRATION	 <p>Ouvrage sur un torrent en Vale de Suza (It.)</p>  <p>Ouvrage sur la rivière torrentielle de la Beous (05)</p>	 <p>Ouvrage sur la Sihl (Ch.), schéma tiré de Schmocker and Weitbrecht (2013, <i>Journal of Hydraulic Engineering</i>)</p>
SITE GÉNÉRAL	<p>PROPICES EN</p> <p>Zone de dépôt naturelle (lit assez large, pente relativement faible). Zone où on peut accepter une rehausse local des lignes d'eau. Cours d'eau torrentiel (fort transport solide, faible hauteur d'eau comparée au diamètre des flottants)</p>	<p>Méandre bien marqué, espace disponible en extrados. Cours d'eau fluvial (vitesses faibles, hauteur d'eau significativement plus grande que le diamètre des flottants, transport solide marginal)</p>
AVANTAGE	<p>Adapté aux torrents. Peut aussi servir de plage de dépôt (piège à graviers).</p>	<p>Ouvrage situé hors du lit mineur (entretien facilité). Limite la hausse des niveaux d'eau amont puisque la majorité du flux d'eau contourne l'ouvrage par l'intrados dans le lit mineur.</p>
INCONVENIENT	<p>Peut induire une surélévation du niveau d'eau en amont.</p>	<p>Nécessite de la place et un méandre adapté. N'est pas adapté au contexte torrentiel (fort transport solide)</p>
POUR BRAGUE	<p>Aux débouchés des gorges</p> 	<p>Méandre en amont de l'A8.</p> 