

Suivis écologiques de projets de restauration de cours d'eau dans le bassin Rhin-Meuse

<u>Maître d'ouvrage :</u>	 <p>Agence de l'Eau Rhin-Meuse Route de Lessy Rozérieulles B.P.30019 57161 MOULINS-LES-METZ</p>
<u>Prestataires :</u>	<p>groupement ConfluenS</p>  <p>Fluvial.IS conseil en hydromorphologie</p> <p>dubost ENVIRONNEMENT ET MILIEUX AQUATIQUES</p> <p>Climax Bureau d'études en aménagement et développement durable 57000 MOULINS-LES-METZ</p>

L'Orne à Hatrize : suivis écologiques 2014-17

NOTE PEDAGOGIQUE

septembre 2017

Site d'étude	L'Orne de Labry à Hatrize
Mission(s)	Mission E : synthèse
Mandataire	<p>SARL Fluvial.IS 16 rue de la Gare 57320 GUERSTLING www.fluvialis.com</p> 
Rédaction/cartographie	<p>M. CHARRIER Patrick (Fluvial.IS) M. JANODY Yves (Dubost-Environnement et Milieux Aquatiques) M. DOR Jean-Charles (Climax) M. REMY Geoffrey (Fluvial.IS)</p>

Sommaire

Table des matières

1	Le secteur d'étude.....	3
1.1	Rappel du contexte	3
1.1.1	Contexte naturel.....	3
1.1.2	Historique du site	5
1.1.3	L'effacement de l'ouvrage de l'ancien moulin d'Hatrize (2010)	5
1.2	Organisation du suivi après travaux	7
1.2.1	Localisation des stations de suivi	7
1.2.2	Contraintes	7
2	Méthodologies et protocoles employés	8
3	Résultats.....	8
3.1	Formes du cours d'eau	8
3.2	Evolution de l'écologie terrestre	11
3.3	Qualité de l'eau	12
3.3.1	Etat initial avant travaux (finalisation de l'effacement)	12
3.3.2	Situation après travaux (finalisation de l'effacement)	14
3.4	Faune aquatique.....	15
3.4.1	Etat initial avant travaux (finalisation de l'effacement)	15
3.4.2	Situation après travaux (finalisation de l'effacement)	16
4	Premiers résultats	18
4.1	Des conditions d'observations de l'évolution avant-après très défavorables	18
4.2	Essai de synthèse des évolutions constatées	19
4.3	Perspectives.....	20

1 LE SECTEUR D'ÉTUDE

1.1 Rappel du contexte

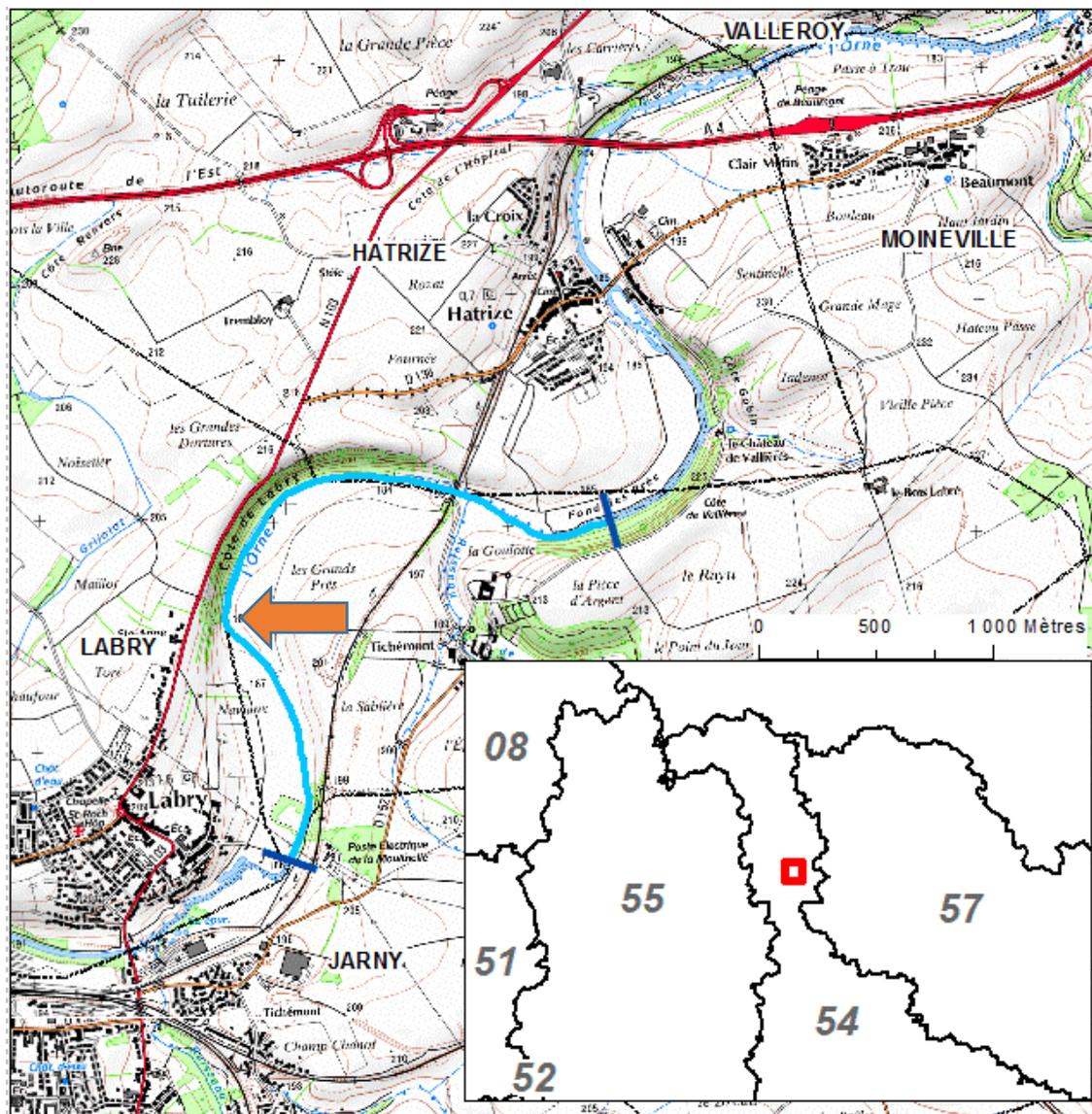


Figure 1 : localisation du linéaire d'étude entre les communes d'Hatrize et de Labry (54) avec la limite de l'influence en 2009 de l'ancien moulin d'Hatrize (flèche)

1.1.1 Contexte naturel

- ✓ Un cours d'eau de côtes calcaires et marno-calcaires

Naturellement, l'Orne reste ici une rivière de plaine à très faible pente, dans une vallée relativement encaissée (où les seuils de fonds rocheux peuvent exister). Les alternances radiers mouillés peuvent exister mais le faciès dominant reste celui du plat courant.

Il est tout à fait naturel sur ce type de cours d'eau que l'activité morfo-dynamique soit modérée, même en l'absence d'impact de type seuils transversaux ou de travaux de recalibrage (cf. AERM, 1988, Typologie des cours d'eau du bassin versant Rhin-Meuse).

Les évolutions à attendre seront donc en règle générale très progressives.

Une étude Confluens

✓ Caractéristiques générales

L'Orne prend sa source à Ornes (320 m d'altitude) et développe environ 90 km de linéaire jusqu'à sa confluence avec la Moselle à Richemont (155 m). Le bassin amont de L'Orne, principalement rural, est occupé par des argiles de la Plaine de Woëvre.

Sur le secteur étudié, la pente de l'Orne est faible (0,3‰) et la rivière développe des méandres libres. La largeur du lit est d'environ 20 à 25 m au fond d'une vallée assez étroite (50-130 m). Ses caractéristiques naturelles lui procurent une faible puissance (environ 10 W/m²), qui en fait un cours d'eau qui réagit assez lentement aux modifications que l'homme peut lui imprimer.

Dans le détail, la pente de l'Orne à l'amont d'Hatrize est beaucoup plus variée :

- de l'aval direct de l'ancien seuil à l'aval du gué de la Goulotte, la pente est quasi-nulle bien qu'aucun seuil résiduel ne soit perceptible ; il s'agit probablement de l'effet de l'ouvrage de l'ancien moulin de Moineville ;
- de la passerelle de Labry à l'aval du gué de la Goulotte, la pente de la ligne d'eau de l'Orne à l'étiage est de 0,5 ‰, ce qui représente une pente faible.



Photo 1 : le radier provoqué par le gué de la Goulotte (01-09-2014)

Dans ce secteur, le lit majeur est occupé par des prairies. Les berges accueillent une ripisylve (boisements de bords de rivière) discontinue. La ripisylve a des effets sur les milieux aquatiques, les milieux terrestres, ainsi que des rétroactions importantes sur la géomorphologie.

Une étude ConfluenS

1.1.2 Historique du site

✓ Rappel de la situation dans les années 1950-1980

Dans les années 1980, l'Orne avait fait l'objet de travaux lourds afin de privilégier une expulsion rapide des crues vers l'aval mais qui avaient entraîné une forte banalisation des types d'écoulements (curages, etc.). Les effets de ces travaux ajoutés à l'impact hydraulique du barrage remettaient fortement en cause les nouveaux objectifs de « bon état écologique » (DCE, 2000).

A cette époque, le seuil nivelait les écoulements sur 5 km vers l'amont en provoquant un réchauffement exagéré de l'eau, une « hyper-eutrophisation », une évaporation exagérée de l'eau, un envasement des fonds, tout en bloquant la continuité piscicole (figure suivante).

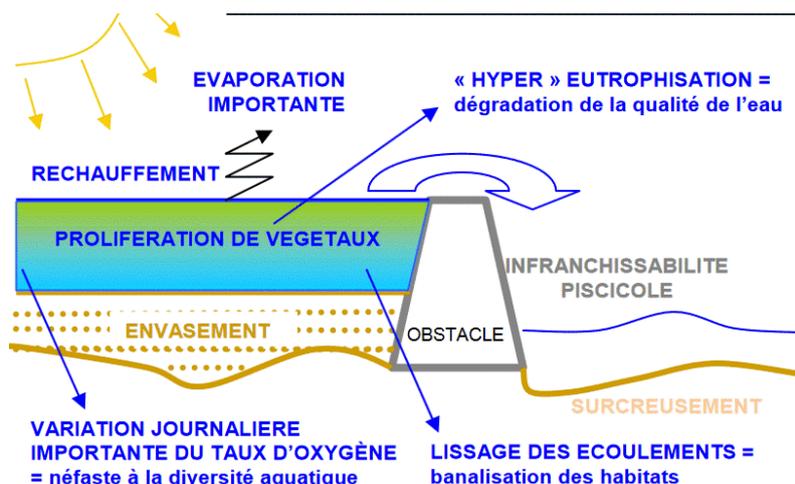


Figure 2 : les différents effets d'un seuil sur le milieu aquatique (in retour d'expérience : l'Orne à Hatrize, AERM, 2011)

✓ Une restauration progressive (1988-2010)

L'activité liée à l'énergie hydraulique de l'ancien moulin d'Hatrize s'est arrêtée en 1988. Suite à son abandon, le seuil partiteur s'est peu à peu dégradé, entraînant l'apparition de brèches de plus en plus importantes jusqu'en 2008 (cf. § suivant).

Parallèlement, le Syndicat des Communes Riveraines de l'Orne (SCRO) a mis en œuvre un programme pluriannuel de restauration du cours principal sur le cours de l'Orne en Meurthe-et-Moselle (gestion de la végétation et des annexes hydrauliques).

Finalement, en décembre 2008, alors que la réflexion était déjà engagée pour une intervention sur l'ouvrage, une crue provoqua une brèche importante qui ne laissait plus subsister qu'une chute d'eau de 30 cm (SINBIO, 2008).

1.1.3 L'effacement de l'ouvrage de l'ancien moulin d'Hatrize (2010)

✓ Principes et objectifs des travaux

Les travaux ont consisté en le dérasement total du seuil résiduel de l'ancien moulin d'Hatrize afin d'optimiser le gain sur la qualité des milieux (lutte contre l'eutrophisation, l'envasement, la dégradation des milieux aquatiques) et sur la gestion du site (entretien). On estimait que l'influence résiduelle de l'ouvrage était de 3 km (in AERM, 2011).

En effet, lorsqu'il était en activité l'influence du barrage remontait jusqu'à Labry (5km). Suite à différentes brèches, son influence en 2009 (avant les derniers travaux) ne remontait déjà plus aussi loin.

Une étude Confluens

✓ *Nature et importance des travaux réalisés*

Les travaux ont été réalisés au printemps 2011 sous maîtrise d'œuvre du bureau d'étude SINBIO par l'entreprise SETHY pour un coût de 442 430,00 TTC (financement à 60% par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 30 % par le Conseil Régional de Lorraine et 10 % par le Syndicat des Communes Riveraines de l'Orne).

Outre l'effacement du barrage de retenue, ces travaux ont pris en compte :

- le réaménagement du bief et de l'île formée par le bras d'amenée à l'ancien moulin,
- la création de différents accès à la rivière et la végétatisation des berges,
- travaux de protection du seuil du pont de chemin de fer par l'aménagement d'un seuil de fond à l'aval immédiat du viaduc de voie ferrée,
- la réhabilitation écologique (noue de Labry).



Photo 2 : le site avant (document SINBIO) et après l'effacement

1.2 Organisation du suivi après travaux

1.2.1 Localisation des stations de suivi

Depuis 2010, un certain nombre de suivis de l'effet de ces travaux ont été engagés. Ces suivis ont eu lieu soit sur des « stations » de taille réduite, soit sur des linéaires plus continus. Ils sont répartis entre la passerelle de Labry et l'amont d'Hatriz (fig. ci-dessous)

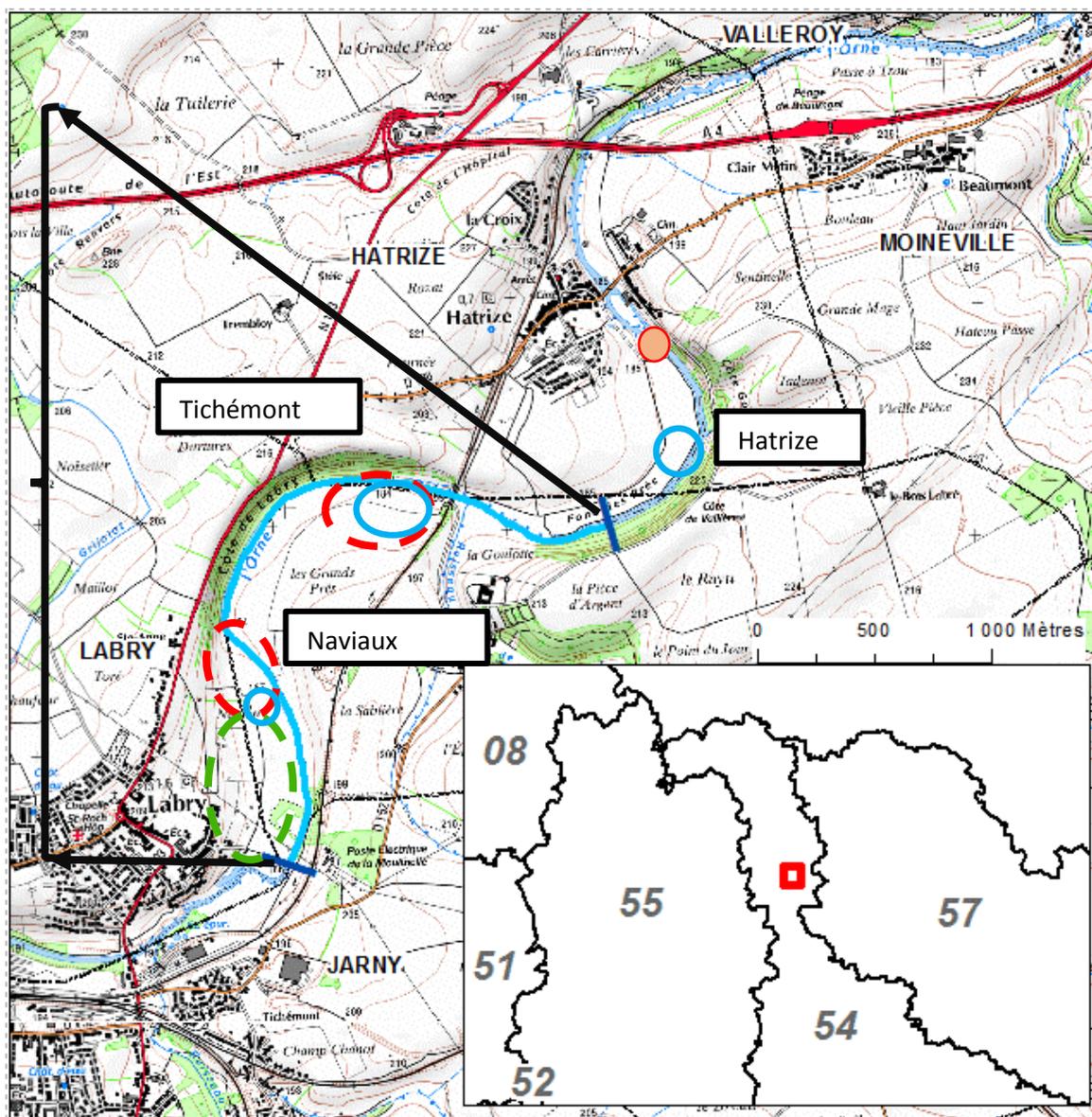


Figure 3 : localisation du linéaire d'étude (topographie, faciès, ripisylve) (accolade) et des 3 stations « Naviaux », « Tichémont » et « Hatriz » qui ont fait l'objet de relevés plus ponctuels : habitats du lit majeur (cercle vert), hydrobiologies et/ou physico-chimie (cercles turquoise) et stations Carhyce (cercles rouges)

1.2.2 Contraintes

Le suivi du résultat des travaux réalisés en 2010 est compliqué par l'absence de données d'état initial réel avant formation des brèches (pas de données bathymétriques, peu de données topographiques, pas de données hydromorphologiques ni biologiques).

Une étude ConfluenS

De plus, il subsiste un seuil de fond au niveau du pont SNCF qui produit, comme l'ancien ouvrage, une retenue d'eau lors des niveaux de basses eaux. Cela a pour conséquence de masquer une partie des effets de l'abaissement de la ligne d'eau par les travaux.

2 METHODOLOGIES ET PROTOCOLES EMPLOYES

Les missions commandées sur le site de la restauration de l'Orne à l'amont d'Hatriz (hors réunions et synthèse) ont été les suivantes :

- mission A1 : application du protocole Carhyce (2 stations)
- mission A2 : réalisation de mesures topographiques (3 km)
- mission A3 : mesures des faciès d'écoulement (3km)
- mission A4 : mesures des linéaires stabilisés et du taux d'érosion (3km)
- Mission A5 : mesures liées à la ripisylve (3 km)
- mission B2 : échantillonnages des macroinvertébrés (1 station)
- mission B4 : caractérisation biologique du lit majeur (5 ha)
- mission D : mesures de paramètres de physico-chimie (2 stations)

Trois bureaux d'étude ont été sollicités : Fluvial.IS (missions A1 à A4), Climax (Missions A5 et B4) et Dubost-Environnement et milieux aquatiques (Missions B2 et D).

3 RESULTATS

3.1 Formes du cours d'eau

Les relevés topographiques et bathymétriques réalisés permettent de relativiser l'importance de l'effacement total de l'ouvrage d'Hatriz : une partie de l'effet de l'effacement des 30 cm de chute résiduelle est masquée par l'exondement du seuil de la ligne de chemin de fer au milieu du tronçon et qui fait persister un écoulement très lent en basses eaux sur 1200 m.

De plus, à l'aval, l'influence de l'ouvrage de Moineville est à confirmer car elle semble remonter quasiment jusqu'au seuil de la Goulotte.

Enfin, aucune érosion significative, ni des fonds, ni des berges n'a été relevée.

Les cartographies des types d'écoulement en basses eaux (*faciès*) ont permis de visualiser :

- les variations de faciès d'écoulement dans le tiers amont de l'ancienne retenue. La diversité de ces faciès est la conséquence directe de l'apparition de bancs alluviaux et autre ruptures de pente dans le profil en long, suite à la suppression de l'ouvrage d'Hatriz. Cette observation avait déjà été faite quelques mois après les travaux de suppression du seuil.

- La majorité du linéaire (67%) est néanmoins dominée par un faciès de type chenal lentique (très lent) :

- dans la partie centrale : influence du seuil résiduel sous le viaduc SNCF,
- dans la partie aval : limite de l'influence de l'ouvrage de Moineville et/ou surcalibrage historique du lit à l'amont d'Hatriz.

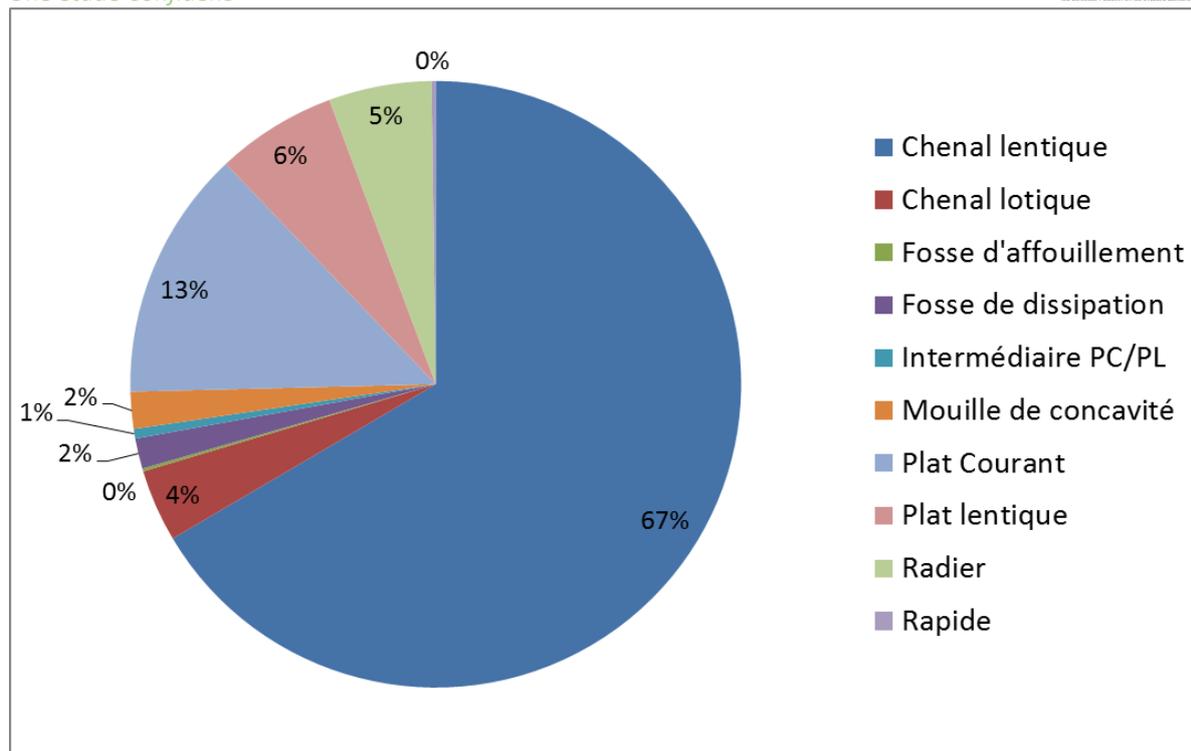
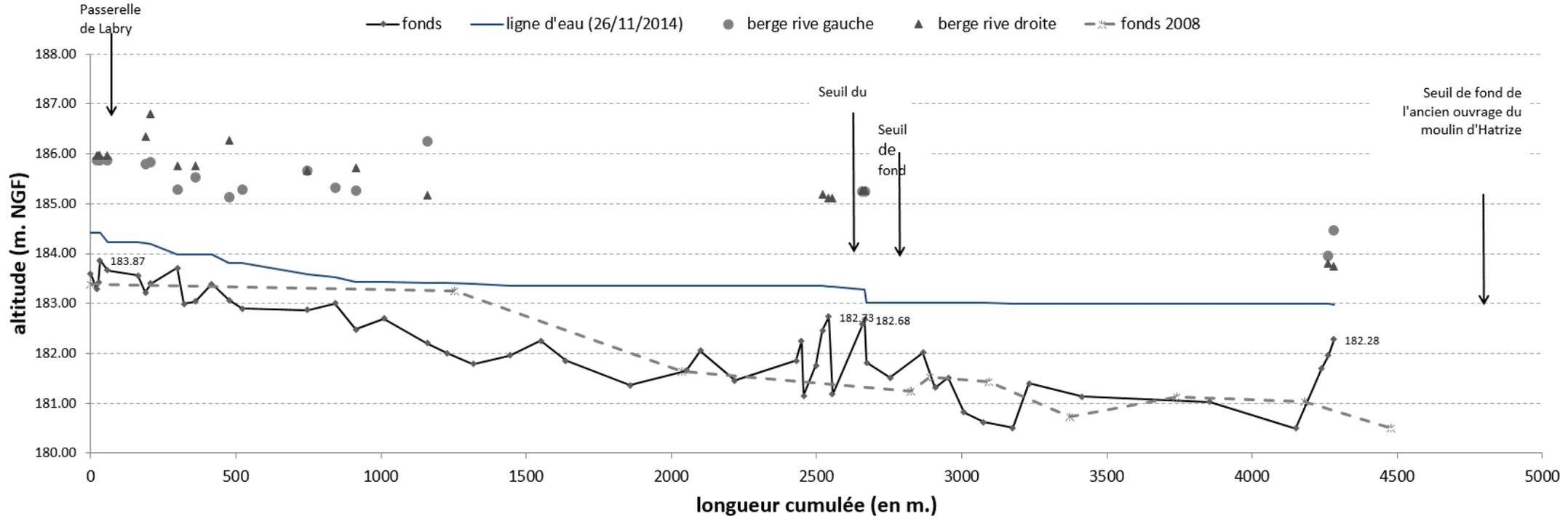


Figure 4 : Fréquences de répartition des faciès sur l’Orne en amont du seuil d’Hatrize détruit.

Par contre, le rapprochement que nous pouvons réaliser entre le profil réalisé pour EGIS (SINBIO, 2008) et notre profil en long (page suivante), tout en tenant compte du fait que la précision des données du profil 2008 (densité des points) est moindre, semble montrer l’expulsion d’une partie des matériaux du lit, principalement sur la zone amont (amont du remous du seuil du pont SNCF) (fig. suivante).

Profil en long ORNE_26_11_2014



Une étude ConfluenS

Par ailleurs, on a pu constater un certain affaissement de berge avec la formation de banquettes latérales. Elles sont en cours de végétalisation arbustive après avoir été colonisées par les héliophytes.



Photo 3 : L'abaissement de la ligne d'eau a libéré des banquettes en rive propice à une colonisation progressive par une végétation adaptée (vue vers l'amont)

Le réajustement du gabarit du cours d'eau est le facteur qui est susceptible d'évoluer encore. Sur la station de « Tichémont » les valeurs de largeur du lit mineur sont plus proches de 25 m avec des tirants d'eau souvent entre 3 et 3,5 m à pleins bords. Il s'agit probablement des profils les plus conformes au gabarit de l'Orne avant que l'ouvrage d'Hatrive ne soit effacé.

Sur l'Orne à « Naviaux » (Labry), les profils en travers montrent déjà un ajustement de la largeur du lit entre 20 et 25 m.

Le resserrement progressif du lit, son encaissement moindre pourrait permettre à terme une certaine diversification (très) progressive du lit.

3.2 Evolution de l'écologie terrestre

La qualité de la ripisylve est assez moyenne avec une part dominante en état assez moyen. Les tronçons sans ligneux totalisent plus de 500 m, soit 10% du linéaire total.

Les parties en bon état relèvent majoritairement de la rive droite du secteur sous la Côte de Labry. Ce tronçon présente une particularité : l'alimentation en eau des boisements rivulaires provient aussi du pied du versant où naissent de petits sourcins. Ces sourcins précipitent du CaCO_3 et sont colonisés par une végétation originale (*Equisetum telmateia*).

Ailleurs, la végétation riveraine présente des faciès variés : des peuplements dominés par le Saule fragile à des peuplements peu alluviaux dominés par le Tremble. Quelques plantations de peupliers ont également été réalisées.

Une étude ConfluenS

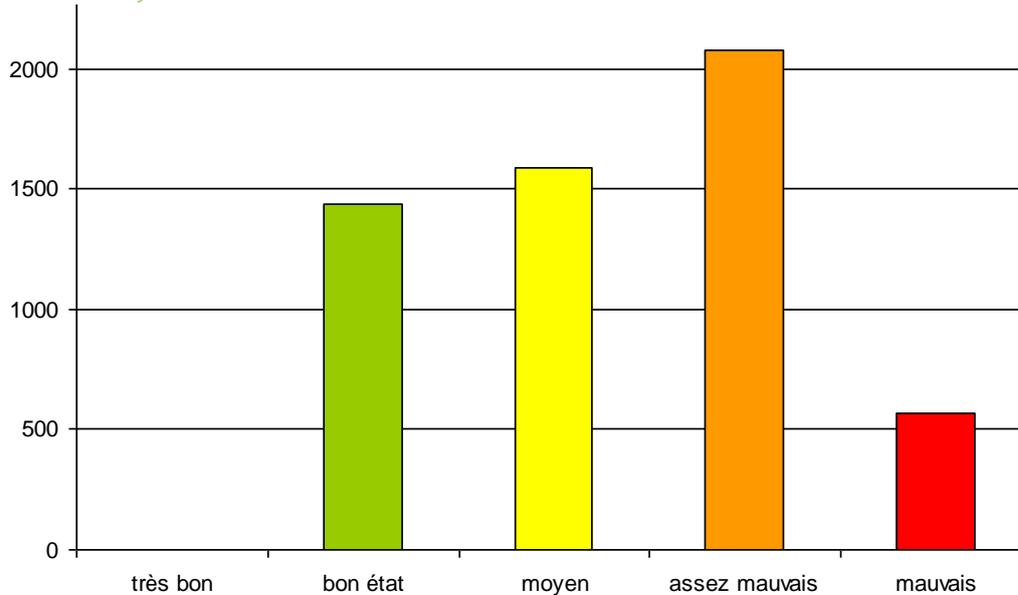


Figure 5 : état de la ripisylve de l'Orne

L'abaissement de la ligne d'eau moyenne de l'Orne a eu des conséquences directes sur les ligneux en place. Des dépérissements s'observent presque jusqu'à la passerelle de Labry à l'amont, particulièrement pour les essences les plus hygrophiles (saule fragile). La ripisylve au pied de la Côte de Labry, qui présente la meilleure qualité bénéficie d'apports d'eau collinaires qui limitent les effets négatifs de l'aménagement. Ce secteur original (suintements carbonatés) devrait évoluer favorablement.

Ailleurs, excepté un secteur assez sévèrement touché (rive droite, à l'amont), les peuplements assez jeunes, parfois très lacunaires et certains dominés par des ligneux à large amplitude, semblent peu influencés. Des essences alluviales devraient peu à peu investir l'intérieur de berge mais le maintien du frêne, espèce structurante de la ripisylve naturelle est compromis par la chalarose.

Le lit majeur de l'Orne, assez bien délimité par des versants francs, est dominé par les prairies permanentes. Il s'agit de prés de fauche mésohygrophiles en assez bon état floristique. A l'amont subsiste une assez grande annexe hydraulique qui a fait l'objet de travaux (creusement, reconnexion). Cette annexe comporte des boisements alluviaux à Saules fragile/blanc en assez bon état.

Les effets des travaux sont encore difficiles à percevoir, sinon que des habitats nouveaux sont apparus dans l'annexe creusée.

3.3 Qualité de l'eau

3.3.1 Etat initial avant travaux (finalisation de l'effacement)

D'après les données disponibles, il peut être conclu que la qualité d'eau de l'Orne dans la période récente avant travaux (2006-2009) présente globalement un potentiel déficit d'oxygénation ainsi que des taux de carbone organique, de phosphore total, de nitrites, de chlortoluron et de métazachlore qui ne permettent pas l'atteinte du bon état écologique (mais la classe d'état écologique moyen). Des apports domestiques (concernant le phosphore, le carbone organique et l'oxygénation) et phytosanitaires (concernant le phosphore, les nitrites, le chlortoluron et le métazachlore) peuvent donc être suspectés pour l'Orne dans ce secteur.

Une étude Confluens

D'autre part, sur les 40 substances chimiques dosées entre 2006 et 2009 selon les données disponibles sur le SIERM, aucun paramètre n'a été signalé comme relevant de la classe de mauvais état chimique (classe de bon état pour tous les autres relevés).

Paramètres	Année(s)										Etat écologique 2013-2015		
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2013-2015	Classes d'état	
Température (P90, °C)	23.3	21.9	22.1	19.8	20.1	22.5	19.4	17	19.7	19.1	19.5	Température	Paramètres généraux
pH (min)	7.8	7.9	7.8	7.85	7.85	7.5	7.9	7.9	7.8	7.7	7.8	Acidification	
pH (max)	8.24	8.2	8.3	8.23	8.2	8.3	8.1	8.25	8.1	8.1	8.2		
Conductivité (P90, µS/cm)	671	796		738	711	768	713	660	691	670	669	salinité	
Chlorures P90 (mg Cl/l)	35							29			29		
Sulfates P90 (mg SO4/l)	61.5							55.6			55.6		
O ₂ dissous (P10, mg O ₂ /l)	6.1	7.6	6.8	6.1	5.3	6.6	5	7.4	5.4	6.65	6.65	Bilan de l'oxygène	
Tx Sat. O ₂ (P10, %)	64	84	74	62	57	63	51	75	59	69	69		
DBO5 (P90, mg O ₂ /l)	2.7			2.6	2.6	2.7	3.1	2.2	2.4	1.6	2.2		
Carb. Org. (P90, mg C/l)	7.9			7.6	7.7	7.8	7.5	5.9	5.2	7.1	6.2		
Phosphates (P90, mg PO ₄ ³⁻ /l)				0.24	0.31	0.28	0.19	0.13	0.22	0.24	0.23	Nutriments	
Phosphore total (P90, mg P/l)	0.31			0.36	0.2	0.18	0.35	0.14	0.21	0.22	0.21		
Ammonium (P90, mg NH ₄ ⁺ /l)	0.54			0.34	0.23	0.12	0.37	0.15	0.18	0.82	0.18		
Nitrites (P90, mg NO ₂ ⁻ /l)	46.3			25.7	28	23	29	34	23.9	20.3	32.4		
Chlortoluron (moy, µg/L)	0.198	0.192	0.33	0.16	0.038	0.056	0.0183	0.0288	0.0315	<0.02	0.0219	Polluants spécifiques	
Oxadiazon (moy, µg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	0.0069	<0.005	<0.02		
Thiabendazole (moy, µg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
2,4 D (moy, µg/L)	0.01	0.004	0.00182	0.0109	0.0102	0.0059	0.0052	<0.02	0.034	0.0212	0.0231		
2,4 MCPA (moy, µg/L)	0.134	<0.05	<0.05	<0.05	0.064	0.0074	0.62	<0.02	<0.02	0.059	0.033		
Arsenic dissous (moy, µg/L)									1.14	1.24	1.18		
Chrome dissous (moy, µg/L)									<0.5	<0.5	<0.5		
Cuivre dissous (moy, µg/L)									0.76	0.58	0.68		
Zinc dissous (moy, µg/L)									1.6	2.01	1.77		
Métazachlore (moy, µg/L)	0.032	0.092	0.0217	<0.02	0.05	0.0173	0.0106	0.0215	0.138	0.034	0.063		
Aminotriazole (moy, µg/L)	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.02	0.0202	<0.1		
Nicosulfuron (moy, µg/L)	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.0154	0.0121	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
AHPA (moy, µg/L)	0.47	0.23	0.165	0.4	0.125	0.34	0.206	0.108	0.293	0.55	0.315		
Glyphosate (moy, µg/L)	0.157	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.0267	0.042	0.039	0.11	0.106	0.087		
Diffufénicanil (moy, µg/L)	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	0.0224	0.0264	0.0209		
Tébuconazole (moy, µg/L)	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		

Bentazone (moy, µg/L)	<0.1	0.146	<0.05	<0.05	<0.05	0.0082	0.0074	<0.02	0.086	0.114	0.079	Polluants spécifiques non pertinents pour le bassin Rhin-Meuse
Cyprodinil (moy, µg/L)	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.0068	<0.005	
Imidaclopride (moy, µg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.005	0.0206	<0.02	<0.02	
Iprodione (moy, µg/L)	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Azoxystrobine (moy, µg/L)	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Toluene (moy, µg/L)												
Phosphate de tributyle (moy, µg/L)		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.1	<0.1	<0.005	<0.005	<0.1	
Biphényl (moy, µg/L)		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	<0.01	
Boscalid (moy, µg/L)										0.04	0.04	
Métaldéhyde (moy, µg/L)	<0.1	0.056	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02			<0.02	
Chlorprophame (moy, µg/L)		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.02	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.02	
Xylène (moy, µg/L)												
Linuron (moy, µg/L)	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Chlordecone (moy, µg/L)												
Pendiméthaline (moy, µg/L)	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.02	

L'état écologique est calculé selon les critères de l'arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique. Pour les métaux, la moyenne a été calculée sans retrancher le fond géochimique et la fraction biodisponible du cuivre et du zinc n'a pas pu être évaluée. La totalité de la fraction dissoute a été prise en compte pour le calcul de la moyenne du cuivre, du zinc, de l'arsenic et du chrome. Le diagnostic d'état pour ces quatre paramètres est probablement plus pénalisant qu'il ne l'est en réalité.

Légende :

Etat/Potentiel écologique

Très bon	Très bon
Bon	Bon
Moyen	Moyen
Médiocre	Médiocre
Mauvais	Mauvais
Non déterminé / Inconnu	Non déterminé / Inconnu

3.3.2 Situation après travaux (finalisation de l'effacement)

D'après les données disponibles, il peut être conclu que sur la période 2011-2015, la qualité d'eau de l'Orne dans la période post-travaux ne pose aucun problème particulier et relève de la classe de bon état écologique (voire de très bon état écologique) pour les paramètres de température et d'acidification. Les paramètres de l'oxygénation et des nutriments restent quant à eux dégradés (classe d'état écologique moyen) du fait des valeurs récurrentes de la saturation (et du taux d'oxygène dans une moindre mesure), du carbone organique, du phosphore et des nitrites. Il en va de même pour les polluants spécifiques, du fait des valeurs d'arsenic dissous (non dosé en état initial), de méta-zachlore et de diflufenicanil (valeurs non exploitables pour la chronique de l'état initial). Ce constat révèle donc une situation de qualité d'eau qui ne semble pas avoir évolué entre la période « avant travaux » (et même depuis le début du processus de l'effacement progressif de l'ouvrage par les brèches constatées en 2008) et celle « après travaux ».

Concernant les 4 autres relevés de données physico-chimiques effectués en 2014 (2 stations) et 2015 (2 stations), les résultats indiquent que l'Orne, aux deux stations et aux deux campagnes (septembre 2014 et 2015), se classe, pour la quasi-totalité des paramètres étudiés, en classe d'état écologique bon à très bon. Seul le carbone organique aux deux stations en septembre 2015 correspond à la classe d'état écologique moyen (en cohérence avec les résultats de la station SIERM de Tichémont).

	L'orne à Hatrizé 01/09/2014		L'orne à Hatrizé 14/09/2015	
	ORNE 1	ORNE 2	ORNE 1	ORNE 2
Heure de prélèvement	17h30	16h50	11h00	10h30
pH (unités pH)	8,3	8,2	7,8	8,3
Matières en suspension (mg/l)	4	8	< 2	3
DBO5 (mgO2/l)	1,2	1,2	1,8	1,7
DCO (mgO2/l)	16	16	21	18
COD (mg C/l)	6,1	6,2	8,3	8,3
Nitrates (mg NO ₃ /l)	9	14,8	1,2	0,6
Nitrites (mg NO ₂ /l)	0,05	0,09	0,05	0,01
Azote Kjeldahl (mg N/l)	0,7	1,1	0,8	0,6
Azote total (mg N/l)	2,75	4,47	1,09	0,74
Orthophosphates (mg PO ₄ /l)	0,241	0,262	0,322	0,254
Phosphore total (mg P/l)	0,05	0,06	0,15	0,12
Turbidité (NFU)	2,2	3,6	1,6	1,5
Oxygène dissous (mgO2/l)	10,16	7,90	8,08	10,04
Saturation en oxygène (%)	110,3	84,1	86,4	107,2
Température de l'eau (°C)	17,8	17,7	17,1	17,0
Conductivité (µS/cm)	543	562	478	504
Intensité lumineuse (Lux)	41000	19000	35 000	8 850

Sur ces 2 stations, des enregistrements de température en continu ont également été effectués, On a pu constater qu'en fin d'automne et hiver les variations sont peu (ou pas) marquées entre le jour et la nuit. Lorsque les températures remontent, les variations entre le jour et la nuit sur une même station sont de plus en plus marquées, surtout sur la zone hors influence du seuil résiduel.

3.4 Faune aquatique

3.4.1 Etat initial avant travaux (finalisation de l'effacement)

Les macro-invertébrés les plus exigeants sont deux fois plus variés dans la zone hors remous d'ouvrage par rapport à la zone qui était sous influence du seuil résiduel d'Hatriz. Cela suggère donc qu'avant travaux la station située la plus en amont dans l'influence du remous était déjà plus propice à la macrofaune benthique que la station de Tichémont.

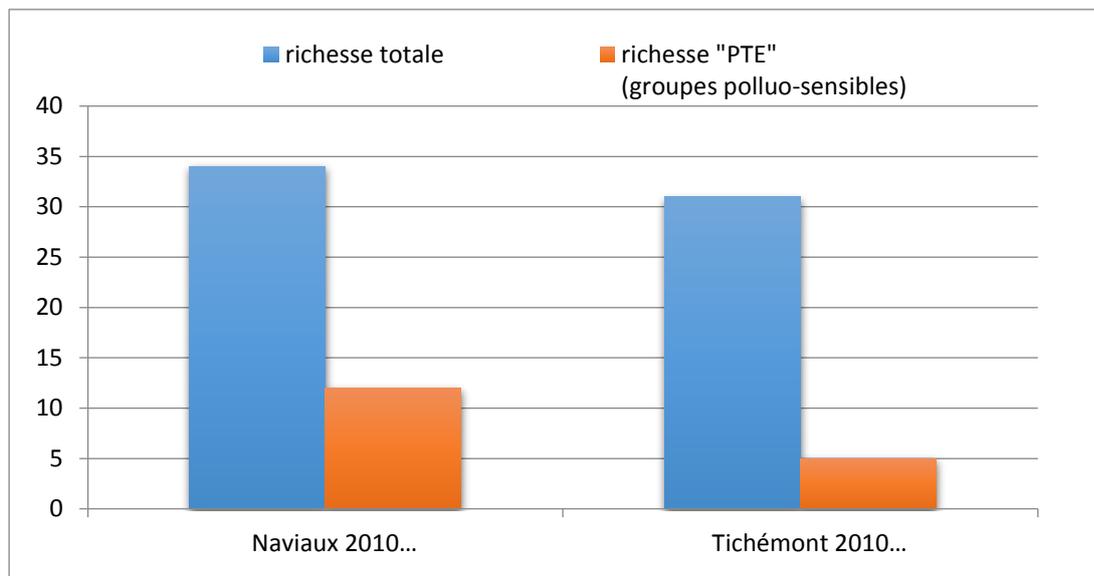


Figure 6 : Richesse taxonomique des macro-invertébrés (situation avant travaux)

Pour les poissons, on constate que la partie « amont » de l'Orne « hors remous hydraulique » (station « Croix-de-Boncourt ») abrite globalement une densité piscicole bien supérieure à celle de la station influencée par le seuil SNCF (« Tichémont ») : en 2010, ce rapport est de 10 fois plus. En revanche, en termes de richesse spécifique, le nombre d'espèces rencontrées est très comparable (16 ou 18 selon la station et la campagne).

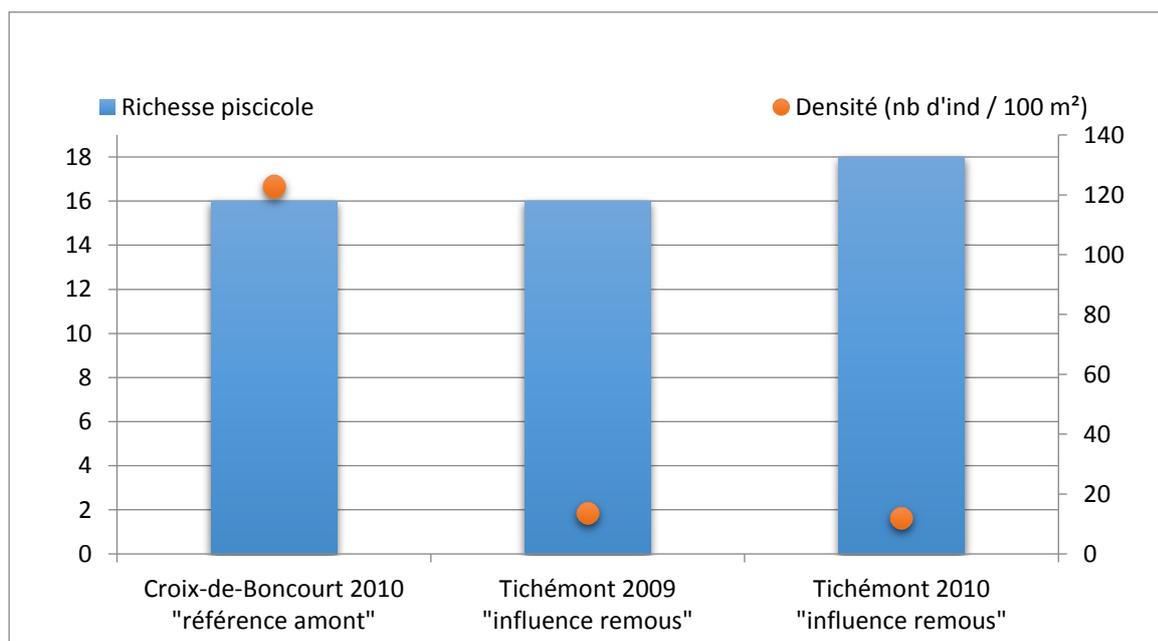


Figure 7 : Caractéristiques globales des peuplements piscicoles (situation avant travaux)

Une étude ConfluenS

Des écrevisses exotiques (écrevisse américaine – *Orconectes limosus*) sont présentes dans l'Orne. Bien que pas forcément recensées à chaque station et/ou à chaque campagne (espèces plus difficiles à attraper par pêche électrique), on peut considérer qu'elles colonisent tout le linéaire de cours d'eau étudié.

3.4.2 Situation après travaux (finalisation de l'effacement)

Après travaux, les macro-invertébrés ont été étudiés au niveau d'une seule station mais à deux campagnes (2014 et 2015).

Par rapport aux données d'état initial de 2010, on constate une situation où la composition du peuplement macrobenthique n'est pas complètement équilibrée : les groupes les plus polluo-sensibles (Plécoptères/Trichoptères/Ephéméroptères) n'arrivent pas à s'installer de manière pérenne, soit du fait d'une qualité d'eau pénalisante, soit en lien avec d'autres pressions d'ordre morphodynamiques (ces groupes étant également les plus sensibles aux conditions physiques du milieu).

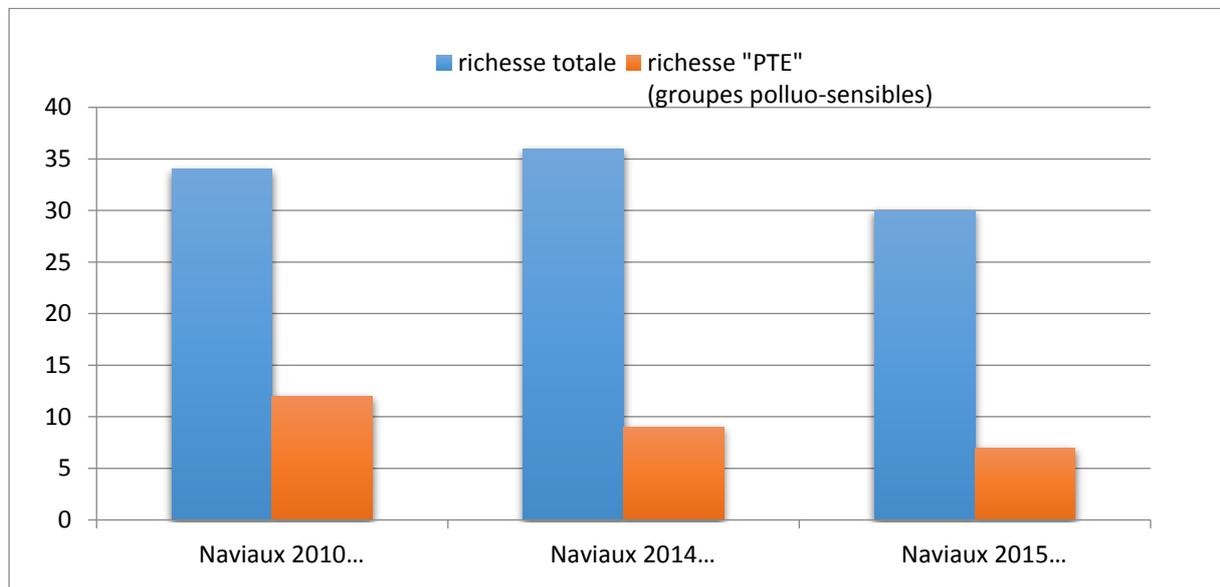


Figure 8 : Richesse taxonomique des macro-invertébrés (évolution avant / après travaux)

Aucune comparaison concrète ne peut être effectuée pour la situation du peuplement macrobenthique avant apparition des brèches et début du processus d'effacement progressif de l'ouvrage étant donné l'absence d'autres données antérieures sur le secteur.

Pour les poissons, en termes de richesse spécifique, on constate que tout le secteur de l'Orne abrite globalement la même diversité d'espèces. Les travaux réalisés ne semblent donc pas avoir modifié la richesse spécifique piscicole au sein du cours d'eau. Cela dit, ces travaux ne concernaient plus qu'une chute résiduelle de 30 cm et il n'est pas possible de comparer avec une situation plus ancienne avant le début de l'effacement progressif de l'ouvrage. Néanmoins, il semble que suite aux travaux et, certainement, de manière plus générale du fait de la régression progressive du remous hydraulique, le peuplement piscicole du secteur s'est équilibré en faveur des espèces rhéophiles.

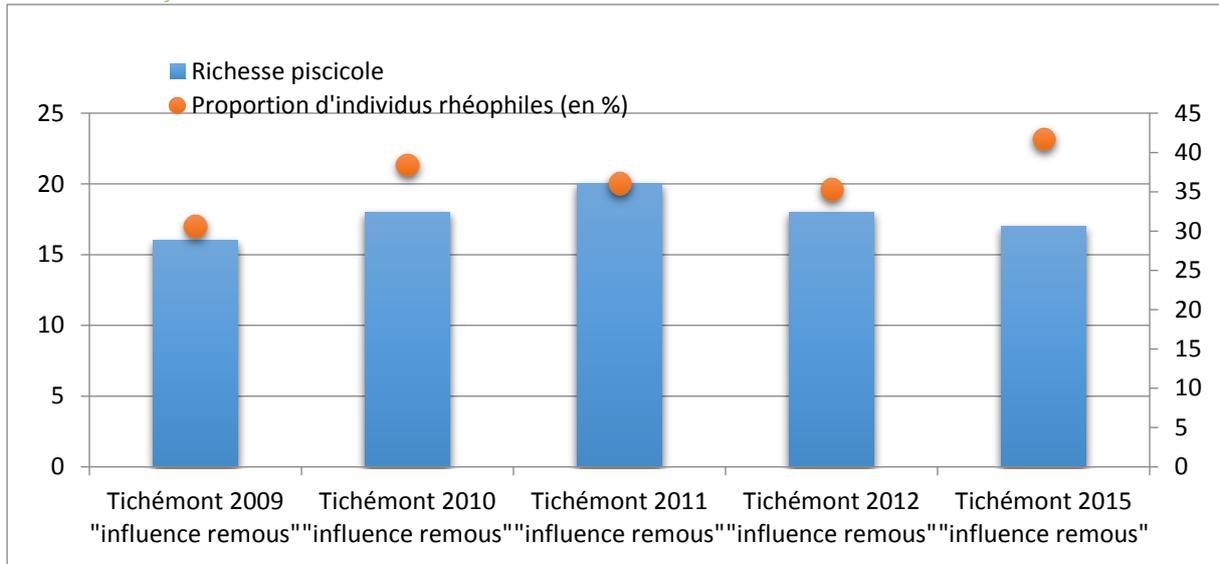


Figure 9 : Composition des peuplements piscicoles à la station Tichémont (évolution avant / après travaux)

4 PREMIERS RESULTATS

4.1 *Des conditions d'observations de l'évolution avant-après très défavorables*

Une des principales difficultés, tous volets confondus tient à la transformation progressive du site (arrêt de l'exploitaton en 1988 : chute de 2 m ; situation avant effacement en 2008 : chute de 0,3 m).

Au caractère très progressif des évolutions sur l'Orne du fait du type même de rivière (cf. § 1.1.1), il faut donc ajouter la difficulté à estimer des changements qui ont été réalisés de façon très progressive (sur une vingtaine d'années) et de façon non complète (persistance de remous hydrauliques sur la zone).

Sous réserve d'un travail d'enquête pour collecter davantage d'informations (photographies anciennes, témoignages, données topographiques, etc.), il est quasiment impossible de reconstituer l'état des milieux et des peuplements aquatiques avant 2008. De plus, les données collectées en 2010 sont également incomplètes et présentent certains biais (diversité des opérateurs, lacune de données précises avant travaux).

Néanmoins, on peut distinguer grossièrement trois grandes phases :

- 1) un lit banalisé sur 5 km de long jusqu'en 1988, situation renforcée par les travaux hydrauliques intervenus après les grandes crues de 1981 et 1983 ;
- 2) des écoulements partiellement et progressivement libérés à partir de l'apparition des premières brèches jusqu'en 2008, accompagné par une gestion raisonnée de la ripisylve et des rives et annexes hydrauliques
- 3) un seuil totalement arasé à partir de 2010 mais qui conserve des caractères modifiés liés à la fois au type naturel du cours d'eau (peu propice à une restauration rapide) et à la persistance de l'influence hydraulique de plusieurs seuils artificiels.

4.2 Essai de synthèse des évolutions constatées

		avant-travaux avant 1988	avant-travaux 2006-2011	après travaux 2014-16	Ten- dance	commentaires
Paramètres physiques	topo - bathymétrie	-	profil en long (2006)	profil en long 2015	+	La comparaison des deux profils semble montrer une expulsion des vases dans la partie amont du secteur
	puissance hydraulique	Très faible	Faible à moyenne	Faible à moyenne	+	Les travaux n'ont pas significativement changé cette situation
	substrats	"dépôts de vases jusqu'à 1m"	"dépôts de vases jusqu'à 1m"	fonds diversifiés (vase à graviers)	+	Envasement sans doute plus important lorsque le seuil était intact. Aujourd'hui, même dans les zones de remous hydrauliques les zones envasées ne sont pas aussi importantes. Dans les zones à écoulements plus rapides, les fonds sont souvent constitués de granulométries grossières (sablo-graveleuses, cailloutis...)
	faciès	plat lentique	2/3 plat lentique	2/3 plat lentique	+ -	Alors que la chute d'Hatrize à 2 m devait provoquer un unique faciès chenal lentique sur tout le linéaire, aujourd'hui celui-ci ne domine plus que sur les 2/3 du linéaire. Les travaux n'ont pas significativement fait évoluer cette situation (influences d'autres seuils)
Physico-chimie	Tichémont	/	dégradation O ² bon état T° et pH	dégradation O ² bon état T° et pH	=	Avant travaux : Tichémont uniquement (2006-2015) : station peut significative car toujours sous l'influence d'un seuil
	Orne 1 - 2		/	dégradation O ² bon état T° et pH	=	nouvelles stations prospectées en 2015
Hydrobiologie	Invertébrés	/	bon état à état moyen	bon état à état moyen	+ -	En général : bon état hors remous (Naviaux), état moyen dans le remous (Tichémont) mais l'équilibre du peuplement semble rester précaire.
	Poissons		variable	variable entre les trois stations	+ -	La station sous l'influence d'un seuil de fond présente les densités les plus faibles. La station libérée du remous s'avère plus propice aux espèces à tendance rhéophiles (ex. vandoise).
Ripsisylve		/	/	Etat variable	- (+)	Etat « bon » à « mauvais » grâce à l'alimentation de versant (RG) ou affecté par des coupes (gestion ancienne) et à des dépérissements (amont).
Lit majeur		/	/	habitats spécifiques dans annexe	+ -	lit majeur globalement assez bien diversifié, bonne reconquête de l'annexe restaurée

Tendances : + (davantage de diversité), - (appauvrissement), +- (tendance plutôt positive)

4.3 Perspectives

En préalable, il convient de rappeler que de nombreuses craintes qui avaient pu être exprimées avant l'arasement final du seuil ne se sont finalement pas réalisées. L'Orne conserve un débit respectable même à l'étiage, les berges ne se sont nullement déstabilisées puisqu'au contraire elles ont été rapidement colonisées par la végétation qui devient peu à peu ligneuse.

Les premiers résultats des suivis montrent que les eaux sur les dont l'écoulement a été restauré sont de qualité bien meilleure que sur les linéaires restés sous influence d'un seuil. Le profil en long est stable et aucune érosion de berge n'est à signaler.

La ripisylve a réussi dans l'ensemble à s'adapter à ces nouvelles conditions, compte tenu également de l'apparition par ailleurs de nouvelles menaces indépendantes des travaux de restauration (chalarose...).

✓ Enseignements généraux de cette mission pour l'optimisation des états zéro

Ces premières missions de suivis ont permis de confirmer l'importance de la précision des mesures à réaliser avant travaux d'effacement d'ouvrage :

- anticipation de l'impact des travaux d'effacement sur le milieu afin de caler au plus juste l'étendue et la nature des mesures à faire pour l'état zéro :
 - levés topographiques et bathymétriques précis ;
 - étude de la zone d'influence (historique du site, types d'habitats naturels/actuels, contexte hydrogéologique, contexte hydrologique, fonctionnement morphodynamique théorique et actuel, ...) ;
 - anticipation du potentiel de réaction de la rivière suite à la transformation ou suppression de l'ouvrage.
- réalisation des relevés hydrobiologiques, physico-chimiques, faune et flore terrestre sur les secteurs présumés restaurés selon des conditions reproductibles, avant travaux.
- réalisation d'un reportage photographique aussi dense que possible avant/après effacement ;

✓ Optimisation de la restauration des milieux

Suite à ces premiers relevés, et fort de la constatation de la plus grande diversité hors de la zone de remous, il pourrait être opportun d'étudier les potentialités qu'offriraient :

- une échancrure voire un effacement total du seuil du pont de chemin de fer (investigations géotechniques nécessaires) ;
- une gestion différente de la ripisylve, en limitant les interventions (exemple intéressant de la saulaie à l'amont) ;
- l'amélioration du traitement des rejets concernés (notamment celui qui se trouve à proximité de la station « Naviaux » en rive droite) ;
- la réduction de l'influence de l'ouvrage de Moineville.

Ces interventions devraient au préalable faire l'objet d'investigations adéquates afin de fixer l'état zéro. Elles présenteraient l'avantage, outre la poursuite de la restauration de ce linéaire de l'Orne, d'offrir des informations complémentaires sur le bénéfice de ce type opérations.

Une étude ConfluenS

✓ Recommandations pour la poursuite du suivi du site de l'Orne à l'amont d'Hatriz

Outre l'intérêt que pourraient représenter les travaux complémentaires de restauration mentionnés ci-dessus, nous préconisons :

- une enquête historique afin de préciser les étapes progressives d'abaissement de la ligne d'eau avant les travaux de 2010 ;
- la réitération à l'horizon 2020 des principales mesures de suivi réalisées en 2015 : hydrobiologie, physico-chimie, profils en travers, faciès, substrats (l'intégralité des relevés Carhyce ne nous paraît pas nécessaire à renouveler à courte échéance) ;
- comme l'avait proposé SINBIO, état sur les sites de travaux (principalement aval de la zone de la présente mission) : zone de l'ouvrage effacé (seuil de fond), accès, berges retalutées et/ou protégées sur site et à l'amont (mesures d'accompagnement), canal d'amenée à l'ancien moulin et île centrale, etc. Ce bilan pourrait être réalisé à l'horizon 2020.

Dix ans après les travaux, l'objectif de ce suivi serait un comparatif coûts/bénéfices sur l'ensemble des mesures en dégagant les capacités de résilience de ce type de cours d'eau et l'opportunité de certaines mesures de restauration.