



Forum technique interrégional Poitou-Charentes / Limousin TECHNICIENS MEDIATEURS DE RIVIERE Lathus 26 janvier 2011

ONEMA DIR4 M. Bramard

Le coût des travaux

constat :

- difficile d'évaluer le coût réel des travaux
- manque d'analyses comparatives des techniques et des coûts/avantages
- surenchère sur certains projets

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

ETUDE DE LA RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ
ÉCOLOGIQUE SUR LES OUVRAGES DE « TRONÇON DE
RIVIÈRES » ou « NOM D'OUVRAGE »

Maître d'ouvrage

Avertissement: Ce document technique est un outil d'aide à la rédaction de cahier des charges qui est mis à disposition des différents maîtres d'ouvrage du département de la Vendée.

Le présent cahier des charges a pour objet l'étude de scénarii d'aménagement(s) d'ouvrage(s) hydraulique(s). Il convient de l'adapter aux particularités des ouvrages ciblés notamment en renseignant les parties figurant en italique dans le corps de texte.

Ce document a été réalisé en partenariat avec l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, l'ONEMA Vendée, la DDTM Vendée, la DREAL des Pays de la Loire, le Forum des Marais Atlantiques.

Juillet 2010

transversaux

es variées

ent)

aménagement d'ouvertures, petits
issables par conception...

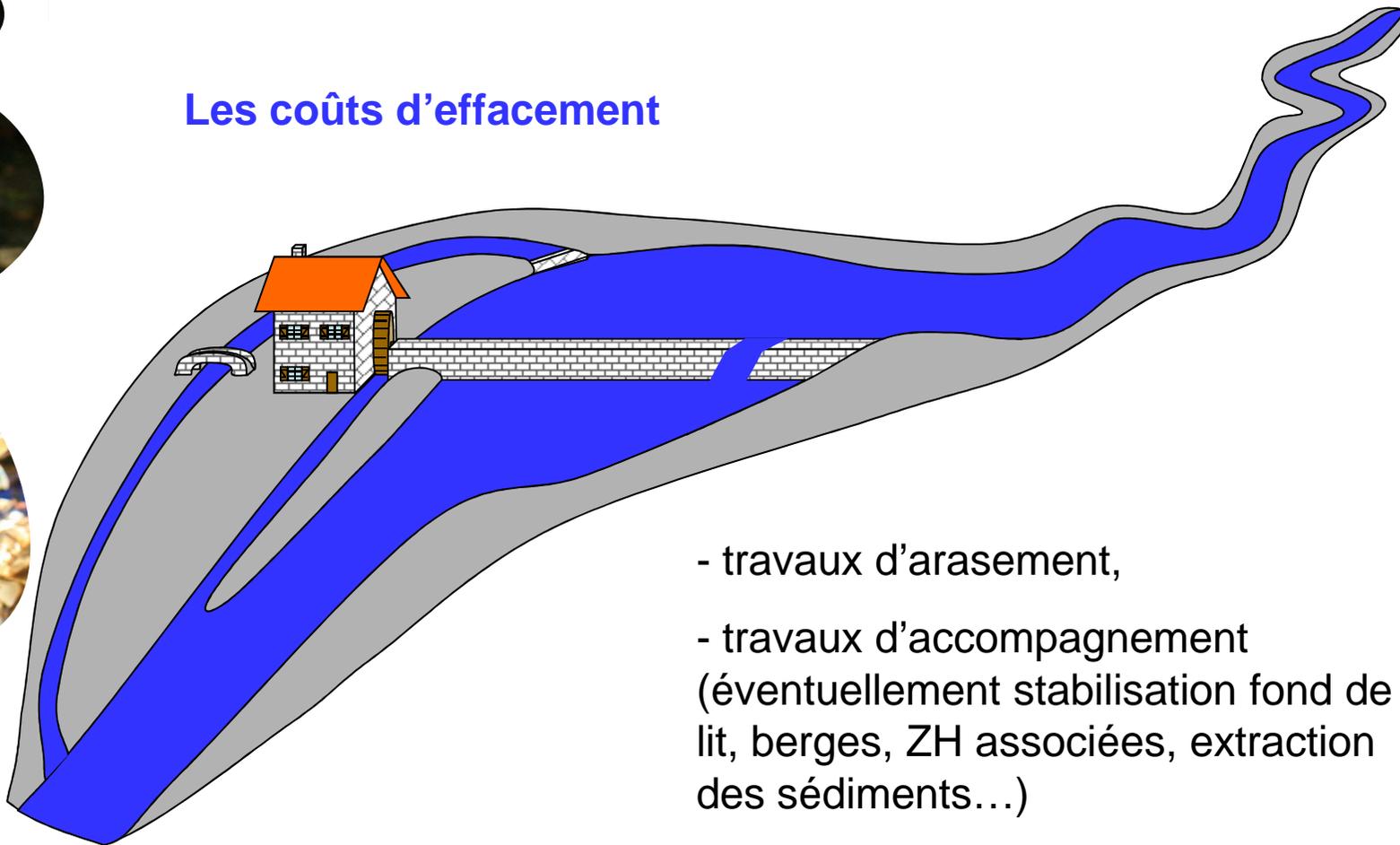
(pertuis ouverts...) et gestion
rêts de turbinage etc.)

ivière de contournement...) avec

L'exemple des ouvrages hydrauliques

Les coûts des travaux

Les coûts d'effacement



- travaux d'arasement,
- travaux d'accompagnement (éventuellement stabilisation fond de lit, berges, ZH associées, extraction des sédiments...)
- pertes d'usages?...

mb1

Diapositive 3

mb1

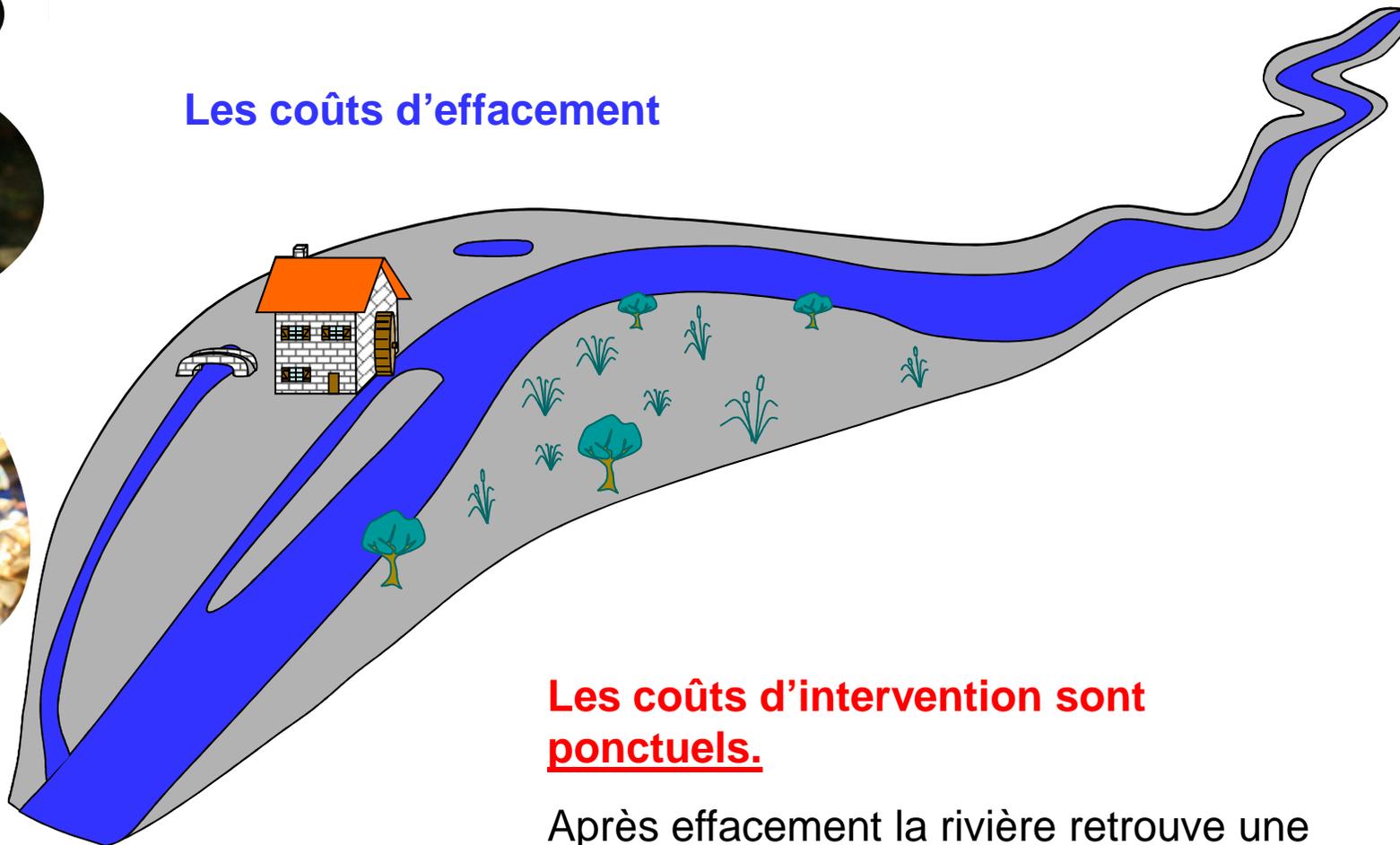
argumentaire à rajouter dans le commentaire sur le fondé des droits selon l'âge de l'ouvrage, ses modifications, l'évolution de la réglementation en distinguant les usages directs liés à l'ouvrage (meunerie, hydro-électricité...), et les usages indirects (pompage, abreuvement...).

bramard; 03/01/2011

L'exemple des ouvrages hydrauliques

Les coûts des travaux

Les coûts d'effacement



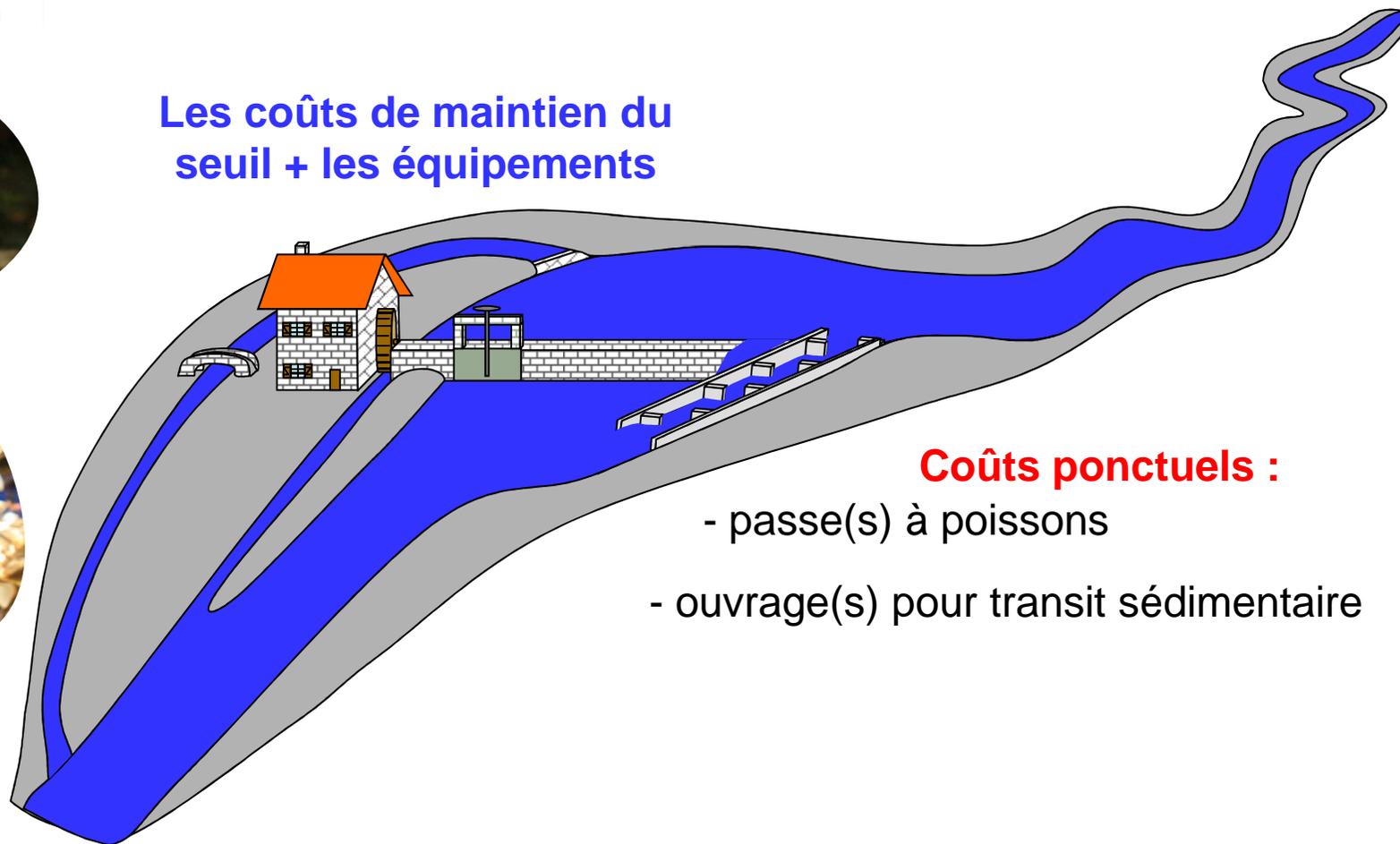
Les coûts d'intervention sont ponctuels.

Après effacement la rivière retrouve une bonne résilience, les coûts d'entretien sont faibles à nuls

L'exemple des ouvrages hydrauliques

Les coûts des travaux

Les coûts de maintien du
seuil + les équipements



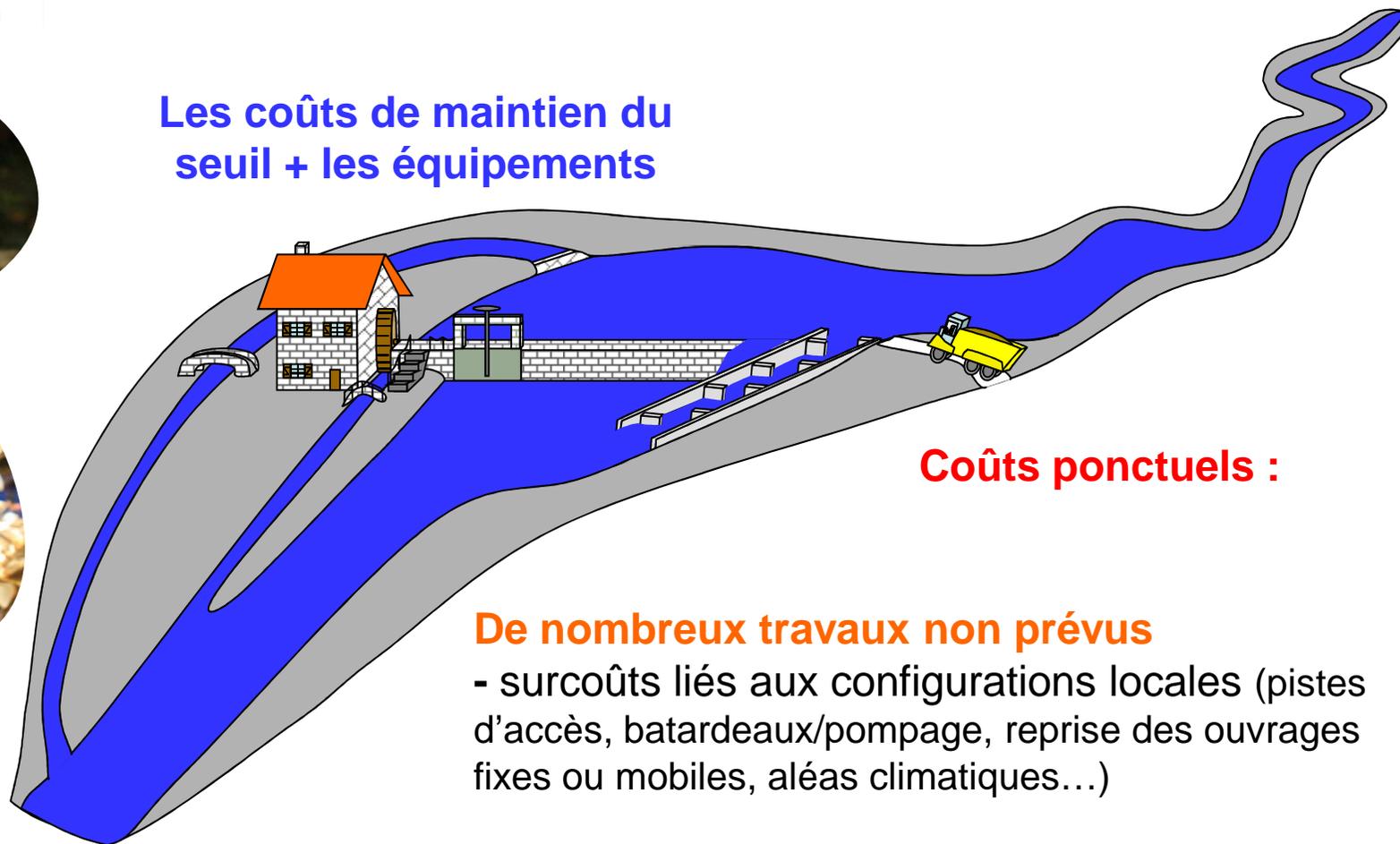
Coûts ponctuels :

- passe(s) à poissons
- ouvrage(s) pour transit sédimentaire

L'exemple des ouvrages hydrauliques

Les coûts des travaux

Les coûts de maintien du seuil + les équipements



Coûts ponctuels :

De nombreux travaux non prévus

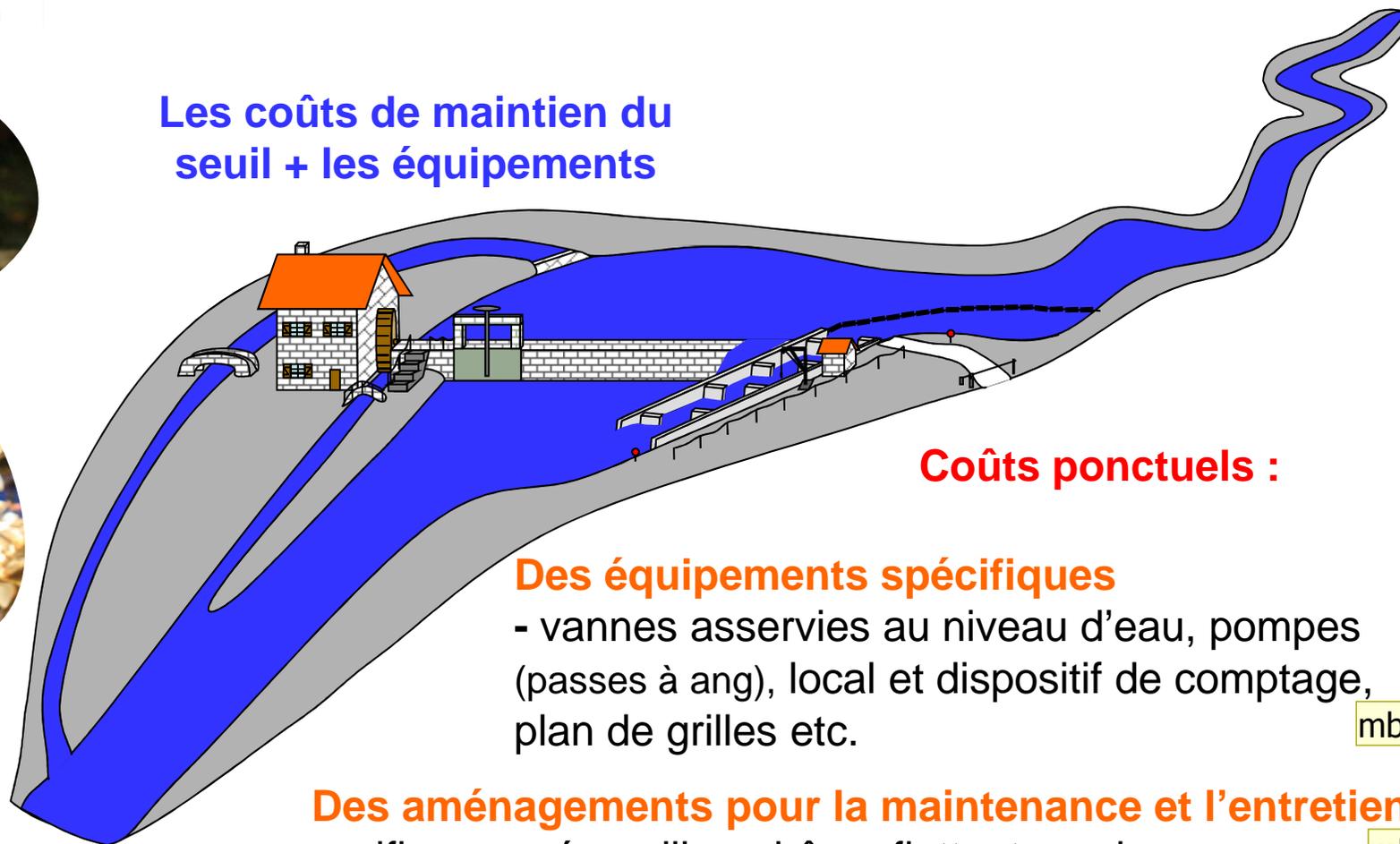
- surcoûts liés aux configurations locales (pistes d'accès, batardeaux/pompage, reprise des ouvrages fixes ou mobiles, aléas climatiques...)

(les travaux d'arasement présentent globalement moins de risques d'imprévus, selon la nature des travaux retenus, leur durée et la qualité des études préalables)

L'exemple des ouvrages hydrauliques

Les coûts des travaux

Les coûts de maintien du seuil + les équipements



Coûts ponctuels :

Des équipements spécifiques

- vannes asservies au niveau d'eau, pompes (passes à ang), local et dispositif de comptage, plan de grilles etc.

mb4

Des aménagements pour la maintenance et l'entretien

- orifices noyés, grilles, drôme flottante, palan...

mb2

Des aménagements pour la sécurité et le contrôle

- échelle limnimétrique, aménagements de pied de barrage et des passes (CK), rambardes de sécurité, pancartes...

mb3

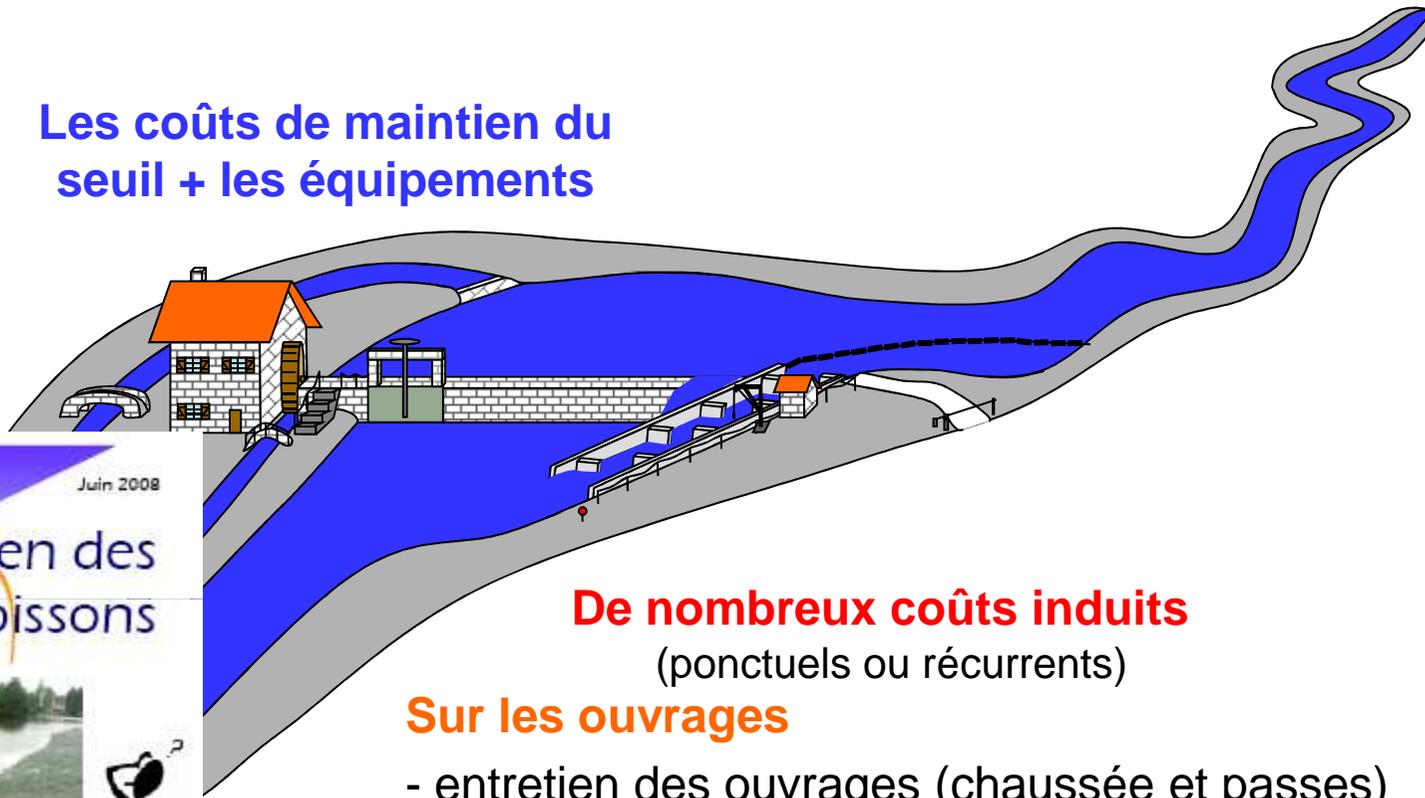
Diapositive 7

- mb2** L'exemple extrême est la passe de Descartes (37) avec un coût annuel de maintenance de 100 000 euros (intervention de plongeurs etc.), correspondant à 1/5 du coût de la passe...
bramard; 29/12/2010
- mb3** les risques liés au maintien des ouvrages ne sont guère pris en compte (exemple des mortalités au pied des barrages à aiguilles du Cher
bramard; 29/12/2010
- mb4** rappeler obligations de résultats et risques L 216-7
bramard; 29/12/2010

L'exemple des ouvrages hydrauliques

Les coûts des travaux

Les coûts de maintien du seuil + les équipements



De nombreux coûts induits
(ponctuels ou récurrents)

Sur les ouvrages

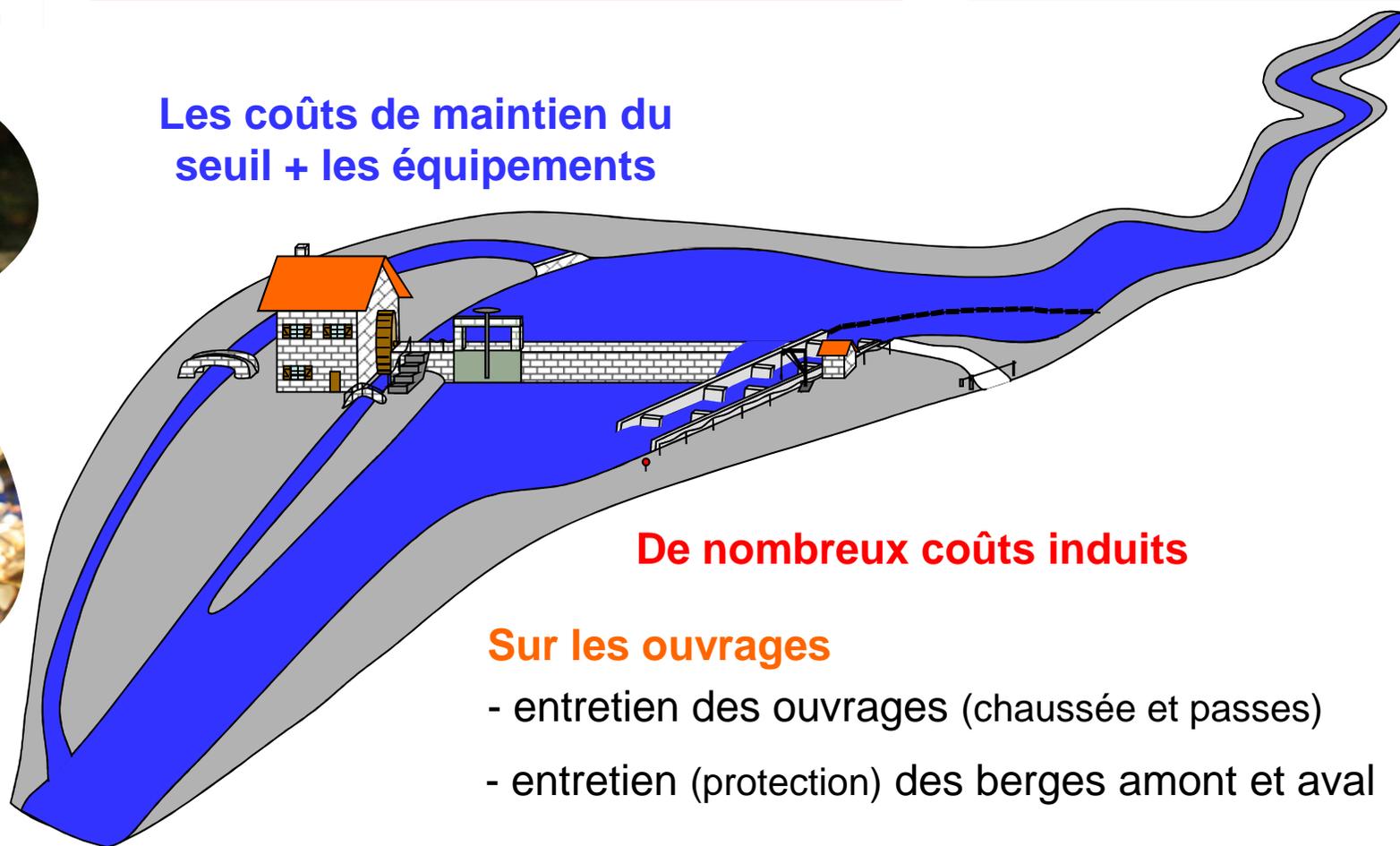
- entretien des ouvrages (chaussée et passes)

Logo: LOGRAMI
Logo: Loire Grand-Estuaire
Date: Juin 2008
Title: L'entretien des passes à poissons
Image: A photograph of a river with a concrete structure and a stick figure thinking.
Text: Guide de bon usage des ouvrages de franchissement sur le bassin de la Loire
Authors: Julien BOUCAULT, Aurore BAISEZ, Pascal LAFFAILLE
Logo: UNIVERSITÉ DE RENNES I

L'exemple des ouvrages hydrauliques

Les coûts des travaux

Les coûts de maintien du seuil + les équipements



De nombreux coûts induits

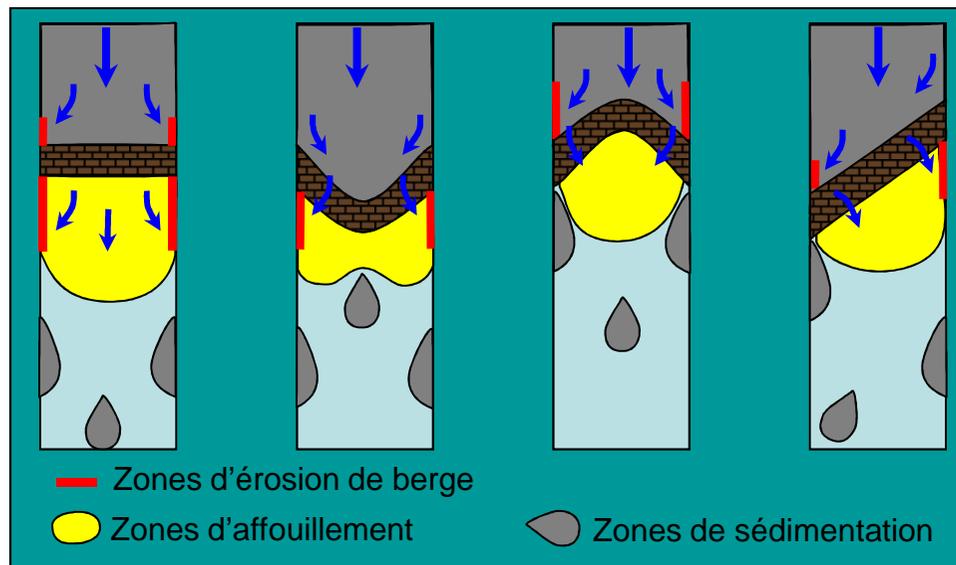
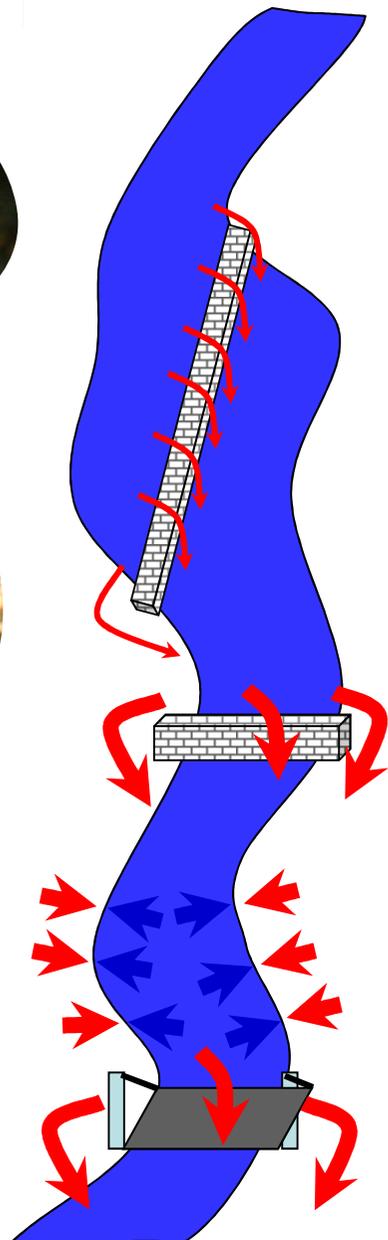
Sur les ouvrages

- entretien des ouvrages (chaussée et passes)
- entretien (protection) des berges amont et aval



L'exemple des ouvrages hydrauliques

Les coûts des travaux



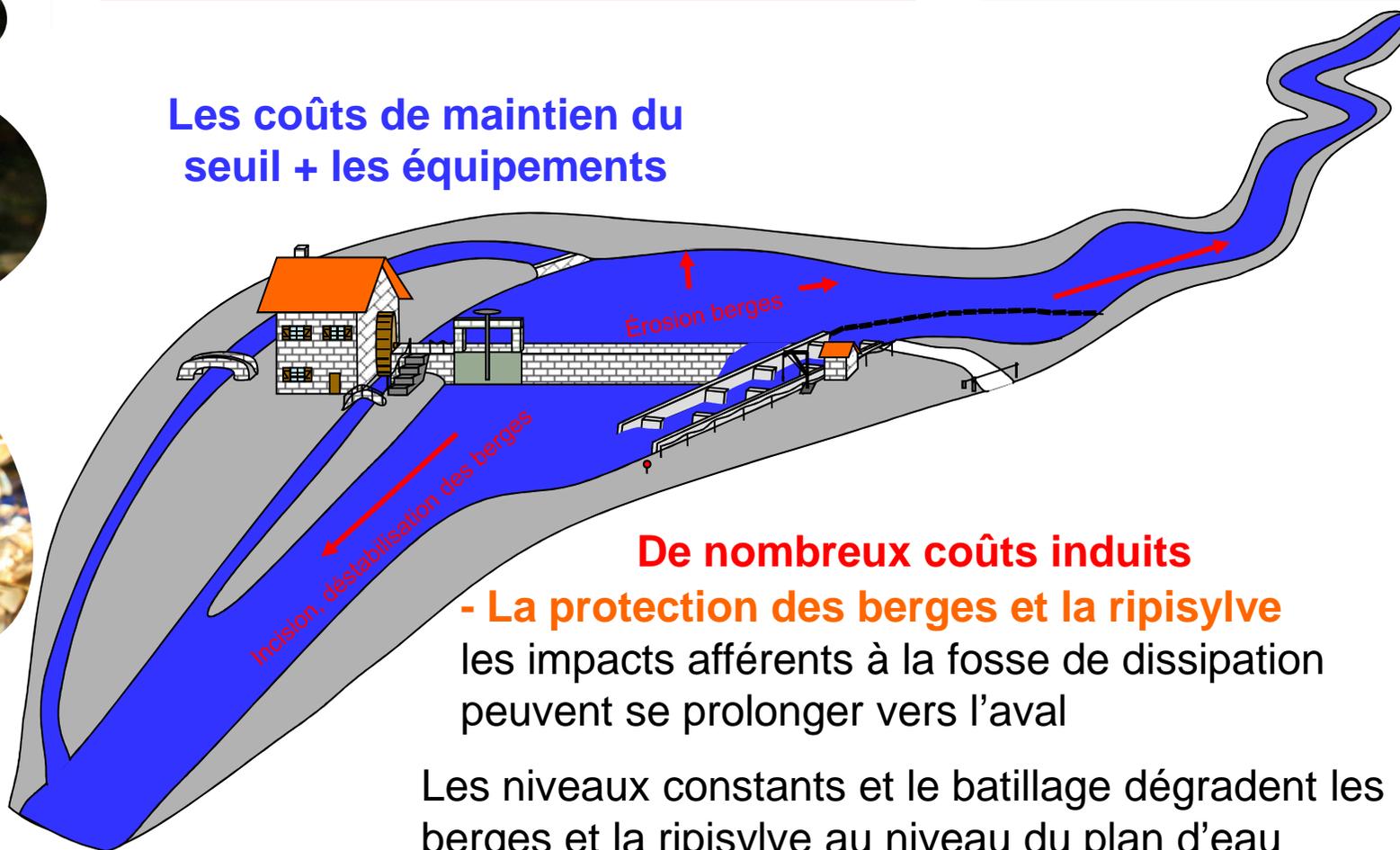
Les seuils entraînent des affouillements à l'aval et sur les berges, qui sont variables selon la longueur et l'emplacement des ouvrages

La gestion des ouvrages mobiles peut également entraîner des glissements de berges (par perte brutale de la poussée de l'eau vers les berges).

L'exemple des ouvrages hydrauliques

Les coûts des travaux

Les coûts de maintien du seuil + les équipements



De nombreux coûts induits

- La protection des berges et la ripisylve

les impacts afférents à la fosse de dissipation peuvent se prolonger vers l'aval

Les niveaux constants et le batillage dégradent les berges et la ripisylve au niveau du plan d'eau

- La gestion des atterrissements

La sédimentation peut s'étendre à l'amont (remous solide)

mb5

- La gestion des incisions

Le lit à l'aval s'enfonce par érosion progressive (tant que la retenue n'est pas saturée en sédiments)

Diapositive 11

mb5

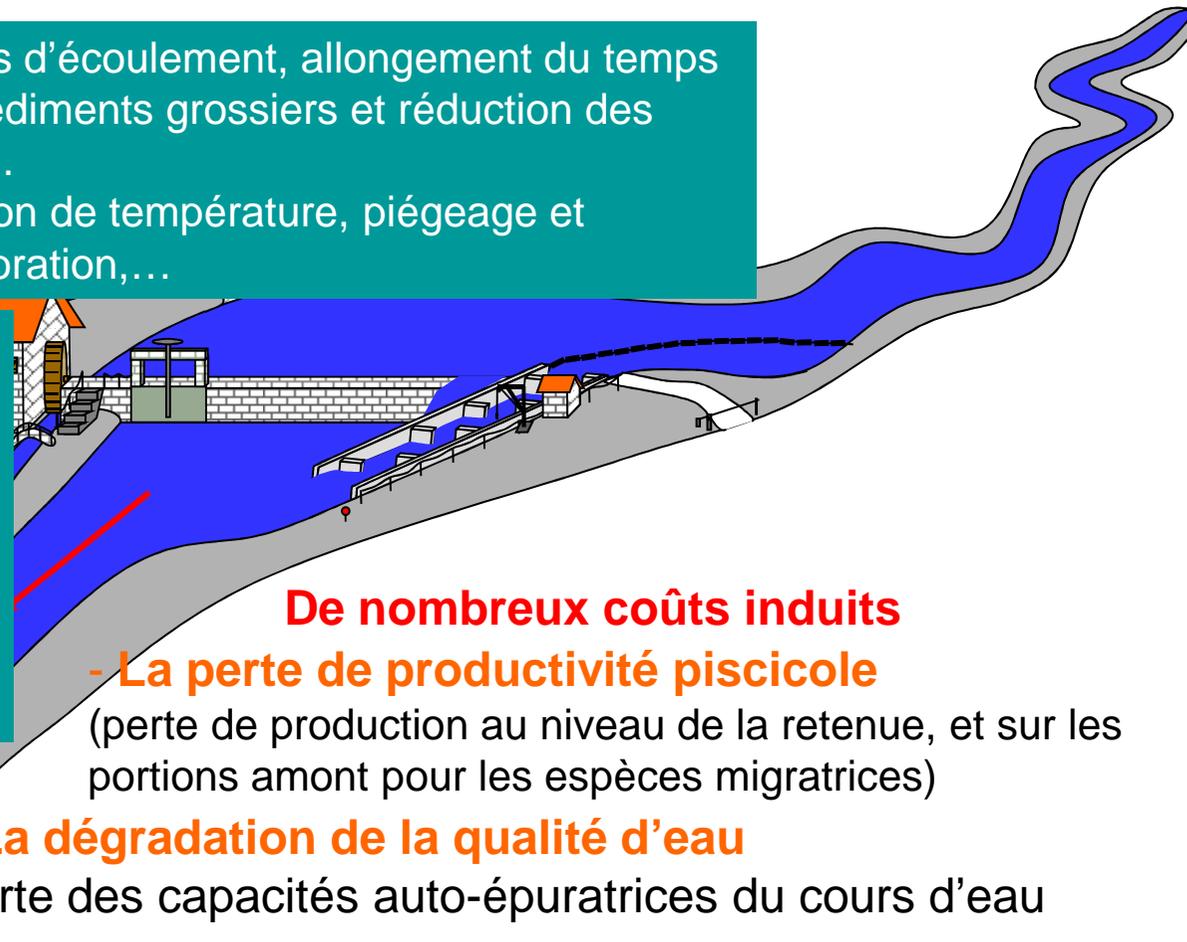
au delà du "bief"
bramard; 29/12/2010

L'exemple des ouvrages hydrauliques

Les coûts des travaux

- ralentissement des vitesses d'écoulement, allongement du temps de séjour, colmatage des sédiments grossiers et réduction des écoulements hyporhéïques...
- eutrophisation, augmentation de température, piégeage et relargage de toxiques, évaporation,...

Si à l'échelle du bassin les usages « pêche » sont altérés, localement la présence d'un ouvrage peut offrir des avantages pour les usagers concernés, mais c'est bien sûr un impact négatif pour le fonctionnement de la masse d'eau



De nombreux coûts induits

- **La perte de productivité piscicole**
(perte de production au niveau de la retenue, et sur les portions amont pour les espèces migratrices)
- **La dégradation de la qualité d'eau**
perte des capacités auto-épuratrices du cours d'eau
- **La réduction des débits**
le maintien d'une cote et d'un volume d'eau favorise les prélèvements directs ou indirects (évapotranspiration, pompages)
- **L'apparition ou la prolifération d'espèces invasives** (gestion des impacts physiques, perte de biodiversité)

mb6

Diapositive 12

mb6

au delà du "bief"
bramard; 29/12/2010



Synthèse des coûts d'équipement à prendre en compte

En plus de « l'équipement » (passes, rivière de contournement, manœuvres...)

Restauration des ouvrages existants mb8

Entretien de la chaussée

Entretien des ouvrages mobiles

Entretien de la passe à poisson

Responsabilité du propriétaire
(parfois déléguée) et obligations
réglementaires

Intérêt général?

Solidarité amont/aval?

Investissements durables?

Faut-il intervenir? mb7

Qui intervient?

Où?

Comment?

Quels moyens?

Gestion de la ripisylve

La dégradation de la qualité d'eau

La réduction des débits d'étiage

La perte de productivité piscicole

**L'apparition ou la prolifération
d'espèces invasives**

Distinguer les
responsabilités individuelles,
évaluer les effets cumulés.

Proposer des mesures
correctives et
compensatoires, un mode de
financement adapté?

Diapositive 13

mb7 se baser sur étude hydromorpho et bilan sédimentaire + étude sosio-éco?
bramard; 03/01/2011

mb8 très souvent effectué et souvent financé!
bramard; 03/01/2011

En cas de création ou maintien et équipement d'ouvrage

Coûts	la chaussée	la passe à poissons, à bateaux, à sédiments	les ouvrages mobiles	les organes pour l'entretien, la sécurité, le contrôle	le bief amont	Le lit de la rivière et les berges à l'aval et à l'amont...	l'accompagnement des changements d'usages
ponctuels phase travaux							
ponctuels après travaux (érosions de berges, déchaussements, dégâts de crue...)							
récurrents (entretien, petite restauration...).							
Mesures correctives*							
Mesures compensatoires**							

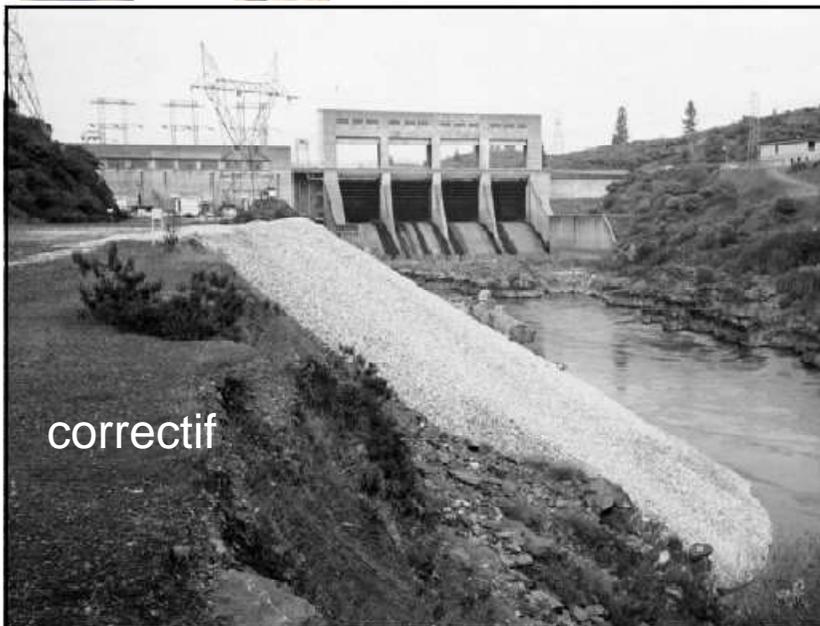
Qui paie ? pétitionnaire / autres usagers / collectivités

Coûts de prévention ou de compensation des dommages	qualité d'eau	quantité d'eau (évaporation)	quantité d'eau (usages associés)	production piscicole	espèces invasives
Mesures correctives*						
Mesures compensatoires**						

*gestion des vannes et évacuation des sédiments fins de la retenue, débits réservés, arrêts de turbinage, gestion des végétaux, aération de la masse d'eau,...

** apports de sédiments grossiers, acquisition/gestion ZH...

Quelles solutions techniques adopter???



Gravel injection below Keswick Dam





Exemple : Descartes -37-

⇒ 1,3 millions d'euros pour les travaux de remplacement des aiguilles par des clapets etc., et création d'une passe à poissons (avec chambre de vision)

⇒ Aménagements supplémentaires liés à des dysfonctionnements, des dégâts aux crues etc.: environ 1.7 millions d'euros (sur 20 ans, soit en moyenne 85 000 euros par an)

⇒ Entretien annuel 100 000 euros
+ tout le reste....



Exemple : barrage de Vaas -72- (partiellement détruit par une crue, coût estimatif 2009)

⇒ restauration de l'ouvrage + passe à poissons 800 000 euros HT (dénivellé 0,98m, Q passe 600-900l/s)

⇒ effacement 210 000 euros HT

Exemple : barrage de la Croix Chidaine -37- (contournement routier)

⇒ restauration (50m de digue) 150 000 euros HT (1.3m de dénivelé)

⇒ effacement 23 662 euros HT, (dont 5602 euros de mesures d'accompagnement)

1236 338 euros économisés



Les coûts d'équipement sont très souvent, à minima, trois ou quatre fois plus élevés que les coûts d'effacement... sans compter les coûts d'entretien et les coûts indirects induits par l'aménagement, et jamais comptabilisés!...

Exemple : Mazerolles -86- (avant projet, coûts non stabilisés)

⇒ Effacement 310 000 euros

⇒ Arasement partiel (restauration seuil + stabilisation brèche) 870 000 euros

⇒ Restauration équipement seuil 1 100 000 euros

Investissement hydroélectricité 150 000 ou 300 000 euros selon options (vannes)

Amortissement sur 19 ou 30 ans

Sans compter les coûts de réfection du seuil, équipements poissons et sédiments, et tous les autres coûts induits!!!



Exemple : La Rochepinard – Tours -37 (travaux en cours)

⇒ Effacement ? euros

⇒ Rivière de contournement 3 625 000 euros

(19 079 euros du mètre linéaire, 1 450 000 euros du m de dénivelé)

Prix unitaires des ouvrages toutes chutes

	en euros 2010	prix mini	premier quartile	prix médian	prix moyen	dernier quartile	prix maxi	maxi / mini
coût unitaire de l'ouvrage	passes à bassins	5 378	53 780	101 824	162 417	159 907	2 212 170	411
	passes à ralentisseurs	11 114	22 587	29 220	48 402	65 791	2 151 219	193
	pré barrages	10 756	22 229	51 270	79 774	82 284	613 814	57
coût unitaire de l'ouvrage *	rivières de contournement	4 661 à 399 768						85
	écluse	758 304						
	ascenseurs	1 200 000 à 12 445 000						10.3

* insuffisance de données pour exploitation statistique

Prix unitaires des ouvrages toutes chutes, par m³/s et par m de chute

	en euros 2010	prix mini	premier quartile	prix médian	prix moyen	dernier quartile	prix maxi	maxi / mini
coût de l'ouvrage par m ³ /s et par m de chute *	passes à bassins	10 935	62 923	93 578	114 373	135 347	430 243	39
	passes à ralentisseurs	11 473	42 128	59 875	73 141	97 880	218 707	19
	pré barrages	13 086	32 626	56 290	56 648	72 245	170 484	13
	rivières de contournement**			250 975	188 231			

* par m de hauteur de chute total et par m³/s passant dans la passe

** insuffisance de données pour exploitation statistique

Prix unitaires des ouvrages de chute inférieure à 2.5m, par m³/s et par m de chute

	en euros 2010	premier quartile	prix médian	prix moyen	dernier quartile	maxi / mini
coût de l'ouvrage par m ³ /s et par m de chute *	passes à bassins	69 735	96 804	117 779	132 479	1.9
	passes à ralentisseurs	42 128	50 914	73 141	97 880	2.3
	pré barrages	32 626	47 865	56 648	61 432	1.9
	rivières de contournement**		250 975	188 231		

Références utilisées :

Voegtle, B., Pallo, S., Larinier, M., 2001. « Coûts des passes à poissons et méthodes constructives ». Rapport Ghappe MIGADO

Transformation des coûts en euros actualisés 2010 (ONEMA Dir4 MB janvier 2011)

* par m de hauteur de chute total et par m³/s passant dans la passe
http://www.franceinflation.com/calculateur_inflation.php

Prévision prise en novembre 2010 pour une inflation de 1,5% pour l'année 2010

Valeur cumulée d'inflation de juillet 2001 à décembre 2010 de 17,6%

D'autres exemples de coûts travaux

	mesure	Syndicat mixte du Clouère Clain Sud (86)	Clouère CRE 2011	Magnerolle s (79)	Réau (37)	La Manse (37) devis Biotec 2007	Mardereau (37)	Esvres, AAPPMA Ligueil, dept37
Minéraux (avec transport)	PU							
Alluvionnaire	t				12.78			
Pierre de champs (PC)	t						16.00	
Cailloux (20/60)	t	25.00						
Diorite trié (PC / BPC)	t		11.64		14.17			
Silex trié (PC / BPC)	t							
Calcaire trié (PC / BPC)	t							
Blocs > 256 mm	t	45.50						10.40
Enrochement	t	10.00						
Aménagements ponctuels								
Seuils	u							
Epis/deflecteurs	u							
Epis en blocs	t							
Seuils en blocs (fourniture et pose)	t					30.00		
Seuil bois	m3							
Epis/deflecteurs rondins bois	m3							
Risbermes	m2							
banquettes alternes	ml							
Lit emboîté	ml							
Gabions (boîte 1/1m + geo))	m3							
Habitats piscicoles								
Sous Berge	ml							
Blocs dispersés	t							
Caches	m3	5.76						
Herbier aquatique	m2							
Frayères à truite (lit de graviers)	m2							
Frayères à brochets	ha							
Engins								
Location pelleteuse	h	50.00						
Buldozer (ss chauffeur)	h	47.50						
Tractopelle (ss chauffeur)	h	45.00						
Pelleteuse (chauffeur)	j	50/60						
Génie végétal								
Treillis de coco tissé posé	m2							
Géotextile bidim	m2							
Coco Geotextile posé	m2	2.00				6.00		4.18
Agrafes (3/m2)	unité							
Piquet chataigner 1,5m	unité	1.50						
Boudin d'helophyte	ml							45.00
Boutures de saules (fourniture et plantation)	unité					2.00		
Garantie suivi boutures	unité					1.00		
Marcottage	unité							
pieux de saules (fourniture et plantation)	unité							
Banquettes helophyte	ml							
Tressage saules	ml							
couche de branches à rejets	m2							
lits de plants et plançons	m2							
Fascinage hélrophytes	ml							
Fascinage saules	ml							
Peigne	m3							
Caisson végétalisé	m3 de bois							
Treillage bois	m2 de bois							



	Unité	Coûts moyen	Max	Mini	1 ^o quartile	3 ^o quartile	nbre d'entrées
Minéraux (avec transport)							
Alluvionnaire	t	18.19	25.00	12.78	15	21	3
Pierre de champs (PC)	t	22.53	46.00	6.60	11	31	3
Cailloux (20/60)	t	28.73	47.93	14.00	22	33	4
Diorite trié (PC / BPC)	t	12.91	14.17	11.64	12	14	2
Silex trié (PC / BPC)	t	35.45	35.45	35.45	35	35	1
Calcaire trié (PC / BPC)	t	16.34	21.50	14.00	14	17	4
Blocs > 256 mm	t	32.28	70.00	10.40	20	41	6
Enrochement	t	45.36	144.40	10.00	23	46	8
Aménagements ponctuels							
Seuils	u	2173.40	5000.00	433.00	434	2500	5
Epis/deflecteurs	u	1558.67	5000.00	182.00	453	1750	6
Epis en blocs	t	0.00	0.00	0.00	0	0	0
Seuils en blocs (fourniture et pose)	t	0.00	0.00	0.00	0	0	0
Seuil bois	m3	400.00	500.00	300.00	350	450	2
Epis/deflecteurs rondins bois	m3	61.07	90.30	31.84	46	76	2
Risbernes	m2	45.00	45.00	45.00	45	45	1
banquettes alternes	ml	100.00	100.00	100.00	100	100	1
Lit emboîté	ml	180.00	180.00	180.00	180	180	1
Gabions (boite 1/1m + geo))	m3	225.00	225.00	225.00	225	225	1
Habitats piscicoles							
Sous Berge	ml	300.00	300.00	300.00	300	300	1
Blocs dispersés	t	54.27	80.00	27.00	41	68	3
Caches	m3	14.38	23.00	5.76	10	19	2
Herbier aquatique	m2	6.00	6.00	6.00	6	6	1
Frayères à truite (lit de graviers)	m2	30.00	30.00	30.00	30	30	1
Frayères à brochets	ha	39000.00	40000.00	38000.00	38500	39500	2
Engins							
Location pelleteuse	h	27.67	50.00	8.00	17	38	3
Buldozer (ss chauffeur)	h	47.50	47.50	47.50	48	48	1
Tractopelle (ss chauffeur)	h	45.00	45.00	45.00	45	45	1
Pelleteuse (chauffeur)	j	600.00	600.00	600.00	600	600	1
Génie végétal							
Treillis de coco tissé posé	m2	7.07	9.00	5.70	6	8	3
Géotextile bidim	m2	1.32	1.32	1.32	1	1	1
Coco Geotextile posé	m2	5.53	11.00	2.00	3	7	13
Agrafes (3/m2)	unité	1.11	2.00	0.21	1	2	2
Piquet chataigner 1,5m	unité	1.50	1.50	1.50	2	2	1
Boudin d'helophyte	ml	55.08	75.00	25.33	40	75	4
Boutures de saules (fourniture et	unité	1.88	3.00	1.00	1	2	4
Garantie suivi boutures	unité	1.00	1.00	1.00	1	1	1
Marcottage	unité	1.25	2.00	0.50	1	2	2
pieux de saules (fourniture et	unité	1.00	1.00	1.00	1	1	1
Banquettes helophyte	ml	85.58	116.41	70.50	74	89	4
Tressage saules	ml	67.44	120.00	40.00	46	90	9
couche de branches à rejets	m²	45.00	50.00	40.00	43	48	2
lits de plants et plançons	m²	30.00	40.00	20.00	25	35	2
Fascinage hélrophytes	ml	99.94	193.00	50.00	60	122	14
Fascinage saules	ml	75.00	100.00	50.00	63	88	2
Peigne	m3	34.41	50.00	20.00	28	41	4
Caisson végétalisé	m3 de bois	342.67	800.00	61.00	228	381	6
Treillage bois	m3 de bois	800.00	900.00	700.00	750	850	2



Techniques : recharge en granulats seule ou en accompagnement de création de lit, de reméandrage, d'effacement d'ouvrage...

matériaux

cailloux-pierres livré (ou « tout venant » avec c-p dominant, gravier et blocs accessoires)

De 6 euros la t (pierres de champs), à 70 euros (moyenne 23.80 euros)

cailloux-pierres livré et posé

De 15.8 euros la t à 73.7 euros la t (moyenne : 30 euros)



La Cephons -36-

ph M.Bramard



La Remberge -37-

ph M.Bramard



recharge seule (restauration du lit d'étiage, couche d'armure, habitats piscicoles)

De 4 euros à 36 euros (moyenne 14.22 euros) **au mètre linéaire**

Par exemple CRE Brenne : en accompagnement d'effacement d'ouvrage, il est prévu une recharge sur 1/5^{ème} de la superficie en eau (20cm d'épaisseur en local, épaisseur moyenne 4cm).

Soit : 1t pour environ 14m²

7,2 euros au m²

Si certaines configurations locales entraînent des surcoûts significatifs justifiés, attention au « sur-aménagement »



Le Marolles -37-

© M. Bertrand

valeurs maximales relevées : 210 et 313 euros du mètre linéaire!!!

valeurs « repères » : 10 euros (petit cours d'eau) et 20 euros du mètre linéaire (cours d'eau plus large) CRE Brenne, CRE Manse



reméandrage (restauration et réalimentation d'anciens méandres)

De 21 euros à 170 euros **au mètre linéaire** (moyenne 73 euros)

création de cours d'eau (réhabilitation d'un cours d'eau rectifié ou déplacement suite à exploitation carrière etc.)

De 50 euros à 747 euros **au mètre linéaire**
(moyenne 418 euros)



Quelle intérêt pour servir de vitrine ?

Montrer un savoir-faire? Reproductibilité des travaux? Intérêt pour l'atteinte du BE?