

Test sur la confirmation des MEFM

**Affinement de la méthodologie et études de cas
pour les masses d'eau impactées par l'hydroélectricité
dans le bassin Adour Garonne**

version définitive

Sommaire

1 - Contexte	p.3
2 - Méthodologie	p.3
2-1 Mesures de restauration	p.4
2-2 Phase simplifiée	p.8
2-2-1 Enjeux écologiques	p.9
2-2-2 Effets des mesures sur les enjeux hydro-electriques	p.10
2-2-3 Effets négatifs ou positifs des mesures sur les autres usages	p.11
2-3 phase valeurs guides	p.13
2-3-1 Cadrage général sur les coûts et les bénéfices	p.14
2-3-2 Le coût d'investissement des mesures à proprement parler	p.15
2-3-3 Valeurs guides des surcoûts de perte de production hydro-électrique	p.17
2-3-3-1 <i>Le cas général d'une substitution de l'hydraulique par des moyens de production d'électricité alternatifs</i>	
2-3-3-2 <i>Les cas simples de perte de productible hydraulique sur des ouvrages types</i>	
2-3-3-3 <i>Proposition de l'Agence pour une estimation simplifiée des pertes énergétiques</i>	
2-3-4 Valeurs guides des coûts liés à la rupture de concessions (ou coûts échoués)	p.21
2-3-5 Valeurs guides des coûts ou des bénéfices marchands pour les autres activités	p.22
2-3-6 Valeurs guides pour des coûts environnementaux des moyens thermiques de production d'électricité	p.22
2-3-7 Valeurs guides pour les bénéfices non-marchands sur la masse d'eau	p.23
2-3-8 Valeurs guides pour les coûts non-marchands sur la masse d'eau	p.24
3 - Etude de cas	p.32
3-1 Application phase simplifiée	p.32
3-2 Application phase valeurs guides	p.33

1 - CONTEXTE

L'état des lieux a établi une provision de MEFM et de MEA. Il faut désormais confirmer cette provision de MEFM selon les tests de désignation 4(3)(a) et 4(3)(b) de la DCE. Les guides européens font apparaître pour ces étapes une approche économique permettant d'évaluer les coûts des mesures pour les usagers et les bénéfices attendus d'une amélioration de la qualité des eaux

Cet appel à l'économie dans les différentes étapes du processus de désignation des MEFM a conduit à la formation d'un groupe de travail inter agences, piloté par la Direction de l'Eau (DE) du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD). Ce groupe a décidé d'engager des études de cas pour appliquer la méthodologie européenne de confirmation des MEFM sur différents types d'activité. L'hydroélectricité étant très implantée dans le bassin Adour Garonne, l'AEAG a reçu le mandat de tester cette méthodologie dans le cas des masses d'eau impactées par la production hydroélectrique.

L'étude de test méthodologique est menée dans le cadre de la Mission Technique Commune AEAG - EDF(MTC) avec la participation de la D4E, la DIREN, le CSP, la DRIRE, et EDF.

2 - METHODOLOGIE

La méthodologie proposée ici pour les étapes de confirmation des MEFM reprend les recommandations des guides européens¹ en les appliquant de manière pragmatique et adaptée au cas de l'usage hydroélectricité. Les différentes notes méthodologiques de la DE orientent cette approche et reçoivent le retour d'expérience des tests effectués.

La méthodologie proposée par le guide européen demande en particulier d'apporter des réponses à 3 questions clefs ; les mesures à envisager pour atteindre le bon état ont-elles :

- un coût significatif pour les usagers ?
- des effets négatifs sur l'environnement ?
- se traduisent-elles par des bénéfices pour la société dans son ensemble qui justifient les coûts de ces mesures ?

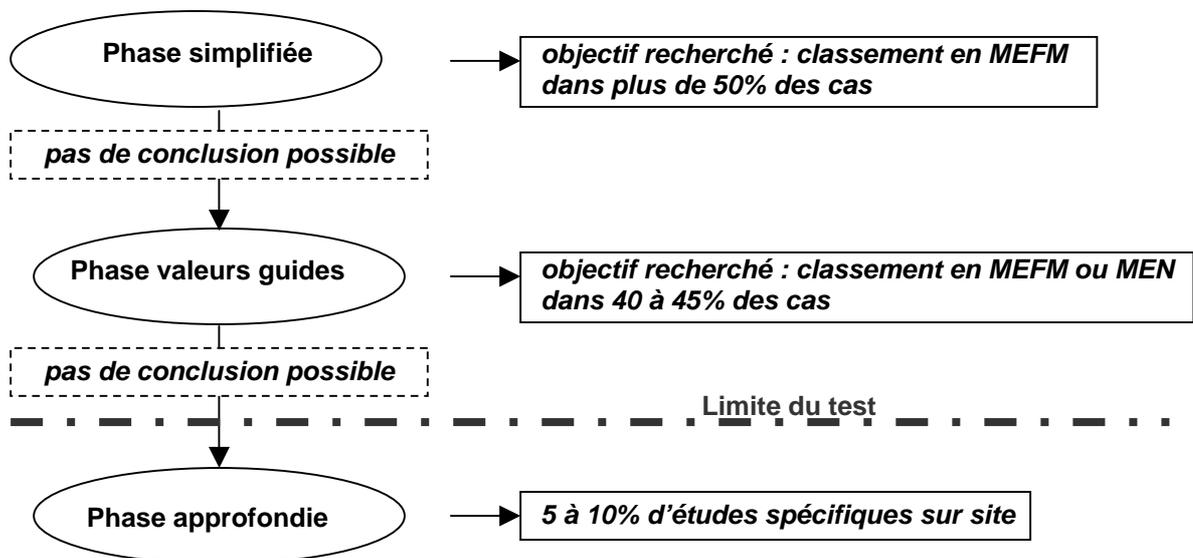
Dans un souci de favoriser un climat de dialogue entre les acteurs et de ne pas rechercher systématiquement des chiffrages complexes, le groupe de travail a opté pour une application du guide européen à partir d'une démarche progressive ; l'objectif étant d'éliminer les cas les plus évidents de confirmation en MEFM.

¹ Guide on identification and designation of heavily modified and artificial water bodies, sept. 2002 ; Wateco – Economics and the environment – Implementation challenge of the Water Framework Directive, 2002.

Elle s'organise avec le passage des MEFM au travers 3 tamis :

- Phase simplifiée : mise en évidence des cas évidents de confirmation des MEFM avec recours à des indicateurs techniques mais non monétaires ;
- Phase des valeurs guides : étude plus détaillée à partir de valeurs guides (indicateurs économiques disponibles) ;
- Phase approfondie : réalisation d'études économiques plus approfondies avec recours à des évaluations spécifiques.

Schématiquement, ces trois phases s'enchaînent de la façon suivante :



2-1 MESURES DE RESTAURATION

Avant d'évaluer les effets des mesures de restauration sur les activités économiques installées sur la masse d'eau (ME), il faut déterminer les mesures de restauration qui permettront d'atteindre le bon état écologique (BEE). Pour cela, il faut connaître les pressions agissant sur la ME et l'état actuel de la biologie de la ME. Ainsi, afin de pouvoir démarrer la logique des tests 4(3)(a) et 4(3)(b) de la DCE, un ensemble de mesures de restauration est proposé, parmi lesquelles les mesures adaptées à la masse d'eau sont à rechercher.

Les mesures de restauration proposées sont des mesures « types » ayant une influence sur le volet poissons² du bon état écologique (ce volet étant selon les membres du groupe potentiellement plus critique que les deux autres volets biologiques (IBD et IBGN)).

² Hypothèse utilisée dans ce test méthodologique. Les étapes de confirmation des MEFM doivent cependant considérer les 3 indices proposés par le SEE. A noter également que ces indices ne concernent que les ME rivières et non pas les ME lacs.

Ces mesures sont de grandes actions à mettre en œuvre ensemble ou individuellement, selon les pressions hydro morphologiques présentes sur la ME. Elles concernent les pressions dont l'origine est l'activité hydroélectrique. A ce titre, d'autres mesures types peuvent être nécessaires pour restaurer l'état de la ME soumises aux pressions d'autres activités présentes sur la ME, pressions hydromorphologiques mais aussi chimiques ou physico-chimiques.

Le groupe de travail a mis au point un catalogue de mesures présenté dans le tableau 1 ; il propose des mesures types pour les quatre principales pressions liées à l'hydroélectricité. Ces mesures devraient chacune avoir une influence sur les indices du SEE afin de le ramener d'un état actuel au niveau défini pour le BEE. Dans le cas où les mesures de restauration ne permettraient pas d'atteindre le BEE, il faudra tester la mesure d'effacement de l'ouvrage (Tableau 2) ;

PRESSION		MESURES TYPES		Evolution des indices selon les mesures		
				IP	IBD	IBGN
HYDROLOGIE	Débit réservé	1	Relèvement du débit réservé			
		2	Modulation du débit réservé au cours de l'année			
		3	Gestion de l'espace de mobilité de la rivière par une action sur les berges et les îles			
		4	Gestion de l'atterrissement et de la végétation dans les tronçons en débits réservés.			
	Eclusées	5	Relèvement du débit de base			
		6	Adaptation du débit de base au cours de l'année			
		7	Adaptation des gradients de montée et de descente des éclusées			
		8	Réalisation des seuils à l'aval de l'usine pour le maintien de la ligne d'eau			
		9	Frayères flottantes			
		10	Reconnecter certains bras morts ou lônes avec les rivières			
		11	Protection de berges par les techniques végétales			
CONTINUITÉ	Rupture de la migration	12	Réalisation d'ouvrages de dévalaison et de montaison			
		13	Optimisation des dispositifs d'attrait			
		14	Livraison d'un débit d'attrait			
		15	Travaux de rétablissement des berges naturelles			
		16	Restauration de frayères			
		17	Reconnecter certains bras morts ou lônes avec les rivières			
		18	Frayères artificielles			
MORPHOLOGIE	Rupture du transport solide	19	Installation d'ouvrages d'évacuation gestion par transparence (chasse) en période de crue.			
		20	Gestion par transparence (chasse)			
		21	Restauration de frayères (en cas d'envasement ou manque de granulométrie adéquate)			
		22	Gestion de l'espace de mobilité de la rivière par une action sur les berges et les îles			
		23	Déplacement de la rivière vers des zones de recharge			
		24	Reconstitution d'un pavage du fond (granulométrie adéquate)			
		25	Apport de graviers ou de sédiments à granulométrie adéquate			

Tableau 1 – Mesures types de restauration.

PRESSION		MESURE POUR UNE SOLUTION ALTERNATIVE	Evolution des indices selon la mesure		
			IP	IBD	IBGN
HYDROLOGIE	Débit réservé	Effacement de l'ouvrage			
	Eclusées				
CONTINUITÉ	Rupture de la migration				
MORPHOLOGIE	Rupture du transport solide				

Tableau 2 – Mesure d'élimination des pressions dans le cas d'une solution alternative à l'usage.

La sélection et le dimensionnement de ces mesures de restauration devront être mieux précisés avec la définition validée du BEE et la situation biologique avérée sur la ME. Mais la tâche sera dans de nombreux cas difficile dans la mesure où les changements hydro morphologiques proposés par certaines mesures ne sont pas aisément reliés aux variations des éléments définissant le BEE ; autrement dit, **nous ne connaissons pas toujours ou ne pouvons garantir l'efficacité environnementale des mesures de restauration listées** : certaines peuvent avoir des effets qui ne s'ajoutent pas, et l'expérience montre qu'une même action de restauration peut avoir des effets très différents voire opposés d'un site à l'autre en fonction de leurs caractéristiques naturelles ou anthropiques (notion de probabilité de succès). Néanmoins, les mesures sélectionnées devront permettre d'atteindre le Bon Etat Ecologique sur la ME pour ce qui concerne les pressions de l'hydroélectricité.

Un autre facteur, encore plus complexe pour la bonne définition de la mesure de restauration, est l'échelle de travail. Il faut que cette mesure ait un effet appréciable à l'échelle globale de la masse d'eau et pas sur un secteur limité. Il se peut aussi que plusieurs ME puissent être concernées par la pression ou par les mesures de restauration. Ainsi, il se peut qu'une mesure de restauration apparaisse bénéfique pour l'état de la masse d'eau visée mais dégrade la situation pour d'autres, à l'amont ou plus en aval, comme le rétablissement du transport solide (apports de matériaux fins dans des zones envasées), ou la diminution du marnage (disparition des zones d'intérêt écologique en queue de retenue). **D'où l'importance à terme d'une analyse globale des objectifs des masses d'eau environnantes.**

Les parties qui suivent (phase simplifiée et phase valeurs guides) doivent être examinées trois questions en parallèle :

1. Les mesures de restauration sont-elles faisables techniquement ?
2. Les mesures de restauration ont-elles des coûts non disproportionnés ?
3. Les mesures de restauration offrent-elles des options environnementales meilleures ?

2-2 PHASE SIMPLIFIEE

La phase simplifiée propose de faire un tri rapide des ME pour évacuer les cas évidents de confirmation des MEFM où toute mesure de restauration engendrera des effets négatifs importants pour l'activité hydroélectrique. Ces cas évidents concernent notamment les plans d'eau (Lacs d'Origine Anthropique), où la mesure de restauration nécessaire est l'effacement du barrage, ainsi que les grandes usines de production (catégorie « lac » ou « éclusées »), où les mesures de restauration impactent la production d'énergie de pointe importante pour le système électrique.

En utilisant des critères simples et sans entrer dans une évaluation précise des effets des mesures de restauration sur l'usage, **cette phase consiste à peser les « effets négatifs des mesures de restauration sur l'usage » et les « enjeux écologiques » de la ME.**

Cette première phase consistera à effectuer une description simple de la masse d'eau, en apportant notamment quelques indicateurs sur les enjeux économiques et les enjeux écologiques qui y sont associés (ex : caractérisation du poids économique des usages à l'origine de la perturbation, indication de l'impact attendu des mesures sur ces usages, appartenance de la masse d'eau à une zone ayant un intérêt écologique avéré)

Une fois ces informations de base recueillies, il pourra être utilisé un tableau à trois colonnes (Tableau 3) dans lequel une notation en étoiles donnera le poids :

- des effets des mesures sur les usages à l'origine de la pression
- des effets des mesures sur les autres usages
- de l'enjeu écologique (cf. Tableau 4 pour détails).

A l'issue de cette phase :

- soit on arrive à une situation suffisamment tranchée (exemple des cas n°1 à 3 du tableau 3) : effets attendus sur les usages plus importants que les enjeux écologiques : on classe alors la masse d'eau en MEFM dès cette phase simplifiée.
- soit la situation est plus nuancée (exemple des cas 4 et 5) : effet attendu des mesures limité, le potentiel écologique de la zone est à considérer ; on s'oriente alors vers la phase de valeurs guides.

Phase simplifiée				
Masse d'eau	Effets négatifs des mesures sur		Effets positifs des mesures sur	Enjeux écologiques
	Hydroélectricité	Autres usages	Autres usages	
N°1	★★★★	★★	★	0
N°2	★★★	★	★	★
N°3	★★	★	0	★★
N°4	★★★★	★	0	★★★★
N°5	★★★	0	★★	★★

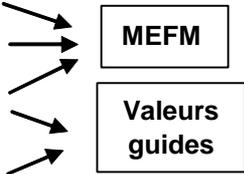


Tableau 3 – Schéma de la méthode simplifiée.

Les paragraphes suivants présentent la démarche qui a été retenue, ainsi que les outils nécessaires pour remplir cette grille d'analyse des MEFM.

2-2-1 Enjeux écologiques

L'évaluation des enjeux écologiques ne consiste pas à déterminer une valeur écologique précise de la ME mais à prendre en compte l'importance écologique qui lui est attribuée. L'évaluation de ces enjeux écologiques relève du domaine qualitatif, les indicateurs quantitatifs étant rares et difficiles à mettre en œuvre rapidement. Il est proposé de s'appuyer sur le SDAGE, qui constitue une référence en matière de zonage, ainsi que sur les zonages réglementaires ayant un lien avec la problématique des milieux aquatiques. Pour le bassin Adour-Garonne, les zones à enjeux sont :

1. Les zones Natura 2000 (avec problématique milieux aquatiques).
2. Les milieux aquatiques remarquables – zones vertes (carte a1 du SDAGE) : zones humides des cours d'eau et bordures boisées, plaines humides mixtes liées aux cours d'eau, cours d'eau préservés de toute perturbation majeure.
3. Les axes du programme migrateurs – axes bleus 1 et 2 (carte a2 du SDAGE), avec habitats « sensibles » (frayères, nurserie).
4. Les axes du programme migrateurs – axes bleus 1 et 2 (carte a2 du SDAGE) sans habitats « sensibles ».
5. Rivières classées, avec décret liste d'espèces.
6. Rivières classées, sans décret liste d'espèces.

Les notations varient entre 1 et 4 étoiles (Tableau 4). Les ME ne répondant à aucun critère auront une notation 0 étoile.

Certaines zones sont redondantes avec d'autres, la notation est donnée alors à la zone la mieux classée. Ainsi, si une ME a le classement axe bleu avec habitats sensibles (3) et rivière classée sans décret (6), la notation sera de 4 étoiles.

Critères enjeux écologiques	Notation
1 - Les zones Natura 2000 problématique milieux aquatiques	★★★★
2 - Les milieux aquatiques remarquables	★★★★
3 - Les axes migrateurs, avec habitats sensibles	★★★★
4 - Les axes migrateurs, sans habitats sensibles	★★★
5 - Rivières classées avec décret d'espèces	★★
6 - Rivières classées sans décret d'espèces	★

Tableau 4 – Notation pour les enjeux écologiques.

2-2-2 Effets des mesures sur les enjeux hydroélectriques

Selon les mesures types (Tableaux 1 et 2), l'activité hydroélectrique peut être plus ou moins affectée (la solution au problème hydro morphologique rencontré sur la masse d'eau ne sera pas forcément l'effacement de l'ouvrage, et dans certains cas il pourra même être envisagé des mesures qui n'ont pas d'impact sur le potentiel hydro électrique de l'ouvrage : cf tableau 1 sur la liste des mesures).

L'impact des mesures sur l'usage peut être estimé à partir de deux types d'enjeux importants : le productible de l'usine et l'énergie modulable (capacité à produire l'énergie de pointe).

Dans le cas où les mesures impactent effectivement ce productible ou cette capacité de production en pointe, on pose que plus l'enjeu est important, plus l'impact des mesures sur l'usage sera fort.

Ces enjeux peuvent être décrits selon les catégories des ouvrages présents sur la ME ou des ouvrages amont ou aval influencés :

- Lacs : avec stock d'eau important, énergie produite modulable (POINTE)
- Eclusées : avec stock d'eau, énergie produite modulable (POINTE)
- Fil de l'eau : sans stock d'eau, énergie produite non modulable (BASE)

Outre le fait que l'hydroélectricité est une énergie renouvelable qui n'émet pas de gaz à effet de serre, **les outils de production hydrauliques sont indispensables pour assurer la production dite « de pointe »** (forte demande d'électricité pendant un temps limité) ; les centrales hydroélectriques s'adaptent aux variations de consommation et peuvent intervenir en secours en cas d'aléas. La moitié de la production peut en effet démarrer très rapidement.

Le classement proposé est le suivant :

★★★★

pour les ouvrages de « lac », dont la capacité de stockage permet d'assurer une énergie de pointe avec un report inter-saisonnier des apports. L'eau ainsi stockée pendant les périodes de forts débits (fonte des neiges et/ou automne) peut être utilisée l'hiver suivant, pour faire face à des consommations importantes et/ou à des périodes de prix élevés. Ils

représentent 38% de la production hydraulique d'EDF au niveau national, environ 17,5 TWh ;

★★★

pour les aménagements fonctionnant en « éclusées », dont la capacité de stockage permet un placement de l'énergie de pointe sur les heures les plus tendues de la journée ou de la semaine (consommation électrique et/ou prix de marché élevés). Ils représentent 24% de la production hydraulique d'EDF au niveau national, soit environ 11 TWh. Une partie de cette production bénéficie du report saisonnier réalisé grâce aux stocks hydrauliques ;

★★

pour les aménagements au « fil de l'eau » dont la puissance est supérieure à 12MW, sans capacité de stockage, qui produisent l'énergie en fonction des apports en eau du moment. Ils représentent 36% de la production hydroélectrique d'EDF au niveau national, soit environ 16,6 TWh ;

★

pour les usines « fils de l'eau » dont la puissance est inférieure à 12 MW.

2-2-3 Effets négatifs ou positifs des mesures sur les autres usages

Les autres usages susceptibles d'être concernés par les mesures sont :

- le soutien d'étiage,
- l'alimentation en eau potable,
- la navigation, y compris les installations portuaires, ou les loisirs,
- la régularisation des débits, la protection contre les inondations et le drainage des sols,
- les activités de tourisme et loisirs.

L'évaluation consiste à :

- évaluer le poids actuel de ces usages à travers des indicateurs non monétaires (fréquentation, volumes ...)
- estimer la part actuelle de ces usages susceptible d'être affectée par les mesures visant à atteindre le bon état ; l'impact pouvant être négatif (ex : réduction des volumes pour le soutien d'étiages) ou positif (ex : augmentation du nombre de pêcheurs suite à une amélioration de la qualité des eaux)

Remarque :

dans cette évaluation, Il faudra éviter les possibles doubles comptes dans le cas d'effets positifs sur les activités de tourisme et loisirs ou sur le patrimoine. Sont à exclure parmi ces effets ceux qui auront déjà été comptabilisés via la notation des enjeux écologiques de la ME. Ainsi par exemple, dans le cas d'une ME classée « axe migrateurs » et notée à ce titre «★★★★», il conviendra de ne pas comptabiliser un effet positif sur la pêche aux migrateurs déjà implicitement inclus dans les enjeux écologiques.

↳ **L'étape 1** (poids actuel des usages) de cette évaluation pourra être conduite à partir des indicateurs suivants :

1 – Soutien d'étiage : **volume déstocké**

2 – Eau potable : **volume prélevé**

3 – La navigation : **fréquentation, ou chiffre d'affaires**

4 – La régularisation des débits, protection contre les inondations : **classement en zone inondable et consigne spécifique de gestion de l'ouvrage concerné**

5 – Tourisme, pêche, baignade, patrimoine : **fréquentation**

↳ **L'étape 2** (évolution des usages) de cette évaluation sera conduite à dire d'experts en dégagant des grandes tendances d'évolutions liées aux mesures envisagées.

C'est en croisant le poids actuel des usages et l'évolution attendue de ces usages qu'une notation pourra être réalisée.

Les premiers tests menés dans le cadre de cette étude de cas ont mis en évidence que l'impact des mesures sur ces autres usages était le plus souvent marginal par rapport aux autres enjeux (incidence sur l'hydro électricité et enjeu écologique). Là encore, l'objectif est de faire le tri pour n'intégrer à l'analyse que les cas les plus importants.

Autres usages	Critères d'évaluation pour la situation actuelle	Poids des usages actuels*			Effets des mesures sur Evolution des usages			
		Fort	Moyen	Faible	Forte baisse	Faible baisse	Forte hausse	Faible hausse
Soutien d'étiage	volume déstocké	★★★	★★	★	--	-	++	+
Eau potable	volume d'alimentation	★★★	★★	★	--	-	++	+
Navigation	fréquentation, ou chiffre d'affaires	★★★	★★	★	--	-	++	+
Protection inondations	consignes spécifiques	★★★	★★	★	--	-	++	+
Tourisme, loisirs etc.	fréquentation, ou chiffre d'affaires	★★★	★	★	--	-	++	+

Tableau 5 - Notation pour les effets sur les autres usages. *La notation reste à préciser en fonction des critères sélectionnés pour l'évaluation des usages.

Les impacts sur les autres usages peuvent être négatifs ou positifs :

- L'impact est fort si le poids actuel de l'usage est fort et si l'évolution est forte : dans ce cas on retient 3 étoiles ;
- L'impact est faible si le poids actuel de l'usage est faible et si l'évolution est faible : dans ce cas on retient 1 étoile ;
- Dans les autres cas, on retient 2 étoiles.

Dans le cas de la présence de plusieurs usages, on retient la somme des notations.

2-3 PHASE VALEURS GUIDES

Cette phase engage une complexité d'analyse accrue, où des valeurs de référence disponibles seront utilisées pour évaluer l'effet des mesures.

On retrouve ici les trois questions qui doivent être examinées en parallèle :

- 1 Les mesures de restauration sont-elles faisables techniquement ?
- 2 Les mesures de restauration ont-elles des coûts non disproportionnés ?
- 3 Les mesures de restauration offrent-elles des options environnementales meilleures ?

Une réponse négative à une de ces questions confirmera la MEFM.

☞ **La question 1** sera traitée par une analyse de faisabilité selon les ouvrages considérés. Les tableaux 1 et 2 présentent un catalogue de mesures pouvant être mises en œuvre pour atteindre le BEE sur une ME. On retrouve ici les difficultés (évoquées précédemment) liées au dimensionnement précis de ces mesures, ainsi qu'à l'échelle de leur mise en œuvre.

☞ Il est proposé de répondre aux **questions 2 et 3**, en utilisant des valeurs guides qui seront relatives :

- à l'impact des mesures sur la production d'électricité (coût de ces mesures pour le producteur),
- au coût des émissions de CO₂ supplémentaires et autres coûts environnementaux pouvant résulter de ces mesures,
- aux effets des mesures sur d'autres activités présentes sur la masse d'eau,
- aux bénéfices environnementaux attendus des mesures de restauration (passage de l'état écologique actuel au BEE).

A l'issue de cette phase :

- soit les coûts ou impacts négatifs pour les usages et pour l'environnement sont forts par rapport aux bénéfices, on classe alors la masse d'eau en MEFM.
- soit les coûts ou impacts négatifs pour les usages et pour l'environnement sont faibles par rapport aux bénéfices, on classe alors la masse d'eau en MEN.
- soit la situation est plus nuancée : les coûts sont proches des bénéfices ou les estimations ne paraissent pas raisonnablement possibles sur la seule base des valeurs guides disponibles ; on s'oriente alors vers la phase d'études plus fines, développées localement.

2-3-1 Cadrage général sur les coûts et bénéfices

Pour structurer la présentation de cette partie, plusieurs présentations sont possibles. Il est proposé d'adopter le schéma d'ensemble suivant sur les coûts et bénéfices à mobiliser dans une optique d'analyse coûts-bénéfices du passage au BE.

Types de coûts ou bénéfices	Coûts induits par la mesure de restauration	Bénéfices liés à la mesure de restauration
Marchands	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts des mesures de restauration liés à l'activité hydro-électricité <ul style="list-style-type: none"> - Investissement (ex : passe à poissons) - Surcoûts de fonctionnement (ex : production électrique par des moyens autres qu'hydrauliques) - coûts liés à la rupture de concessions, le cas échéant • Coûts des mesures de restauration pour les autres usages marchands liés (ex : perte de bénéfice pour l'irrigation, l'AEP ,...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bénéfices marchands correspondant à des coûts évités par un effet «qualité» : réduction des coûts de traitement pour AEP, industries...(1)
Non marchands hors de la ME	Surcoûts dus aux émissions de CO ₂ (le cas échéant) et autres coûts environnementaux liés à la perte de production hydroélectrique	
Non marchands sur la ME pour les usagers	Perte de bénéfices pour les usagers actuels (activités récréatives...)	Augmentation des bénéfices pour les usagers actuels ou bénéfices pour les nouveaux usagers (activités récréatives...)
Non marchands sur la ME pour les non-usagers	Coût de la disparition d'un patrimoine existant (en dehors de tout usage) suite aux modifications à apporter pour l'atteinte du BE	Bénéfices d'une amélioration du patrimoine en dehors de tout usage (augmentation de la valeur patrimoniale pour les habitants du bassin ou territoire)

Tableau 6 : Types de bénéfices et de coûts à rechercher dans le cadre des travaux DCE

- (1) Pour la prise en compte de ces coûts, on se reportera à l'annexe 2 du guide technique de la Direction de l'Eau sur la « désignation des MEFM et des MEA », pages 38 à 40.

Les points 2.3.2 à 2.3.5 présentent des valeurs guides des coûts ou des bénéfices marchands générés par les mesures et l'atteinte du BE : coûts d'investissement dans les mesures de restauration à proprement parler, coûts de perte de production hydro-électrique, coûts liés à la rupture

de concessions (ou coûts échoués), surcoûts ou bénéfiques de la mesure de restauration pour les activités de production utilisant l'eau autres que la production d'électricité.

Remarque : les coûts de mise en œuvre des mesures (y compris les coûts liés à la suppression d'un ouvrage) ne sont pas à prendre en compte à ce niveau d'analyse selon le guide méthodologique européen. Ces coûts sont en effet, selon ce guide, à traiter au moment de la conception du programme de mesures à proprement parlé et non pas au moment où on discute sur le statut fortement modifié ou non des masses d'eau ;

Toutefois, l'analyse coûts-bénéfices qui sous-tend ici la discussion ne devrait, par nature, exclure aucune composante significative de coût ou de bénéfice. La logique conduisant à ne pas intégrer telle ou telle de ces composantes doit donc être explicitée. En d'autres termes, d'un point de vue pratique, il apparaît très difficile de faire discuter les acteurs sur un objectif sans évoquer les coûts de mise en oeuvre associés à cet objectif. Aussi est-il proposé de mentionner à minima ces coûts pour juger du bilan des mesures étudiées et de les prendre en compte si les acteurs en présence estiment qu'ils sont essentiels à l'analyse du problème étudié

Les points 2.3.6 à 2.3.8 présentent des valeurs guides des coûts ou des bénéfiques non marchands associés aux mesures et au passage au BE : coûts environnementaux des moyens thermiques de production d'électricité, augmentation ou réduction des bénéfiques non-marchands des usagers de la masse d'eau, gain ou perte de valeur du patrimoine en dehors de tout usage.

2-3-2 Le coût d'investissement des mesures à proprement parler

Il s'agit des coûts d'investissement nécessaires à la restauration de la continuité (biologique et sédimentaire) ainsi que les opérations d'effacement, démantèlement de l'ouvrage.

On ne comptera ici que les coûts d'investissements des mesures. A ce stade de précision, les coûts de fonctionnement de tels ouvrages seront jugés négligeables.

Coûts unitaires de construction de passe à poissons
A bassins successifs : 87 k€ (26,6 à 177,5) (par m de chute et par m ³ /s)
A ralentisseurs : 47,8 k€ (17,7 à 142) (par m de chute et par m ³ /s)
<i>Source : GHAAPPE (a)</i>
Approche plus générale retenue par l'AESN : 60,98 k€ (par m de chute)
<i>Source : Moyenne de diverses études validée par Arnaud Richard, CSP Rennes</i>

Tableau 7 – Coûts des ouvrages de franchissement selon la hauteur du barrage.

(a) GHAAPPE ; février 2001 ; Guide technique n°4 libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière ; Réseau du bassin Rhône Méditerranée Corse ; 56 pages

(b) AREA ; novembre 2001 ; Barrages ; entraves à la dynamique biologique des rivières ; recensement des problèmes majeurs en Seine-Normandie : corrections et remèdes possibles ; DIREN ; 35 pages.

Pour être utilisées dans des contextes différents, ces premières fourchettes devront être précisées, ainsi que le contenu précis des coûts pris en compte (ex : coût de l'ouvrage ou coût complet qui intègre les aménagements annexes)

Coûts unitaires	A appliquer à
20 à 30 €/m³ pour remblayer les canaux <i>Source : Walter G – ENGEES (e)</i>	Volume de canaux néfastes pour l'atteinte du bon état (à adapter aux situations)
3 exemples pour le <i>reméandrage et la restauration écologique</i> : Le Drugeon (Doubs et Jura) : 1,2 M€ Morbihan : 28,4 k€ (déplacement d'une rivière de 3m de large sur 450m) La Grande Bosse : 230 k€ (remise en eau d'un bras mort sur 5,7km) Ancienne approche : 21 €/m² pour une rivière de 1 à 5 m de large (<i>Source : Conseil Général du Morbihan, selon le cas présenté ci-dessus</i>)	Largeur du cours d'eau multipliée par la longueur de linéaire considéré (à adapter aux situations)
destruction de digue : 20 à 30 €/m³ <i>Source : Walter G – ENGEES (e)</i>	Volume de matériau sur les digues néfastes pour l'atteinte du bon état (à adapter aux situations)
Entretien des zones humides : 218 à 447 €/ha/an <i>Source : Espaces Naturels de France (f)</i>	Surface des zones humides du district hydrographique
Coût des travaux hydrauliques <ul style="list-style-type: none"> • Travaux ponctuels : 500 à 1.000 €/ha • Travaux ponctuels sur surface importante ou lourds sur surface faible : 5.000 à 10.000 €/ha • Travaux importants sur surface importante : 12.000 à 15.000 €/ha <i>Valeur moyenne pondérée (selon la taille des travaux) en SN : 10.500 €/ha</i> <i>Source : Bureau d'Etudes Ecosphère (dire d'expert)</i> 	Surface des zones humides disparues
Travaux de réhabilitation <ul style="list-style-type: none"> • Reconstitution de boisements et bosquets avec mélange d'espèces : 6.770 €/ha • Reconstitution d'une saulaie : 4.500 €/ha • Reconstitution d'une prairie humide : 1.050 à 3.000 €/ha • Constitution d'herbiers aquatiques : 75 €/ha • Faucardage de roseaux : 375 €/ha/an <i>Valeur moyenne pondérée en SN : 2500 €/ha</i> <i>Source : Bureau d'Etudes Ecosphère (dire d'expert)</i> 	Surface des zones humides existantes dégradées

Tableau 8

(e) Walter G. ; avril 2002 ; Bandes enherbées et autres dispositifs bocagers ; AESN collection Sciences et Techniques agricoles ; 24 pages.

(f) Colas S (ENF), Hébert S (SCAFR), Espaces Naturels de France, 02/02/2000, Le coût de la gestion courante des principaux milieux naturels ouverts.

A partir des trois expériences disponibles en France, il est possible de dresser le tableau de valeurs connues à ce jour pour l'effacement d'ouvrages :

nom	Kernansquillec sur le Léguer (Côtes-d'Armor)	St- Etienne du Vigan sur l'Allier (Haute-Loire)	Maisons-Rouges sur la Vienne (Indre-et-Loire)
Caractéristiques techniques	H = 15m Béton à voûtes multiples Vol : 400 000 m ³	H = 12m Vol : m ³	H = 4m Vol : m ³
coût	6,1 millions de francs (vidange et effacement)	7 millions de francs	14 millions de francs + plan économique d'accompagnement des communes riveraines (montant voisin)
Date des travaux	1996	1998	1998

Tableau 9

Remarque :

Les coûts d'effacement sont très variables selon les aménagements. Ils sont dépendants du type d'aménagement, de la situation de l'aménagement (conditions d'accès par exemple), du type d'effacement et il sera difficile de les généraliser.

Il sera nécessaire de compléter ce tableau en précisant à quoi correspondent exactement ces coûts ;

Coût d'effacement d'autres (petits) ouvrages	
7.600 €/m (« il semblerait que ce coût unitaire ne soit pas valable pour les ouvrages de taille relativement importante (en largeur et/ou hauteur) et surtout qu'il ne tienne pas compte des travaux à opérer au niveau de la rivière elle-même en amont ou en aval pour prévenir les risques d'érosion et remettre le milieu en état ») Source : Arnaud Richard, CSP Rennes	Hauteur moyenne des ouvrages

Tableau 10

2-3-3 Valeurs guides des surcoûts de perte de production hydro-électrique

2-3-3-1 Le cas général d'une substitution de l'hydraulique par des moyens de production d'électricité alternatifs

Les mesures de restauration envisagées sont susceptibles dans leur majorité de provoquer des pertes pour l'activité « hydroélectricité », soit sous forme de perte nette de volume d'eau à turbiner (perte de productible), soit sous forme de déplacement de ce volume vers des périodes où la valorisation de la production est moindre par rapport au fonctionnement optimisé actuel de l'ouvrage. Ces coûts doivent tenir compte de l'ensemble des installations de production hydroélectriques impactées par les mesures envisagées.

Pour l'ensemble des ouvrages, le coût des contraintes sera évalué en se basant sur le principe de la méthode tarifaire. Selon cette méthode, on déterminera 2 termes pour estimer l'impact des mesures sur l'usage hydro électricité :

- D'une part le coût de la perte d'énergie. L'énergie perdue doit être fournie par d'autres moyens dont on suppose qu'ils sont disponibles. La nature de ces moyens dépend de la situation de l'équilibre entre offre et demande d'électricité au moment où la perte intervient : il peut s'agir de nucléaire, de thermique à flamme ou d'énergies renouvelables, voire d'un effacement partiel de la demande. Cette diversité est prise en compte dans la méthode tarifaire. Le coût de la perte d'énergie correspond alors aux coûts de fonctionnement (essentiellement coûts de combustibles pour les moyens thermiques) ou de mise en œuvre de ces moyens utilisés en substitution.
- d'autre part le coût de la perte de puissance. Elle correspond à la perte de capacité de production, qui nécessiterait un redimensionnement du parc de production d'électricité pour conserver globalement la puissance disponible nécessaire à l'équilibre entre offre et demande. Le coût de la perte de puissance renvoie à des coûts d'investissement. Il est d'autant plus important que les mesures ont un impact à des moments proches de la pointe de demande, là où tous les moyens de production disponibles sont déjà mobilisés.

L'utilisation de la méthode tarifaire nécessite de connaître les pertes de productible (énergie et puissance) induites par la mesure de restauration et d'estimer si des reports de cette production vers d'autres plages sont possibles. Ces pertes et déplacements de productible sont à déterminer sur différentes périodes de l'année et sont ensuite à valoriser selon la grille ci-dessous.

	Pointe	HPH	HPD	HCH	HCD	HPE	HCE	J/A
<i>durée</i>	248	868	774	1044	690	1854	1794	1488
<i>tarif c€/kWh</i>	4,20	3,87	2,87	3,01	1,88	2,33	1,40	1,66
<i>coeff. P Réd.</i>	1,00	0,69	0,14	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Tarif P. €/kW</i>	31,73							

Pointe : 2x2h par jour ouvrable en hiver

Heures creuses (HC) : 6h par jour ouvrable (1h-7h) et la totalité des jours fériés et week-end

Heures pleines (HP) : toutes les autres heures

Hiver (H) : décembre, janvier, février

Demi-saison (D) : mars, novembre

Été (E) : avril, mai, juin, septembre, octobre

Juillet-août (J/A)

Tableau 11 – Valorisation économique des pertes d'énergie et de puissance par poste horo-saisonnier.

Ces valeurs sont à utiliser pour valoriser les pertes ou déplacements de productible/puissance hydroélectrique provoqués par les mesures envisagées, pertes ou déplacements sur l'ensemble des installations hydroélectriques impactées par les mesures.

Le mode d'emploi de la valorisation des pertes d'énergie et de puissance à partir des tarifs et coefficients figurant dans le tableau 11 est explicité en annexe .

En amont de leur valorisation, il faut quantifier les pertes de production provoquées par la mesure (MW et MWh). Le calcul des pertes d'énergie associées aux différents mesures et nécessaire

pour appliquer la méthode tarifaire s'appuie habituellement sur une modélisation complexe (modèles d'optimisation de la production et modèle PARSIFAL entre autres). Compte tenu du nombre de cas à étudier dans le cadre de la désignation des MEFM, il ne sera pas possible d'utiliser ces modèles masse d'eau par masse d'eau. **Il est donc nécessaire de concevoir des démarches simplifiées pour quantifier l'impact des mesures en termes de pertes énergétiques. Ce travail sera à concevoir en partenariat entre l'agence et EDF.**

2-3-3-2 Les cas simples de perte de productible hydraulique sur des ouvrages types

Dans les cas simples, en particulier les mesures entraînant exclusivement des pertes de productible, on pourra recourir, en remplacement de la méthode tarifaire, à des indicateurs de valorisation simplifiés fonction du type d'ouvrages impactés. Ainsi, dans tous les cas où la mesure de restauration induit une perte nette de volume turbinable pour l'hydro-électricité, sans qu'une partie au moins de ce productible puisse être déplacée vers une production sur d'autres postes horo-saisonniers, alors, la valorisation de l'énergie perdue peut être faite en fonction de la grille proposée au tableau ci-après, qui est fonction des types d'ouvrages.

Cette grille est cohérente avec la méthode tarifaire.

	Valorisation de l'énergie et de la puissance perdues
Lacs	70 €/MWh
Eclusées	50 €/MWh
Fils de l'eau	35 €/MWh

Tableau 12 – Coûts unitaires des pertes de production.

2-3-3-3 Proposition de l'Agence pour une estimation simplifiée des pertes énergétiques

L'Agence a fait des propositions d'estimation simplifiée des pertes énergétiques qui nécessiteront de plus amples discussions. Elles n'ont en effet pas été retenues par EDF pour les raisons suivantes :

- elles ne sont en rien contradictoires avec les méthodes de valorisation présentées ci-dessus (2.3.3.1 et 2.3.3.2), mais elles n'apportent pas de solution à la question amont de la quantification des productibles hydroélectriques perdus ;
- Dans le cas i) ci-dessous, les coefficients d'abattement A,B et C sont d'une part à consolider sur le bassin Adour-Garonne. Ils n'ont d'autre part pas vocation à être généralisés sur l'ensemble des bassins compte-tenu des différences de régimes hydrologiques.

i) Cas où la mesure de restauration consiste en un relèvement du débit réservé (et où il n'y a pas de transferts possibles entre postes horo-saisonniers)

La méthode ci-dessous a été proposée par l'Agence pour évaluer de manière simplifiée les pertes énergétiques.

Dans le cas où une augmentation de débit réservé conduirait à des transferts de productible entre postes horo-saisonniers, il faudrait comptabiliser en complément des pertes sur les uns les gains sur les autres.

Sur le bassin Adour-Garonne, l'essentiel des grosses installations hydroélectriques présente un débit réservé proche du quarantième du module (M). Le tableau ci-dessous propose d'évaluer la perte de production moyenne associée au passage à une valeur supérieure pour le débit réservé.

Le relèvement du débit réservé pour un tronçon court-circuité conduit à une perte de production qui en première approximation est proportionnelle à l'augmentation du débit réservé par rapport au débit réservé initial ; elle est fonction :

- du productible moyen de l'installation (P),
- d'un coefficient A, B, ou C qui tient compte de la catégorie de l'usine

Catégorie d'usine	Perte énergétique liée au relèvement du débit réservé			
	Valeur du débit réservé			
	Module/40	Module/20	Module/10	Module/5
Lac	0	$AxP/40$	$AxPx3/40$	$AxPx7/40$
Eclusées	0	$BxP/40$	$BxPx3/40$	$BxPx7/40$
Fil de l'eau	0	$CxP/40$	$CxPx3/40$	$CxPx7/40$

Tableau 13 – Estimation des pertes de production pour un relèvement du débit réservé.

☞ Pour les usines de type lac : A ~1

La capacité du réservoir est telle, en regard des apports du cours d'eau, qu'à l'exception des débits réservés, l'intégralité des apports est turbinée.

☞ Pour les usines de type éclusées : B ~0,75,

En comparaison des usines de type lac, la capacité du réservoir est plus limitée, l'usine ne peut turbiner l'intégralité des apports. Le coefficient B est pris égal à la moyenne des coefficients A et C.

☞ Pour les usines de type fil de l'eau : C ~0,5,

On fait l'hypothèse que dans le cas des usines fil de l'eau, seulement la moitié des apports est turbinée. Cette hypothèse est cohérente avec les principales grandeurs caractéristiques de l'hydrologie. Les usines fil de l'eau ont un débit d'équipement comparable au module du cours d'eau et en moyenne, la moitié des débits observés sur un cours d'eau reste inférieure au module et peut donc être turbinée. Dans tous les cas, on considère ici, que le débit réservé supplémentaire n'est pas turbiné, ce qui peut conduire à surévaluer la perte énergétique.

La monétarisation est réalisée par la multiplication du coût du kWh selon le tableau 12 par les pertes de production (tableau 13).

ii) Cas où la mesure de restauration consiste en un relèvement du débit de base des éclusées

Le relèvement du débit de base au niveau de l'usine, dès lors que ce débit peut être turbiné, ne génère pas une perte nette de production mais plutôt une perte d'énergie de pointe et modulable. En effet, les volumes supplémentaires utilisés pour relever le débit de base ne sont plus valorisés en période de pointe mais utilisés en production de base.

Une méthodologie simple de calcul de la perte énergétique liée au relèvement du débit de base reste à construire, en intégrant les caractéristiques principales de l'usine (débit d'équipement, productible moyen, débit de base avant mise en œuvre de la mesure), l'objectif étant de fournir ces valeurs sans passer par le calcul détaillé de la méthode tarifaire qui suppose une analyse hydrologique au cas par cas hors du champ des objectifs de cette phase.

Une augmentation du débit de base conduit à une baisse du coefficient d'amplitude de l'éclusée. Il est proposé dans un premier temps de calculer la variation de débit en utilisant les valeurs limites du coefficient d'amplitude (coef. amp) de la circulaire du MEDD 03/n° 4 (Tableau 14).

Le cas où Coef. amp = 1 correspond à une gestion type fil de l'eau et à une modification radicale de la gestion de l'usine, où la désoptimisation du système est alors maximale.

Variation de débit (m3/s)	Coef. amp calculé	Coef. amp = 5 (valeur limite pour le classement MEN selon circulaire du MEDD)	Coef. amp = 1 (valeur équivalent à un fonctionnement type fil de l'eau)
ME 1	30	6	30
ME 2	80	16	80

Tableau 14 – Variations de débit selon la baisse du coefficient d'amplitude de l'éclusée.

Obs. : ce calcul doit être réalisé pour chaque ME où le coef. amp a été calculé et participe à la désignation de la MEFM. La baisse nécessaire de ce coefficient doit permettre la ME d'atteindre le BEE, ce qui n'est pas forcément le cas d'une MEN (coef. amp = 5).

2-3-4 Valeurs guides des coûts liés à la rupture de concessions (ou coûts échoués)

Ces coûts sont à considérer dans le cas extrême d'effacement d'un ouvrage, qui serait mis en œuvre avant la période de fin normale de la concession. Ils correspondent aux charges liées à l'amortissement des ouvrages que continuerait à assumer le concessionnaire jusqu'à la date prévue pour la fin de concession, si celle-ci devait être rompue avant son terme, le privant ainsi des bénéfices issus de la vente de sa production. La prise en compte des coûts échoués naît de l'hypothèse que la durée de concession est une durée qui a un sens économique, car elle correspondrait à la durée d'équilibre du projet. Selon cette hypothèse, on a égalité entre la somme des coûts d'amortissement actualisés sur la durée de la concession et la somme des bénéfices actualisés. Dans le cas de l'hydroélectricité où le combustible est gratuit, on fera encore la seconde hypothèse que la vente de la production au tarif vert utilisé dans la méthode tarifaire correspond directement à la valeur de la production hydroélectrique. Les coûts échoués sont donc égaux à la somme actualisée des ventes annuelles de la production de l'ouvrage sur les années restantes de la concession.

Coût échoué annuel pendant la durée restant à courir de la concession = valorisation annuelle de tout le productible moyen disponible selon la méthode tarifaire

La prise en compte de coûts échoués est incluse dans l'article 40 du cahier des charges type des concessions. Il y est mentionné que l'Etat peut racheter la concession avant sa fin moyennant une indemnité.

Cahier des charges type Art 40 - I. Dispositions relatives à l'indemnisation; en cas de rachat : Le concessionnaire recevra pour indemnité :

1° Indemnité d'éviction: pendant chacune des années restant à courir jusqu'à l'expiration de la concession, une annuité (A) égale au produit net moyen des sept années d'exploitation précédant celle où le rachat sera effectué, déduction faite des deux plus mauvaises ; le produit net de chaque année sera calculé en retranchant des recettes toutes les dépenses faites pour l'exploitation de la chute concédée, y compris les redevances, les impôts, l'entretien et le renouvellement des ouvrages et du matériel, mais non compris les charges du capital, ni l'amortissement des dépenses de premier établissement; en aucun cas le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des sept années prises pour termes de comparaison ;

2° Indemnité d'amortissement: une somme égale aux dépenses, dûment justifiées, supportées par le concessionnaire pour des travaux de premier établissement exécutés en période d'exploitation ou relatifs à des ouvrages immobiliers nouveaux ou complémentaires qui, dépendant de la concession et subsistant au moment du rachat, auront été régulièrement exécutés, conformément aux dispositions des articles 8, 9 et 10, pendant les quinze années précédant le rachat. Pour chaque ouvrage, il sera déduit un quinzième de la dépense totale pour chaque année écoulée depuis son achèvement.

2-3-5 Valeurs guides des coûts ou des bénéfices marchands pour les autres activités

Il conviendra de prendre en compte les pertes de bénéfices des autres activités associées à l'usage hydro-électricité et susceptibles d'être affectées par les mesures, selon l'annexe 2 du guide national technique de la Direction de l'Eau sur la DE « désignation des MEFM et des MEA » (pages 38 à 40). Il s'agit essentiellement de :

- Perte des bénéfices liés à l'irrigation
- Perte ou augmentation de bénéfices liés à l'alimentation en eau potable

En première approche, il faudra s'appuyer sur les données collectées dans le cadre de l'état des lieux.

2-3-6 Valeurs guides pour des coûts environnementaux des moyens thermiques de production d'électricité

En cas de pertes de productible hydroélectrique, celles-ci sont à compenser par d'autres moyens de production d'électricité, dont à certaines périodes des équipements thermiques à flamme.

Selon des analyses préalables³, il a été jugé suffisamment représentatif au stade des valeurs guides de limiter les coûts environnementaux de ces moyens de production thermiques à ceux issus de

³ note B3-05-083pd

l'émission de CO₂. Les estimations qui en découlent constituent un minorant des coûts environnementaux.

En moyenne, on estime tous moyens thermiques à flamme (gaz, fioul, charbon) confondus que ce mode de production de l'électricité dégage 600 tonnes de CO₂ par GWh_e (thermique à flamme) dans le parc futur.

L'émission d'une tonne de CO₂ ayant un coût environnemental de 27 €/tonne (source : valeur tutélaire du rapport Boiteux sur les transports et cohérente avec les plages de valeurs proposées par la DIDEME), le coût environnemental d'un recours au thermique à flamme est donc de 16.2€/MWh.

Comme indiqué dans la présentation de la méthode tarifaire, les moyens de production devant être utilisés en remplacement d'un productible hydroélectrique perdu varient en fonction de la situation de l'équilibre offre - demande d'électricité au moment où cette perte intervient. Le coût environnemental au titre des émissions de CO₂ de 16.2 €/MWh est donc à appliquer aux pertes de productible hydroélectrique lorsque la satisfaction de la demande et les besoins du parc électrique nécessitent d'y substituer une production thermique à flamme.

En reprenant le découpage temporel de la méthode tarifaire, on retient en première hypothèse que cette substitution entre hydraulique et thermique à flamme intervient a minima en hiver et sur l'ensemble des heures pleines de l'année. La valeur de 16.2 €/MWh est donc à appliquer au productible hydroélectrique perdu sur les postes « Pointe, HPH, HCH, HPD, HPE » (voir la définition de ces postes en 2.3.3.1).

2-3-7 Valeurs guides pour les bénéfices non-marchands sur la masse d'eau

Ces bénéfices regroupent deux catégories :

- **les bénéfices des usagers de la masse d'eau ;**
- **les bénéfices non- marchands à attendre d'une amélioration du patrimoine en dehors de tout usage.**

La valorisation des bénéfices non-marchands est guidée par le tableau A ci dessous. Ce tableau a été élaboré à partir de la revue de littérature produite en France par l'INRA sur les études de valorisation des bénéfices environnementaux non-marchands. Seuls les documents les plus utiles pour le cas des bénéfices induits par les MEFM liées à l'hydroélectricité ont été sélectionnés.

Le tableau cite les écarts entre les valeurs disponibles pour valoriser une même modification du milieu, mais en retient une comme valeur guide (en gras). Le principe adopté a été de retenir comme valeur guide la valeur a minima, les autres permettant d'initier une discussion sur la sensibilité.

Le tableau A comporte des valeurs dites d'usage, qui s'appliquent aux usagers du site, et de non usage (valeur patrimoniale en dehors de tout usage).

Il est rappelé que, de manière générale, il est admis que la valeur patrimoniale est déjà incluse dans la valorisation que fait un usager quant à l'amélioration du site par la mesure de restauration. Aussi, tous les usagers ne pourront être comptabilisés aussi parmi les personnes ayant une valorisation spécifique du patrimoine (non-usage).

Compte tenu de l'état des connaissances sur les bénéfices non marchands, des précautions sont à prendre pour la valorisation de ces bénéfices à partir de valeurs guides. Pour valoriser le passage au BE, il est en particulier proposé de ne pas directement sommer, mais d'afficher séparément l'augmentation des bénéfices non-marchands des usages d'une part et celui procuré par l'amélioration du patrimoine en dehors de tout usage, d'autre part pour les discuter séparément. Les bénéfices patrimoniaux (non usage) sont en effet les plus difficiles à estimer et les plus fragiles en raison des incertitudes, tant sur la signification et le niveau de leur valeur par individu que sur les effectifs des populations auxquelles ces valeurs sont à appliquer. Par ailleurs, les études sur le sujet ont montré que les bénéfices patrimoniaux étaient prépondérants, à l'échelle d'un territoire, lorsque pris en compte.

2-3-8 Valeurs guides pour les coûts non-marchands sur la masse d'eau

Dans certains cas, il pourra être possible de mettre en évidence également des pertes de valeur non marchandes (cf. exemple de l'étude Loir qui a permis d'identifier des consentements à payer négatifs pour l'atteinte du BE du fait de la disparition de poches d'eau). Il peut s'agir de :

- **pertes de valeurs pour des usages non marchands**
tels que des loisirs ou activités récréatives qui ne pourraient plus être pratiqués sur la masse d'eau ou dont la pratique serait dégradée suite aux mesures de restauration ;
- **pertes de valeur du patrimoine en dehors de tout usage**
suite à la disparition après atteinte du BE d'un patrimoine pré-existant.

De la même façon que dans le cas de bénéfices non-marchands (voir 2-3-7), ces pertes seront estimées sur la base du tableau A. Lorsqu'elles sont disponibles dans ce tableau, les valeurs guides sont ici à comptabiliser en négatif puisqu'elles correspondent à des pertes de bénéfices.

Tableau A

Pour la détermination des assiettes d'application des valeurs unitaires en colonne 4 du tableau ci-dessous (nombres d'utilisateurs ou de non-utilisateurs), les données locales seront à privilégier. Les ratios cités dans cette même colonne (% de pêcheurs parmi la population,...) sont issus d'études primaires de monétarisation sur des sites particuliers. Leur extension aux sites à analyser est par conséquent très fragile.

L'atteinte du BEE induira-t-elle ?	O / N	Valeurs unitaires des bénéfiques ou des pertes	Assiette d'application pour passer au bénéfice (à la perte) total(e) généré(e) par l'atteinte du BEE	Effectif pour la ME	Valeur annuelle bénéfique ou perte €19xx
L1 Le passage d'une pêche aux salmonidés sédentaires par empoissonnement à une pêche sportive de salmonidés sédentaires sauvages, grâce notamment à des modifications hydromorphologiques ou hydrauliques		7 €₂₀₀₁/pêcheur sur site/an (Lignon) Ecart : 7-20 € ₂₀₀₁ /pêcheur du site/an (Lignon), 7-15 € ₂₀₀₁ /pêcheur sur site/an (Indre et Hérault)	Nombre de pêcheurs sur site données locales (association de pêche locale) ou à défaut 17% des pêcheurs sportifs adhérents aux AAPPMA du département (Lignon)		
		3,5 €₂₀₀₁/pêcheur non usager du site/an (valeur patrimoniale) (Lignon) Ecart : 3 à 7 € ₁₉₉₉ / pêcheur/an (Indre Hérault)	Nombre de pêcheurs du département, non usagers du site données locales ou à défaut 85% des pêcheurs sportifs adhérents aux AAPPMA du département (Lignon)		
		6 €₂₀₀₁/promeneur sur site/an (Lignon)Ecart : 6-11 € ₂₀₀₁ /pêcheur du site/an (Lignon)	Nombre de promeneurs sur site données locales ou à défaut 24% de la population totale du BV de la ME (Lignon)		
		5 €₂₀₀₁/ non usager/an (Lignon)	Nombre d'habitants majeurs du BV de la ME, non pêcheurs données INSEE, corrigées des données locales ou à défaut 75 % de la population totale du BV de la ME (Lignon)		

L'atteinte du BEE induira-t-elle ?	O / N	Valeurs unitaires des bénéfices ou des pertes	Assiette d'application pour passer au bénéfice (à la perte) total(e) généré(e) par l'atteinte du BEE		Effectif pour la ME	Valeur annuelle bénéfice ou perte €19xx	
L2 L'apparition, le développement significatif de l'usage pêche sportive aux salmonidés migrateurs		42 €₁₉₉₁/j de pêche pour les premiers j et 7 €₂₀₀₁/pêcheur ensuite (Sélune) Ecart : 24 € ₁₉₉₁ /j de pêche truite de mer (Sélune), 42-61 € ₁₉₉₁ /j pêche saumon (revue biblio), 22-35 €/j pêche (FWR), 25 € ₂₀₀₂ /j de pêche (Salanié-Le Goffe-Surry)	TAC de salmonidés à attendre du BEE	Longueur du parcours à créer (km)	Augmentation du nbre de jours de pêche/an (cf fiche du modèle Salanié- Legoffe-Surry)		
		Valeur patrimoniale minimaliste extrapolée pour le saumon: 5 € ₂₀₀₁ /non usager /an (Lignon)	Nombre d'habitants majeurs du BV influencé, non pêcheurs et non usagers du site données locales ou à défaut 75 % de la population totale du BV d'influence (Lignon)				

L'atteinte du BEE induira-t-elle ?	O / N	Valeurs unitaires des bénéfiques ou des pertes	Assiette d'application pour passer au bénéfice (à la perte) total(e) généré(e) par l'atteinte du BEE	Effectif pour la ME	Valeur annuelle bénéfique ou perte €19xx	
L3 L'amélioration de l'état des eaux ou la mise en valeur une ME dans le cas où il n'y a pas d'enjeu écologique majeur (pêche de poissons blancs) : Aménagement d'accès, amélioration écoulements, amélioration de la biodiversité et la qualité de l'eau pour tous les usages		35 €₂₀₀₄/pêcheur/an (Le Loir) Ecart : 31-40 € ₂₀₀₄ /pêcheur/an (Le Loir)	Nombre de pêcheur du site données locales ou à défaut 8 % des habitants des communes limitrophes de la ME (Le Loir)			
		16 €₁₉₉₈/foyer/an (valeur patrimoniale des non usagers ou usagers récréatifs hors pêche) (Arbas) Ecart : 16-19 € ₁₉₉₈ /foyer/an, 25 € ₂₀₀₄ /foyer/an (patrimoine) (Le Loir)	Nombre de foyers des communes limitrophes de la ME données INSEE			
L4 L'amélioration des conditions de pratiques du kayak sur rivières d'eaux calmes (disparition de seuils et amélioration marginale de l'état des eaux)		35 €₂₀₀₄/kayakiste/an (Le Loir) Ecart: 31-40 € ₂₀₀₄ /kayakiste/an (Le Loir)	Nombre de kayakistes sur site données locales ou à défaut 4 % de la population des communes limitrophes (Le Loir)			
L5 L'allongement de la période de pratique du house-boat par amélioration des conditions de navigation		444 €₁₉₉₉/sem de location suppl bateau/an (Lot)	Augmentation du nombre de semaines de location (dires d'experts, données transférables)			

L'atteinte du BEE induira-t-elle ?	O / N	Valeurs unitaires des bénéfiques ou des pertes	Assiette d'application pour passer au bénéfice (à la perte) total(e) généré(e) par l'atteinte du BEE	Effectif pour la ME	Valeur annuelle bénéfique ou perte €19xx
L6 La diminution (l'augmentation) des variations du plan d'eau du réservoir, créant un écosystème naturel type roselière (effets induits pour flore et faune piscicole et oiseux) et de meilleures conditions pour les usages récréatifs (pêche, voile, promenade, baignade)		4 à 7 €₁₉₉₁/ménage/an (usages récréatifs) (lac de la forêt d'Orient)	Nombre de ménages fréquentant le site/an , qu'ils soient usagers récréatifs ou non Données locales données transférables		
		10 à 12 €₁₉₉₁/ménage/an (valorisation de l'écosystème naturel) (lac de la forêt d'Orient) Ecart : 30 € ₂₀₀₂ /ménage/an. (usages + patrimoine) (Lac du Der)			
L7 La disparition (l'apparition) d'un lac réservoir permettant des usages récréatifs (promenade, baignade, voile et un peu pêche) et support d'un écosystème naturel type roselière (effets induits pour flore et faune piscicole et oiseux)		19 €₂₀₀₂/j visite/usager (usages récréatifs) (lac du Der) Ecart : 20- 22 € ₂₀₀₂ /j (lac du Der)	Nombre de j de fréquentation du site données existantes, dires d'experts, données transférables ou à défaut 80 % de la population totale du BV concerné et 9 visites/usager (Lac du Der)		
L8 L'apparition ou extension significative d'une activité récréative kayak (grâce au passage d'eaux calmes à eaux vives)		15 €₁₉₉₄/j suppl/an (Limousin rivière Creuse) Ecart : 15 à 20 € ₁₉₉₄ /j suppl/an et 17 à 21 j suppl/an	Augmentation du nombre de j de kayak Données locales données transférables ou à défaut 15 visites/an et 0,5 % de la population totale du BV de la ME si création totale de l'activité (Limousin)		

L'atteinte du BEE induira-t-elle ?	O / N	Valeurs unitaires des bénéfiques ou des pertes	Assiette d'application pour passer au bénéfice (à la perte) total(e) généré(e) par l'atteinte du BEE	Effectif pour la ME	Valeur annuelle bénéfique ou perte €19xx
L9 L'apparition ou extension significative de l'activité pêche aux salmonidés sédentaires, relativement à une situation où l'usage pêche est inexistant		25 €₂₀₀₁/j de pêche/an (Lignon) Ecart: 15-23 € ₁₉₉₂ /j (revue biblio) ; 16-26 €/j(FWR)	Augmentation du nombre des pêcheurs sur site dires d'experts, données transférables ou à défaut 17% des pêcheurs sportifs adhérents aux AAPPMA du département et en moyenne 17 visites/an (Lignon)		
		14 €₂₀₀₁/promeneur/visite (Lignon)	Augmentation du nombre de promeneurs sur site dires d'experts, données transférables ou à défaut 30% de la population majeure du BV de la ME (Lignon)		
Total de l'augmentation des bénéfices non-marchands pour les usages					
Total de l'augmentation des bénéfices non-marchands pour la seule amélioration du patrimoine, en dehors de tout usage					

FICHE : Estimation des individus concernés par l'amélioration du milieu dans le cas des poissons migrateurs (modèle Julien Salanié, Philippe Le Goffe et Yves Sury (2004))

L'étude est celle de Julien Salanié, Philippe Le Goffe et Yves Sury (2004) sur « l'évaluation des bénéfices procurés par le démantèlement de barrages hydroélectriques mérite d'être citée en référence, car elle propose une approche qui pourrait être reprise, sauf si une autre estimation jugée plus fiable est disponible.

L'étude propose un modèle de prévision de l'augmentation du nombre de visites à attendre sur la Sélune dans le cas où les concessions de deux barrages ne seraient pas renouvelées. Actuellement, la pêche au saumon est dorénavant et déjà pratiquée sur cette rivière en aval des ouvrages hydroélectriques existants : près de 8000 journées de pêche au saumon y ont déjà lieu annuellement conduisant à 110-140 captures annuelles sur un parcours de 13 km.

Le modèle a été établi à partir de 28 rivières à saumon localisées en Bretagne et dans le département de la Manche. Il part du principe, que, hors barrage, cette rivière pourrait exprimer les potentialités dont elle dispose pour le saumon et avoir un nombre de visites en augmentation, tout en tenant compte de ses caractéristiques propres par rapport à celle des autres rivières à saumon de la région. Le nombre de visites a été agrégé à partir des données obtenues par enquête téléphonique auprès de 827 pêcheurs de saumon pour la saison 2002. Il part du principe démontré par la théorie économique, mais aussi logique et vérifié empiriquement, que le nombre de visites dépend du nombre de poissons qu'il est possible de capturer (mesuré dans le modèle par le TAC : Total Autorisé de Captures), de la longueur du parcours de pêche et du débit. Pour ce dernier paramètre, l'hypothèse que ce coefficient ne puisse être différent de zéro ne peut être statistiquement écartée. Par sécurité, il convient donc de préférence d'utiliser le modèle pour valoriser des variations de la fréquentation d'un site dans des scénarios où le débit de la rivière n'est pas modifié. On a alors un modèle qui s'écrit :

$$\Delta \text{Nbre visites} = \beta_1 * \Delta \text{nbre captures} + \beta_2 * \Delta \text{longueur parcours}$$

Paramètre	Modèle
nbre captures (β_1)	34.21 (1.63)
longueur parcours en km (β_2)	123.09 (59.65)
R2 ajusté	0.91

Dans cette approche, le TAC si le barrage était démantelé a été estimé par le CSP. Il augmenterait de 400 unités (estimation basée sur le potentiel de la Sélune en Unités de Production (UP), en lien avec les surfaces de frayères) et le linéaire du parcours de pêche s'agrandirait de 25km sur les 68 km que compte le cours d'eau.

Ainsi, l'application du modèle pour une augmentation de 400 captures et la création d'un parcours de 25 km produit 16.763 visites supplémentaires par an (intervalle de confiance à 90% : [14.750-18.800]). En reprenant une valorisation des bénéfices (surplus) de la pêche au saumon issu de nombreuses études, dont des études étrangères, les auteurs utilisent une approche sécuritaire de 25 €2002/j de pêche au saumon. Ils en déduisent un bénéfice non marchand issu de l'amélioration de l'activité pêche au saumon suite à un scénario de non-renouvellement des concessions des 2 barrages de la Sélune de 400.000 €2002/an environ.

Compte tenu de l'enjeu que peut avoir l'estimation des bénéfices non marchands de la réintroduction de poissons migrateurs lors d'un pré-chiffage même grossier des bénéfices issus d'un passage en MEN d'une MEFM liée à l'hydroélectricité, il est proposé la démarche pragmatique suivante pour obtenir une valeur type :

L'étude sur la Sélune a mis en évidence :

Surplus moyen sur [0 -32000 visites] = 42-61 €2001/j/pêcheur,

CAP moyen sur [32000– 35427 visites] = 16 €2001/pêcheur favorable/an ou 7 €2001/pêcheur du site/an

On vérifie la cohérence de la valeur proposée par l'étude Salanié, Le Goffe et Sury (2004) :

Surplus moyen sur [8000 - 24.763 visites] choisi dans biblio par Surry = 25 €2001/j/pêcheur.

Approche proposée sur un site quelconque :

- Connaître le nombre actuel de visites (données existantes ou dires d'experts)
- Utiliser le modèle de Surry pour le nombre de visites supplémentaires
- En déduire le nombre total de visites V_t
- Valoriser les augmentations de visites tant que $V_t \in [0-32000 \text{ visites}]$ à 25 €2001/j/pêcheur
- valoriser à 7 €2001/pêcheur/an les visites au-delà de cette plage

Une alternative envisageable, pourrait être de fixer à dire d'experts (CSP,...) les bornes du passage 25€/visite à 7 €/pêcheur/an pour savoir où est pour le site envisagée la limite entre un fort bénéfice du saumon (offre très rationnée) et un bénéfice faible (offre abondante).

3-ETUDE DE CAS

Pour les 4 masses d'eau proposées pour tester la méthodologie (Tableau 15), les pressions prépondérantes sont provoquées par l'hydroélectricité. Les usages touristiques sont importants sur la ME 147, et moins important sur la ME 251. L'annexe décrit en détail chaque ME, les pressions, les ouvrages hydroélectriques concernés, et l'évaluation des enjeux.

ME	Rivière	Position	Pressions
ME 83	Maronne	aval du barrage d'Hauteffage jusqu'à la confluence avec la Dordogne	Eclusées et rupture continuum
ME 147	Agout	aval du barrage de La Raviège jusqu'à Bouyrol	Débits réservés, morphologie et rupture continuum
ME 251, 749	Garonne	de la Neste au Salat	Morphologie et rupture continuum
ME 1	Site	Rivière X à la confluence de la Garonne	Débits réservés, morphologie et rupture continuum

Tableau 15 – ME tests et pressions de l'hydroélectricité correspondantes.

3-1 APPLICATION PHASE SIMPLIFIEE

Pour chaque ME test, selon les ouvrages hydroélectriques et les usages concernés, les effets des mesures de restauration peuvent être évalués qualitativement. Cette évaluation est comparée avec les enjeux écologiques de la ME (Tableau 16).

Pour les 4 cas tests, seulement la ME 147 (aval Raviège) est confirmée MEFM car les effets des mesures sur l'activité sont plus important que les enjeux écologiques de la ME. Les autres ME sont alors dirigées vers la phase valeurs guides.

Phase simplifiée					
Masse d'eau	Effets négatifs des mesures		Effets positifs des mesures	Enjeux écologiques	Décision
	Hydroélectricité	Autres usages	Autres usages		
ME 83	★★★★	0	0	★★★★	valeur guides
ME 147	★★★★			0	MEFM
ME 251 et 749	★★★			★★★	valeur guides
ME 1	★	0	0	★★★	valeur guides

Tableau 16 – Application de la phase simplifiée aux ME tests.

A ce stade, les effets positifs ou négatifs des mesures sur les autres usages n'ont pu être évalués.

3-2 APPLICATION PHASE VALEURS GUIDES

Dans cette phase sont analysées les ME passées au tamis de la phase simplifiée et non confirmées MEFM. L'exemple de la ME 83 (Hautefrage) sera utilisé ici (une description détaillée de cette masse d'eau est disponible dans le rapport de mars du GT). Cette ME a un enjeu écologique fort (axe bleu zone 2 avec habitats sensibles) ; elle n'accueille pas d'autres usages au sens de l'article 4.3 de la DCE.

Mesures de restauration

Pour ce cas test, les 3 mesures de restauration à mettre en œuvre pour atteindre le BEE sont :

- 1) augmentation Q base à 8 m³/s (de novembre à mi-juin)
- 2) augmentation Q réservé de 1,5 à 2 m³/s (annuel)
- 3) aménagement frayères (et/ou seuils)

Obs. : un doute persiste sur le besoin d'assurer la continuité biologique amont/aval afin d'atteindre le BEE.

Coûts pour l'hydroélectricité

Pour ces mesures de restauration, qui vont au-delà des mesures prises pour le Défi Eclusées⁴, les coûts pour l'usage hydroélectrique sont calculés par extrapolation (non linéaire) des coûts annuels du Défi Eclusées

COUTS DEFI ECLUSEES

- perte en énergie = 139 k€/an
- perte en puissance = 41 k€/an
- TOTAL = 180 k€/an

COUTS EXTRAPOLES

(ordre de grandeur)

1 000 k€/an

Obs. : L'aménagement de frayères n'affecte pas l'usage hydroélectrique ; si l'option de construction de digues en aval est adoptée, il faudra évaluer l'impact sur la ligne d'eau afin de calculer la perte sur la hauteur de chute de l'usine.

Coûts environnementaux

Les coûts environnementaux peuvent concerner différents domaines tels que le paysage, la destruction d'habitats (en queue de retenue par exemple), ou bien dans une échelle plus large les

⁴ Défi Eclusées : politique territoriale de l'AEAG mise en place dans le bassin de la Dordogne.

émissions de polluants provoquées par des moyens de production de pointe substitutifs à l'hydraulique.

Afin de ne pas complexifier cette étape de valeurs guides, seulement les émissions à gaz à effet de serre seront prises en compte ici. Les coûts relatifs à ces émissions (équivalent CO₂) calculés pour les pertes de production sont :

En appliquant ces coûts d'émissions de CO₂ au perte énergétique du défi éclusées, on arrive à 46 k€/an. Les pertes énergétiques des mesures BEE n'ont pu être à ce jour calculées, mais elles sont nettement supérieures aux pertes du défi éclusées. Les coûts environnementaux associées aux mesures nécessaires au bon état sont donc supérieurs à 46k€/an

Bénéfices environnementaux

Pour obtenir une première estimation simplifiée de ces bénéfices environnementaux, il faudrait tout d'abord pouvoir préciser quel va être l'effet du bon état sur les peuplements piscicoles.

Selon qu'il s'agira d'une augmentation de la population des espèces présentes ou de l'apparition d'une nouvelle espèce (saumon ?), la démarche sera différente. Dans un cas, c'est un effet « qualité » qui serait à valoriser, correspondant à une augmentation de la satisfaction des pêcheurs déjà usagés du site. Dans l'autre il s'agirait d'un effet « quantité », correspondant à la satisfaction de nouveaux pêcheurs venant fréquenter le site en raison de l'apparition de la nouvelle espèce.

Selon la situation, soit une estimation du nombre actuel de pêcheurs serait nécessaire, soit il faudrait faire des hypothèses sur l'augmentation du nombre de visites (il pourrait être utilisé des modèles de prévision sur l'augmentation du nombre de visites).

A ce stade, ces informations n'ont pas pu être rassemblées.