

Approche économique de l'impact des grilles fines et des dispositifs associés de montaison dévalaison

Hydro 21

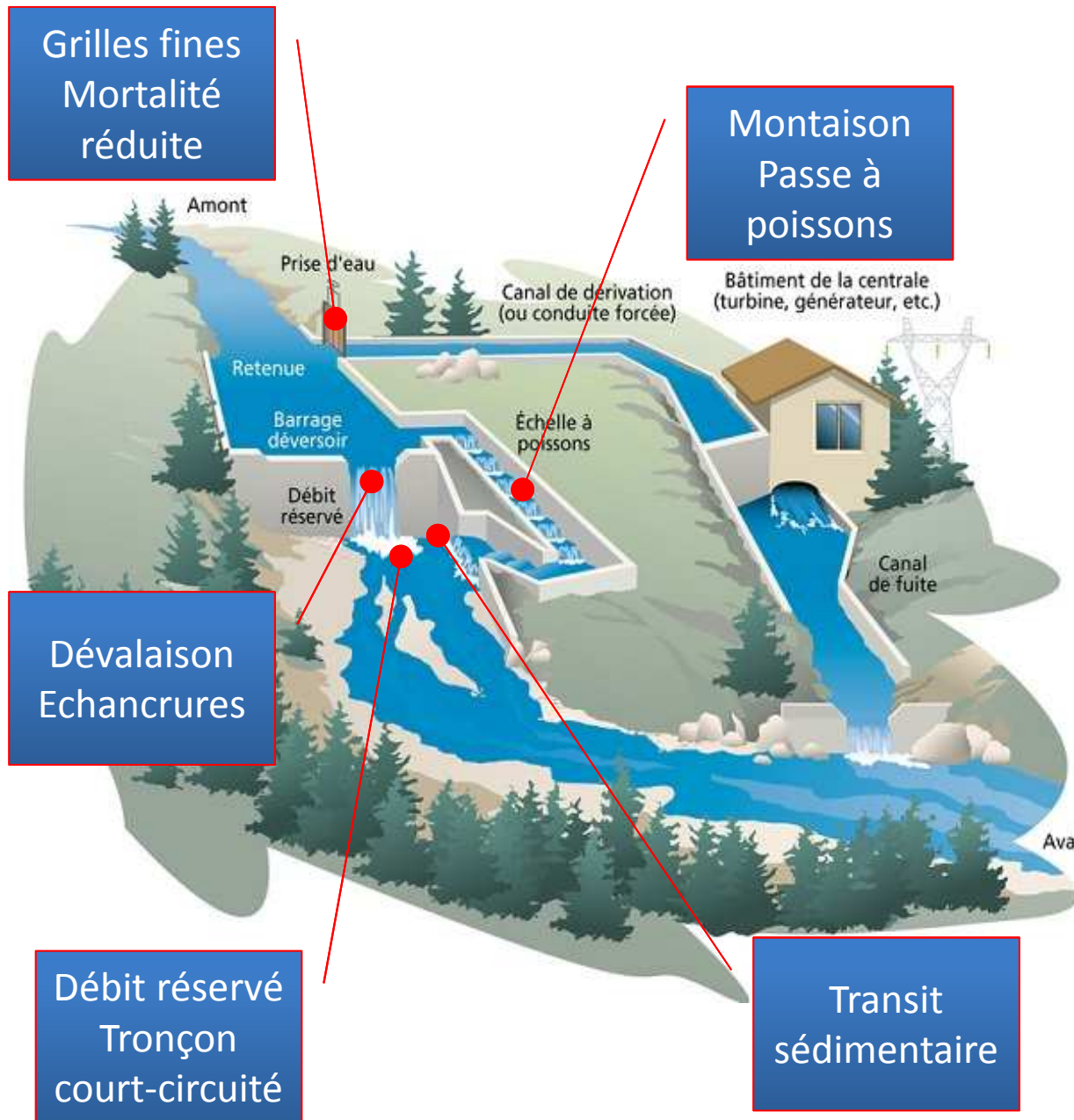
Grenoble - 3 Novembre 2017

- Cette présentation est un extrait synthétique de la présentation ayant servi de support à nos discussions avec l'ONEMA le 29/08/2016.
- Les éléments ont également été communiqués à la DGEC.

Sommaire :

- Méthode et limites
- Éléments de coûts d'investissement
- Impacts sur le productible
- Éléments d'impact en valeur

1- LES DISPOSITIFS ENVIRONNEMENTAUX D'UNE CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE



- Le débit dans le tronçon court-circuité du cours d'eau est assuré par un maintien d'un débit réservé dans le lit
- La dévalaison du poisson est assurée par des échancrures au niveau du barrage
- La montaison du poisson est assurée par une échelle à poisson (ou un ascenseur)
- La mortalité dans la branche turbinée est limitée par des grilles à pas fin (2cm)
- Le transit sédimentaire est assuré par des ouvertures de vannes régulières

Grilles « classiques »



- Coût d'investissement réduit
- Peu de colmatage et de pertes de charges
- N'assure pas de barrière pour le poisson > Mortalité
- N'est plus acceptable réglementairement

Grilles « fines »



- Réduit fortement la mortalité piscicole
- Encombrement et coût d'investissement élevé
- Plus de colmatage, de sollicitations du dégrilleur et de pertes de charges

Passé à bacs



Ascenseur



- Doit être adapté aux espèces présentes
- Consomme un débit d'attrait
- Colmatage parfois brutal en cas de fort charriage (passes)
- Complexité mécanique (ascenseur)

2 - MÉTHODE ET LIMITES

1. Nous rechercherons d'abord à identifier des coûts et sur-délais d'investissement (CAPEX) représentatif des équipements
 - Grilles fines, exutoires, goulottes
 - Nouveau dégrilleur ou renforcement de l'existant
 - Montaison (passe,...)
 - En nous appuyant sur l'enquête ad hoc et les éléments de l'étude 2013

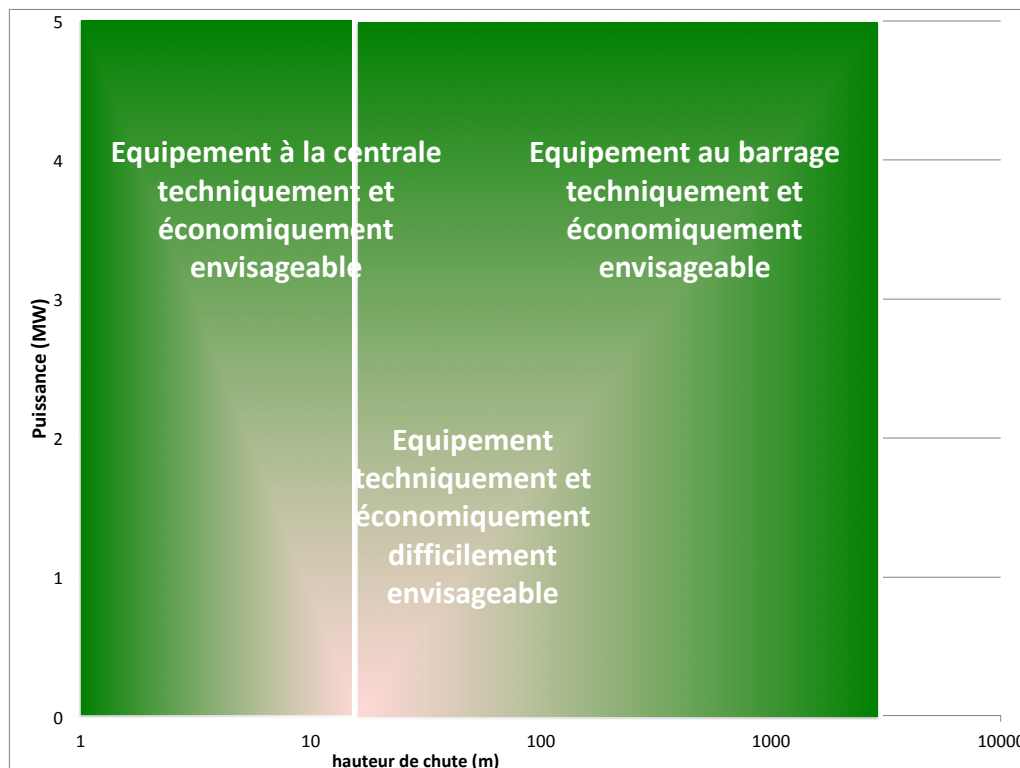
2. Nous identifierons à l'aide de la même étude les pertes de productibles et l'augmentation des charges d'exploitation (OPEX) dues aux différents impacts de l'équipement
 - Pertes de charge récurrente due à la géométrie des grilles
 - Pertes pas colmatage et défaut d'efficacité du dégrilleur
 - Pertes éventuelles liées aux exutoires et passes à poisson
 - Augmentation des charges de maintenance du dégrilleur dues à sa sur-sollicitation (OPEX)
 - Pertes d'énergie liées au fonctionnement très important du dégrilleur et des pertes dans la goulotte (OPEX)
 - Frais de curage et de maintien en état des dispositifs après crues (OPEX)
 - Augmentation de l'assiette de la taxe foncière

3. Nous intégrerons ces éléments de coûts dans les business plans représentatifs des centrales moyennes du panel de l'étude de 2013 selon la double segmentation :
 - Par segment de puissance (<500kW, >500kW et < 1MW)
 - Par segment tarifaire (H07, Futurs tarifs H16). N.B. les centrales en tarif H01 et a fortiori sur le marché ne disposent pas d'une capacité d'investissement suffisante (cf. page précédente)

N.B. : L'étude de 2013 est l'étude des coûts de référence sur 95 centrales utilisées pour les négociations du H16. L'étude ad hoc a été réalisée en 2016 spécifiquement sur le thème « grilles fines »

- Relatives à la base de coûts de référence dont le niveau de détail n'est pas suffisant
- Les coûts des composantes environnementales sont assez peu corrélées à la puissance.
- Les coûts sont spécifiques à chaque aménagement et dépendent plus de la hauteur de chute que de la puissance

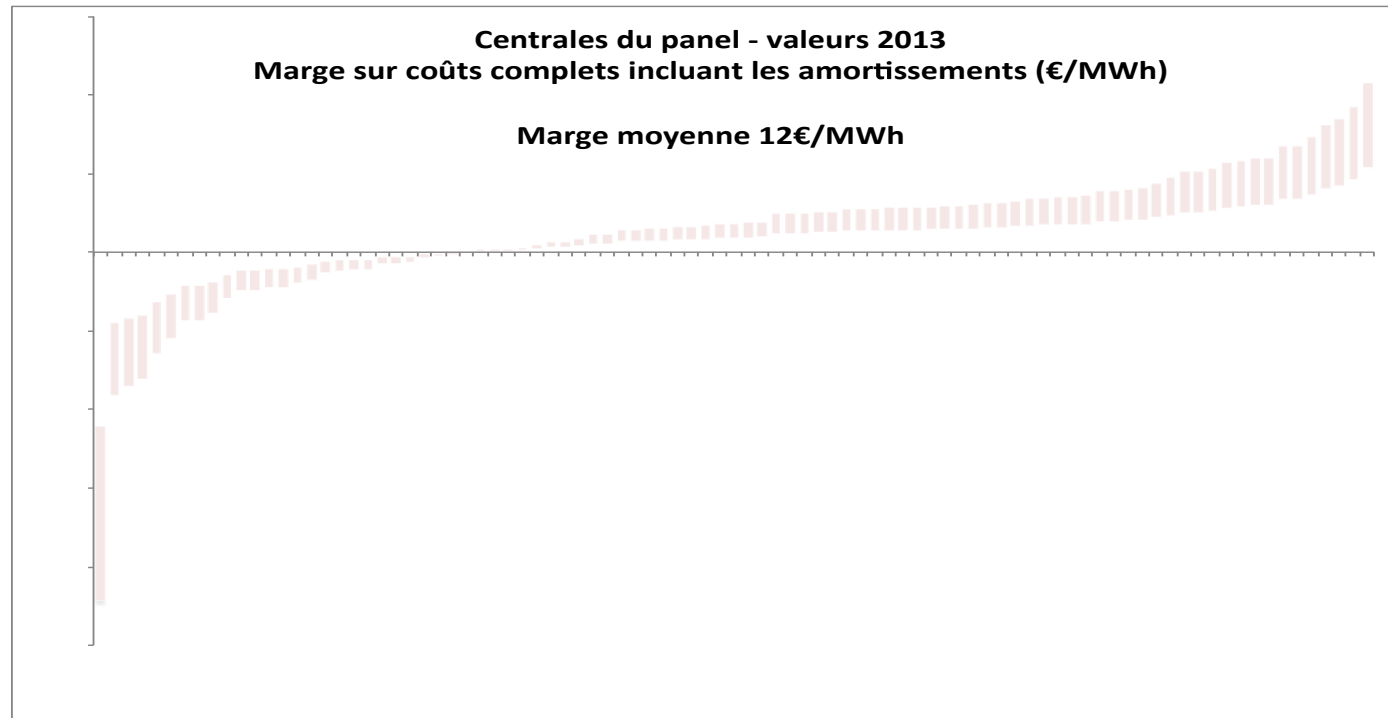
Domaines possibles d'action (en vert) en fonction du couple puissance/Hauteur de chute (centrales françaises < 4,5MW)



Panel de 258 centrales françaises de puissance inférieure à 4,5MW

- L'équipement des faibles puissance est problématique quelle que soit la hauteur de chute
- Les très basse chutes, ainsi que les hautes chutes avec une prise d'eau de faible hauteur sont éligibles à un équipement, d'autant plus que la puissance est élevée
- Les centrales entre 7/8m et 50m sont en général peu éligibles économiquement et même techniquement à un tel équipement

Un des enseignements essentiels de l'analyse du panel est la grande dispersion des marges et donc des rentabilités....et donc de la capacité à absorber l'investissement dans de tels dispositifs



Cette dispersion est multifactorielle :

- Spécificité des sites
- Grandes dispersion du nombre d'heures de marche (de 2000h à 8500h)
 - Dans l'hydroélectricité de ce fait le raisonnement « moyen » recouvre des extrêmes très différents ce qui ne se voit pas avec la même amplitude dans les autres filières (900 à 1150 heures en solaire, 2200 à 3000 heures en éolien)

3 - ELÉMENTS DE CAPEX (COÛTS D'INVESTISSEMENT)

Résultats de l'enquête ad hoc mi 2016

Centrale	1	2	3	4	5	6	7	8
Puissance	420	1800	490	220	950	150	600	1007
Hauteur de chute	BC	BC	BC	BC	BC	1,5 à 2,5m	BC	3,1m
Travaux classiques	86 992	54 103	11 000	8 874		80 000		
divers classiques	33 811	18 202	58 991	4 901	66 160			70 000
Contrôle commande clé	35 750	27 666	97 044	2 539				
Maitrise d'œuvre pro rata	10 613	8 972	6 050	1 351		7 306		
Total "classique"	167 166	108 943	173 085	17 665	66 160	87 306	0	70 000
grilles	187 176	235 391	564 235	76 010	307 022	88 000	222 000	164 500
dégrilleur	60 880	52 500	146 981	26 798	179 010	100 000	181 000	120 000
montaison		128 115	463 962		390 090	170 000		62 500
dévalaison	142 587	107 072	464 066	109 229	117 749			30 000
continuité activités (kayak, canoe...)	33 480				115 824			
divers environnement		219	2 544		154 698		287 000	33 500
Contrôle commande clé	35 750	27 666	97 044	22 854				
Maitrise d'œuvre pro rata	31 175	49 448	62 985	19 447	102 850	32 694	80 000	
Total "environnement"	491 048	600 411	1 801 817	254 338	1 367 243	390 694	770 000	410 500
Subvention environnement			1 218 585					
Total général	658 214	709 354	1 974 902	272 003	1 433 403	478 000	770 000	480 500
Durée chantier	16 mois	11 mois	14 mois	9 mois	5 mois	-	-	-
<i>Postes à reventiler</i>								
Génie civil	304 231	412 181	1 149 606		272 670	100 000	350 000	245 000
Maitrise d'œuvre avant ventilation	41 788	58 420	69 035	20 798	102 850	40 000	80 000	
Contrôle commande	71 500	55 332	194 088	25 393				
Source de données	Factures	Factures	Factures	Factures	Factures	Devis	APS	APS
Méthodes particulières	- maitrise d'œuvre pro rata montants - contrôle commande 50%/50% - Génie civil 50% grilles, 40% dévalaison, 10% Kayak	- maitrise d'œuvre pro rata montants - contrôle commande 50%/50% - Génie civil 50% grilles, 30% montaison, 20% dévalaison	- maitrise d'œuvre pro rata montants - contrôle commande 10%/90% - Génie civil 40% grilles, 30% montaison, 30% dévalaison	- maitrise d'œuvre pro rata montants - contrôle commande 10%/90%	- génie civil prorata grille 57% passe canoë 23% et dévalaison 20% - maitrise d'œuvre 100% environnement	- maitrise d'œuvre pro rata montants - génie civil prorata grille 50% montaison 50%	- génie civil prorata grille 32% dégrilleur 26% et transit sédimentaire 42% - maitrise d'œuvre 100% environnement	- génie civil grille 71000 dégrilleur montaison 23500 dévalaison 23500 transit sédimentaire 18500 divers chantier classique 70000 passe à poisson 39000

Résultats de l'enquête ad hoc mi 2016 - commentaires

- Les coûts des composantes environnementales sont assez peu corrélées à la puissance.
- Les grilles le sont indirectement puisque leur surface est corrélée au débit.
- Les aménagements de montaison sont évidemment corrélés à la hauteur de chute (nous connaissons à l'extrême un ascenseur en Allemagne dont le coût dépasse le million d'euros pour 15 m de chute)
- Les systèmes de dévalaison sont spécifiques et dépendent plus de la configuration du site que de la puissance ou de la hauteur de chute.

Résultats de l'enquête ad hoc mi 2016 – Valeurs pertinentes de CAPEX dédiés

Compte tenu des commentaires ci-dessus, nous retenons

- +550k€ d'investissement incrémental pour les centrales supérieures à 500kW
 - +372k€ d'investissement incrémental pour les centrales inférieures à 500kW
 - Ces chiffres sont cohérents avec ceux de l'étude France Hydro Electricité de 2013 ¹
 - Dans les 2 cas de figure le temps de chantier est pris égal à un an
- Ces éléments seront injectés dans nos modèles de valorisation et permettent d'estimer l'impact sur la rentabilité

1 : l'étude France Hydro Electricité de 2013 donnait des coûts environnementaux :

- en moyenne de 499k€ par centrales sur un échantillon de 6 centrales en rénovation
- en moyenne de 298k€ par centrale pour les projets neufs. Toutefois ces projets comportaient un poste génie civil de 2629k€ en moyenne dont une partie est vraisemblablement imputable aux dispositifs de grilles et passes à poissons

3- IMPACT SUR LE PRODUCTIBLE ET LES COÛTS D'OPEX

Résultats de l'enquête ad hoc mi 2016 – difficultés et limites

- Nous ne disposons que de peu de retours
- Le temps de retour est très/trop limité pour permettre une estimation fiable des différents paramètres (pertes de charge par colmatage, fonctionnement des dégrilleurs...)
- Et surtout, les exploitants ayant répondu ne disposent pas d'éléments de référence relatifs à l'historique avant implémentation des dispositifs. La comparaison par différence repose donc sur du dire d'exploitant non quantifié de manière objectivable
- Compte tenu de l'absence de ces chroniques antérieures, **seule une comparaison des productible avant et après permettra d'apporter une réponse solide et incontestable** en intégrant de surcroît l'ensemble des paramètres.
- Toutefois, la construction d'un productible de référence prend 10 ans compte tenu des variabilités inhérentes aux régimes hydrauliques annuels et aux effets d'années sèches ou humides potentiellement successives.
 - **Nous n'aurons donc un début d'indications robustes seulement 5 à 6 ans au mieux après mise en place des dispositifs. Il reste donc 3 à 4 ans pour les plus anciens.**
- Avec les réserves ci-dessus, ces éléments seront injectés dans nos modèles de valorisation et permettent d'estimer l'impact sur la rentabilité (voir point 4 ci-après)

Résultats de l'enquête ad hoc mi 2016 – Valeurs estimées

Compte tenu des difficultés exposées ci-avant, le retour des exploitants permet de dresser les constats suivants :

- Pertes de charges aux grilles (*impact productible*):
 - En général les exploitants les estiment en augmentation de à 3 à 5 cm. Il est en effet quasi impossible de décolmater complètement ce type de grille et il reste une perte de charge même après dégrillage ce qui n'était pas le cas antérieurement.
 - L'augmentation des surfaces de grille, au delà des surcoûts CAPEX qu'elle implique ne compense pas l'effet ci-dessus.
 - Seul un exploitant estime avoir récupéré un peu de rendement à charge partielle mais au prix d'une multiplication par 7 de la surface de grille (ce qui au delà du coût n'est pas souvent possible) et avec une vitesse de 31cm.s^{-1}
 - Le colmatage est dans quasiment tous les cas permanent pendant les périodes de feuilles avec une sollicitation très soutenue et souvent quasi-permanente des dégrilleurs qui saturent sans produire une efficacité suffisante. (A partir d'un certain niveau de colmatage, les dégrilleurs ont tendance à « surfer » sur les dépôts avec une efficacité quasi nulle)
 - Nous quantifions l'ensemble de ces impacts à :
 - 5% du productible en continu sur l'année
 - 8,3% de perte de productible sur les 2 mois les plus chargés de l'année. (Seuls certains sites de plaine retiennent des valeurs plus basses équivalentes à 2%)

Résultats de l'enquête ad hoc mi 2016 – Valeurs estimées (suite)

- **Impact sur le fonctionnement des dégrilleurs (*impact OPEX*):**
 - La situation décrite ci-dessus a deux conséquences sur les coûts d'OPEX:
 - L'usure du dégrilleur est très supérieure. Nous avons considéré une opération de maintenance à 20% du coût du dégrilleur tous les 5 ans soit 4% du coût du dégrilleur par an.
 - Les consommations énergétique du dégrilleur et d'alimentation en eau de la goulotte ne sont plus anecdotique et doivent être comptabilisées.
- **Pertes de débit (*impact productible*):**
 - Certains sites ont du pratiquer une ou des échancrures et parfois des rehausses à l'aval qui amènent en ordre de grandeur 9% de perte de productible (ce qui sera à confirmer au fil du temps cf. remarque page précédente)
- **Coûts de maintenance des ouvrages additionnels (*impact OPEX*)**
 - Les équipements des prises d'eau étant plus nombreux, plus importants en dimensions et plus sensibles aux effets des crues conduisent à des frais d'OPEX supplémentaire : curage, décolmatage sans oublier les possibles réfections partielles de passes à poissons.

Résultats de l'enquête ad hoc mi 2016 – Valeurs estimées (suite)**Impact sur la taxe foncière et la CFE (impact OPEX):**

- Les travaux de génie civil (50% au moins en moyenne des CAPEX) sont éligibles à augmenter l'assiette des taxes foncières.
- Nous ne disposons pas encore d'éléments suffisants d'appréciation. En effet les mécanismes fiscaux induisent un différé de 2 ans. Les rares premiers retours laissent supposer une augmentation de ces taxes de quelques dizaines de k€/an et ce de manière récurrente.
- D'où 2 considérations :
 - Il s'agit d'un élément de plus justifiant la nécessité d'un suivi de ce sujet sur le moyen terme
 - Les calculs de valeurs qui suivent sont donc sur ce point un minorant de l'impact réel.

En conclusion nous retenons à titre provisoire :

- 5% de pertes de productible de charges aux grilles
- 8,3% de pertes de productible sur colmatage
- 4k€ par an de « provision » pour maintenance plus fréquente des dégrilleurs
- 10k€/an de remise en état de passe à poissons pour les centrales supérieures à 500kW, 3k€/an pour les centrales plus petites
- X k€/an (Ordre de grandeur 10 à 30 k€/an à confirmer) de taxe foncière non pris en compte à ce stade.

5 - ÉLÉMENTS D'IMPACT EN VALEUR

Centrale BC 616kW Tarif rénovation 76,97€/MWh référence : IRR 8% & VAN = 0

	IRR	VAN (k€)
Investissement		
CAPEX + 550k€	-3,00%	-394
1 an de chantier supplémentaire	-1,10%	-149
Opération		
Pertes de charge 5%	-0,50%	-43
Pertes dégrillage & chasses 8,3%	-0,80%	-74
Maintenance +14k€/an	-1,30%	-124

Pour mémoire, en effet, les coûts environnementaux sont déjà, pour le tarif H16 intégrés dans le montant des investissements pris en compte pour l'accès au tarif ou complément de rémunération

soit un impact moyen sur le taux de rentabilité situé entre 0,5% et 2,6%

Centrale BC 277kW Tarif rénovation 116,43€/MWh référence : IRR 8% & VAN = 0

	IRR	VAN (k€)
Investissement		
CAPEX + 372k€	-3,40%	-267
1 an de chantier supplémentaire	-1,60%	-97
Opération		
Pertes de charge 5%	-0,50%	-30
Pertes dégrillage & chasses 8,3%	-0,90%	-50
Maintenance +7k€/an	-1,10%	-62

Pour mémoire, en effet, les coûts environnementaux sont déjà, pour le tarif H16 intégrés dans le montant des investissements pris en compte pour l'accès au tarif ou complément de rémunération

soit un impact moyen sur le taux de rentabilité situé entre 0,5% et 2,5%

N.B. : Ces valeurs sont calculées pour une réfection de grille et dégrilleur uniquement, elles n'intègrent pas les cas de refonte structurelle de la prise d'eau, cas dans lequel les impacts sont beaucoup plus importants

Centrale BC 616kW Tarif rénovation 76,97€/MWh référence : IRR 8% & VAN = 0

	IRR	VAN (k€)
Investissement		
CAPEX + 550k€	-3,00%	-394
1 an de chantier supplémentaire	-1,10%	-149
Opération		
Pertes de charge 5%	-0,42%	-43
Pertes dégrillage & chasses 8,3%	-0,70%	-71
Maintenance +14k€/an	-1,30%	-115

Peuvent être compensés
partiellement par des subventions
jusqu'à 70%

soit un impact moyen sur le taux de rentabilité situé entre 0,4% et 2,4%

Centrale BC 277kW Tarif rénovation 109,53€/MWh référence : IRR 8% & VAN = 0

	IRR	VAN (k€)
Investissement		
CAPEX + 372k€	-3,40%	-267
1 an de chantier supplémentaire	-1,60%	-97
Opération		
Pertes de charge 5%	-0,93%	-30
Pertes dégrillage & chasses 8,3%	-1,54%	-50
Maintenance +7k€/an	-1,30%	-61

Peuvent être compensés
partiellement par des subventions
jusqu'à 70%

soit un impact moyen sur le taux de rentabilité situé entre 0,9% et 3,8%

N.B. : Ces valeurs sont calculées pour une réfection de grille et dégrilleur uniquement, elles n'intègrent pas les cas de refonte structurelle de la prise d'eau, cas dans lequel les impacts sont beaucoup plus importants

Les enseignements à tirer de ces résultats sont soumis à l'ensemble des limites et réserves évoquées dans les différents points ci-dessus.

Il faut notamment garder à l'esprit qu'il s'agit d'impacts sur des centrales normatives et que ces impacts dégradent un taux de rentabilité qui pour une centrale donnée peut être très éloigné des 8 % normatifs

Ils donnent donc un éclairage macro économique moyen mais ne peuvent se substituer

- **à l'étude au cas par cas pour à chaque centrale pour les projets**
- **au retour individuel pour les centrales déjà équipées, retour dont nous ne disposerons de manière significative et sûre que dans quelques années**