

RAPPORTS

CETE de LYON
Centre d'Études
Techniques
de LYON

Département
Laboratoire de
Clermont-Ferrand

Affaire
69 09 20621

Potentiel Hydroélectrique de la région Rhône-Alpes

Mars 2011

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**



Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

www.cete-lyon.developpement-durable.gouv.fr

DREAL Rhône-Alpes, Service REMIPP
2 rue Antoine Charial
69426 LYON Cedex 3

Potentiel Hydroélectrique de la région Rhône-Alpes

Rapport Mars 2011

Date	Version	Commentaires
	P	Version Public

CETE69_R2_DIM_Modele_Rapport_Rev2



Département Laboratoire de Clermont-Ferrand
8-10, rue Bernard Palissy
63017 Clermont-Ferrand Cedex
Tél. : 04 73 42 10 10
Fax : 04 73 42 10 01
LRC.CETE-Lyon@developpement-durable.gouv.fr

Récapitulatif de l'affaire

Client : DREAL Rhône-Alpes – Service REMIPP
2 rue Antoine Charial 69426 Lyon Cedex 3

Objet de l'étude : Détermination du potentiel Hydroélectrique de la Région RA

Résumé de la commande : Estimation du potentiel hydroélectrique théorique résiduel pour la région Rhône-Alpes en tenant compte des enjeux environnementaux

Référence dossier : Affaire 69 09 20621

Offre : Devis N° D232 et proposition technique et financière 69 09 20621 - D232 envoyé le 3/06/2009

Accord client :

Diffusion/Archivage : Confidentiel – Documentation CETE de Lyon

Chargé d'affaire : MULOT Fabien – DLCF – Groupe 1
Tél. 04 73 42 10 26 / Fax 04 73 42 10 10
Courriel : fabien.mulot@developpement-durable.gouv.fr

Mots Clés : Développement Durable , Énergie Renouvelable, Hydroélectricité

ISRN :

Liste des destinataires

Contact	Adresse	Nombre - Type
ARMARD Ludovic	DGEC/SD5/5A	1
DEBLANC Christophe	DREAL Rhône Alpes/REMIPP	1

Conclusion – Résumé

L'objectif de cette étude est de fournir des éléments pour la région Rhône-Alpes en terme d'énergie hydroélectrique pour alimenter la réflexion sur les stratégies permettant de répondre aux objectifs de la directive ENR (Énergie Renouvelable) , tout en tenant compte des objectifs de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau). Ce rapport concerne la phase 1 de l'étude et vise à estimer le potentiel hydrographique résiduel de la région Rhône-Alpes de l'ensemble du réseau hydrographique en tenant compte des impératifs environnementaux et des contraintes réglementaires qui en découlent. Le résultat est donc la production d'un SIG, où chaque morceau de cours d'eau (tronçon) de la région Rhône-Alpes est associé d'une part à un productible hydroélectrique et d'autre part à une catégorie d'enjeux environnementaux. Le SIG permet d'estimer le productible résiduel par tronçon, par cours d'eau ou zone (secteur hydrographique, département...) selon la catégorie de potentiel.

Après une description des hypothèses et de la méthodologie retenue, le rapport fournit les résultats sous forme de bilans régionaux ou départementaux et sous forme de cartes. Les principaux résultats sont les suivants :

-Un productible annuel théorique résiduel d'environ **9 TWh** dont 70 % (6 TWh) non mobilisable ou très difficilement mobilisable) et 30 % (soit **3 TWh mobilisable ou mobilisable sous conditions**. A noter que la production annuelle pour Rhône-alpes est d'environ 28 TWh.

-La micro-électricité, (cours d'eau de module inférieur à 200 l/s) pourrait fournir en plus environ **1TWh** mobilisable ou mobilisable sous condition

On notera que compte tenu des hypothèses faites et des nombreuses incertitudes, les valeurs citées dans le rapport sont à considérer comme des ordres de grandeur et non comme des valeurs exactes. Cette étude ne tient pas compte des régimes des cours d'eau (Cévenol ou pluvio-nival), ni des enjeux ou contraintes socio-économiques.

Enfin deux outils (enviroF3.mbx et potentielF3.mbx) (décrits annexe C) mis au point pour l'étude permettent de mettre à jour la table SIG en fonction d'une nouvelle grille de classement des enjeux (mise à jour de la grille , nouveaux enjeux,..) et de refaire des bilans.

Clermont-Ferrand, le

Le Directeur du Département Laboratoire de
Clermont-Ferrand

directeur du DLCF

Sommaire

1 - CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	8
1.1 - Enjeux énergétique et écologique pour les cours d'eau.....	8
1.2 - Objectifs de l'étude.....	9
2 - MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES.....	10
2.1 - Principe initial.....	10
2.2 - Méthodologie finale.....	15
2.2.1 - Choix du linéaire.....	15
2.2.2 - Évaluation du productible.....	15
2.2.2.1 - <i>Évaluation des dénivelées</i>	16
2.2.2.2 - <i>Évaluation des modules</i>	16
2.2.3 - Exclusion des tronçons.....	17
2.2.4 - Représentation cartographique du productible et classes de productible	19
2.2.4.1 - <i>Classes de productible</i>	19
2.2.4.2 - <i>Représentation cartographique</i>	20
2.3 - Enjeux environnementaux.....	20
2.3.1 - Les Parcs Nationaux	21
2.3.2 - Réserves Naturelles Nationales.....	22
2.3.3 - Sites classés et inscrits.....	22
2.3.4 - Réseau Natura 2000 (directive habitat).....	23
2.3.5 - Arrêtés préfectoraux de protection du biotope.....	23
2.3.6 - Parcs Naturels Régionaux.....	24
2.3.7 - Zone d'Action Prioritaire grands migrateurs.....	25
2.3.8 - Réservoirs biologiques.....	25
2.3.9 - Réserves biologiques.....	26
2.3.10 - Forêt de protection.....	26
2.3.11 - Réseau de mesure de référence.....	26
2.3.12 - Zone humides (RAMSAR).....	26
2.3.13 - SAGE (Schéma réaménagement et de Gestion des Eaux).....	27
2.3.14 - Classement selon loi du 16/10/1919.....	27
2.3.15 - Classement selon l'article L432-6 du Code de l'Environnement (CE)..	28
2.3.16 - Classements liste 1 et liste 2.....	29
2.3.17 - Classements non utilisée pour l'étude.....	29
3 - UTILISATION DU SIG.....	30
4 - LIMITES À LA MÉTHODOLOGIQUE.....	31
5 - ANALYSE ET RÉSULTATS.....	33

5.1 - Catégorie de potentiel.....	33
5.1.1 - Importance des enjeux.....	33
5.1.2 - Synthèse catégorielle.....	34
5.1.2.1 - <i>Pour la Région Rhône-Alpes</i>	34
5.1.2.2 - <i>par département</i>	35
5.2 - Analyse du Productible.....	38
5.2.1 - Cohérence.....	38
5.2.1 - Productible.....	40
5.3 - Productible en tenant compte des enjeux environnementaux.....	41
5.4 - Productible en tenant compte des enjeux environnementaux et de la classe de productible.....	43
5.5 - Impact des enjeux sur le potentiel mobilisable.....	46
5.5.1 - Impact des réservoirs biologiques.....	46
5.5.2 - Impact des cours d'eau réservés et classés.....	46
6 - CONCLUSION.....	49
ANNEXES.....	52
Annexe A- Explication de la formulation de calcul du productible.....	52
Annexe B- Descriptif de la table SIG.....	53
Annexe C- Descriptif des outils enviroF3.mbx et potentielF3.mbx.....	58
Annexe D- Cartes des tronçons court-circuité.....	59
Annexe E- Cartes des Enjeux Environnementaux.....	60
Annexe F- Bilan des des Enjeux Environnementaux.....	61
Annexe G- Cartes des données croisés Productible/Enjeux par départements.....	62
Annexe H- Bilan des des Enjeux Environnementaux avec la grille modifiée.....	64
Annexe I- Carte Bilan régional.....	65
Annexe J- Tableau productible théorique annuel (seuil 200l/s) par catégorie et par sous-secteurs.....	66

1 - Contexte et Objectifs

1.1 - Enjeux énergétique et écologique pour les cours d'eau

La Directive Européenne sur le développement des Énergies Renouvelables (ENR) fixe des objectifs à chaque État membre de l'union Européenne sur la part des ENR dans la consommation totale d'énergie. Ces objectifs dépendent de la situation initiale de chaque État. Pour la France, l'objectif est de faire passer à 23%, la part des ENR dans la consommation finale d'énergie.

L'hydroélectricité est la 2^{ème} source d'électricité en France après le nucléaire. Une énergie de 67 TWh est produite en moyenne par an par les centrales hydroélectriques, ce qui correspond à 12% de la production française d'électricité.

En France, l'hydroélectricité est de loin la première source de production d'électricité d'origine renouvelable. En terme de développement de l'hydroélectricité, la programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité (PPI) définie par deux arrêtés du 15 décembre 2009, fixe un objectif national d'augmentation de la production annuelle de l'énergie hydroélectrique de 3 TWh net à l'horizon 2020.

La région Rhône-Alpes, avec les cours d'eau alpins et les aménagements sur le Rhône participent aux deux cinquièmes de la production nationale d'hydroélectricité soit environ 28 TWh/an. C'est la première région en terme de production d'hydroélectricité devant Midi-Pyrénées et Provence Alpes Côte d'Azur (PACA).

Parallèlement, le parlement européen a adopté le 23 octobre 2000, la directive cadre sur l'eau (DCE). Ce texte transcrit en droit français en 2004 synthétise et simplifie les directives existantes concernant les eaux, et définit un cadre de gestion et de protection des eaux par bassin hydrographique. LA DCE fixe l'objectif d'atteindre un bon état écologique des eaux en 2015. La Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) adoptée le 30 décembre 2006 reprend les objectifs de la DCE et donne de nouveaux outils pour les atteindre, elle instaure notamment de nouveaux classements (réservoirs biologiques, listes 1, liste 2), qui remplaceront les anciens (cours d'eau classés et réservés) au plus tard en 2014.

1.2 - Objectifs de l'étude

Cette étude a pour but de fournir les éléments nécessaires (outils, éléments chiffrés, données...sur la région Rhône-Alpes) en terme d'énergie hydroélectrique, pour alimenter la réflexion sur les stratégies permettant de répondre aux objectifs de la directive ENR, tout en tenant compte des objectifs de la DCE.

Cet objectif principal se décline de la manière suivante :

- * estimer le potentiel hydrographique résiduel de la région Rhône-Alpes de l'ensemble du réseau hydrographique en tenant compte des impératifs environnementaux et des contraintes réglementaires qui en découlent. (phase 1)
- * définir pour les installations existantes, les outils permettant d'estimer les potentialités d'augmentation de production.(phase 2)

Ce rapport concerne uniquement la phase 1. On souhaite estimer le potentiel (production annuelle) théorique « résiduel » sur l'ensemble du réseau hydrographique de la région Rhône Alpes. « Résiduel » signifie que l'on pourrait produire en plus de ce qui existe déjà. C'est à dire que l'on doit soustraire à l'estimation faite le potentiel déjà produit par les ouvrages existants.

2 - Méthodologie et hypothèses

2.1 - Principe initial

A partir du chevelu hydrographique de la région, chaque cours d'eau est découpé en tronçons.

On exclut de l'étude 2 types de tronçons :

- Les tronçons dit « court-circuités », c'est à dire les tronçons déjà équipés d'installations hydroélectriques, et donc que l'on ne doit pas tenir compte pour l'évaluation du potentiel résiduel.
- Les tronçons ne présentant pas d'intérêt pour l'hydroélectricité car le débit est trop faible. On exclut les tronçons où le module (=débit moyen interannuel) est inférieur à 30 l/s.

Sur les tronçons restants (dits « non court-circuités ») on définit :

- **Un potentiel hydroélectrique ou productible**

Ce potentiel est défini par la formulation suivante :

$$P=8 * Q_m * h \text{ et } E = 4700 * P^1$$

avec P : puissance en kW, Q_m : module en m³/s , h : dénivelé en m, E productible en KWh.

On affecte ce potentiel à chaque tronçon .

- **Une catégorie de potentiel**

Ce niveau est défini sur une échelle de 1 à 5

- 5 : potentiel mobilisable ;
- 4 : potentiel non qualifié ;
- 3 : potentiel mobilisable sous conditions ;
- 2 : potentiel difficilement mobilisable ;
- 1 : potentiel non mobilisable.

La catégorisation dépend des enjeux environnementaux (Parcs nationaux, réserves naturelles, sites inscrits....). Une liste d'enjeux a donc été recensée. Une grille de classement (cf Tableau 1) donne la catégorie de potentiel associée à chaque enjeu.

Cette grille a fait l'objet de plusieurs discussions et adaptations au cours des réunions de pilotage. La grille retenue est le Tableau 1.

1 Cf annexe : explication de la formulation, pour justifier ces expressions.

Cette grille diffère légèrement de celles des études de potentiel réalisé dans le cadre de l'élaboration des SDAGE Rhône Méditerranée et Loire-Bretagne (cf tableau 1b et 1c). Les différences par rapport aux études de potentiel hydroélectrique conduites² lors de l'élaboration des SDAGE sont les suivantes :

- Les réserves naturelles nationales et régionales sont respectivement classées en potentiel très difficilement mobilisable ” et “ mobilisable sous conditions ” dans l'étude du potentiel du SDAGE Rhône Méditerranée et sont classées en “ non mobilisable ” dans le présent étude.
- Les “ ZAP ” grands migrateurs se substituent dans le présent étude aux enjeux “ Natura 2000 liés au amphihalins ” et “ cours d'eau classés avec liste d'espèces comprenant des migrateurs amphihalins ” dans les études des SDAGE.
- Les enjeux environnementaux relatifs aux réservoirs biologiques ont été ajoutés qui sont un des enjeux principaux compte tenu du linéaire classé.

Sur un tronçon on peut trouver plusieurs enjeux et donc plusieurs catégories de potentiel, on affecte au tronçon la catégorie la plus contraignante pour les aménagements hydroélectriques, c'est à dire la plus petite. Si il n'y a aucun enjeu, le tronçon est classé dans la catégorie 5 : « mobilisable ».

La catégorie 4 : « potentiel non qualifié » ne devrait pas exister. Elle servira à tester l'impact des modifications de classement sur le productible dans la mesure où les ré-ajustements de classement des cours d'eau (ex : loi 1919) doivent disparaître et être remplacées par d'autres classifications (listes 1 et 2).

- **Résultats et analyse :**

Pour chaque tronçon (localisé géographiquement en SIG), on connaît un productible résiduel et une catégorie, on peut donc faire un bilan par catégorie et par zone géographique (Bassin, secteur, département....)

2 cf. Etude ISL – ASCONIT pour le bassin Rhône Méditerranée.

Tableau 1 : grille de classement des enjeux

		Potentiel non mobilisable	Potentiel très difficilement mobilisable	Potentiel mobilisable sous conditions	Potentiel non qualifié à ce jour	Potentiel mobilisable
mesure de protections réglementaires utilisées pour l'étude	Parcs Nationaux : cœur de Parc					
	Reseau de mesures de référence					
	Réserves naturelles (nationales et régionales)					
	Cours d'eau réservés (loi 16/10/1919 art 2)					
	SAGE interdisant la création d'installations hydroélectriques					
	Réservoirs biologiques					
	Sites inscrits					
	Sites classés					
	Arrêtés préfectoraux de protection de biotope					
	Zone d'action du plan de gestions des poissons migrateurs (dont ZAP du plan anguille)					
	Cours d'eau classés (L432-6 du CE)					
	Réserves biologiques (forestières)					
	Forêts de protection (interdiction de défrichage)					
	Parcs Nationaux : zone d'adhésion					
	Zone Natura 2000 (directive habitat)					
	Zones humides (Ramsar)					
	Parcs Naturels Régionaux					
SAGE permettant la création d'installations hydroélectriques uniquement sur du génie-civil existant						
Tronçons sans enjeux particuliers						
mesure de protections réglementaires non utilisées pour l'étude	Liste 1					
	Liste 2					
	Programme de mesures du SDAGE concernant la restauration de la morphodynamique, la continuité écologique et la continuité sédimentaire					
	Zones humides (inventaires locaux)					

Tableaux 1b : Hiérarchisation de la réglementation fixant les exigences environnementales (document d'accompagnement du SDAGE Rhône Méditerranée)

Types de réglementations	Catégories de potentiel		
	Potentiel non mobilisable	Potentiel très difficilement mobilisable	Potentiel mobilisable sous conditions strictes
Cours d'eau réservés (art 2 loi 1919)			
Parcs Nationaux (zone centrale)			
Réserves naturelles nationales			
Natura 2000 liés aux amphihalins			
Sites inscrits/classés			
Cours d'eau classés avec liste d'espèces comprenant des migrateurs amphihalins			
Parcs Nationaux (zone périphériques)			
Autres Natura 2000			
Cours d'eau classés autres migrateurs			
Arrêtés préfectoraux de biotope			
Réserves naturelles régionales			
Zones humides (Ramsar)			
Zones humides (inventaires locaux...)			
Dispositions particulières des SDAGE et SAGE relatives aux cours d'eau			
Parcs Naturels Régionaux			

Tableaux 1c : Hiérarchisation de la réglementation fixant les exigences environnementales (document d'accompagnement du SDAGE Loire Bretagne)

Réglementations	Catégories de potentiel correspondant à un champ de BD Carthage		
	① Potentiel non mobilisable	② Potentiel très difficilement mobilisable	③ Potentiel mobilisable sous conditions strictes
Cours d'eau réservés (article 2 loi 1919)	X		
Cœur de parcs nationaux	X		
Réserves naturelles nationales		X	
Sites Natura 2000 avec espèces/habitats prioritaires liés aux amphihalins		X	
Sites inscrits / sites classés		X	
Cours d'eau classés avec liste d'espèces comprenant des migrateurs amphihalins		X	
Aire d'adhésion parcs nationaux			X
Autres sites Natura 2000			X
Cours d'eau classés sans liste d'espèces publiées ou sans amphihalins			X
Arrêtés préfectoraux de biotope			X
Réserves naturelles régionales			X
Délimitations zones humides			X
Dispositions particulières des SAGE et SDAGE relatives aux cours d'eau			X
Parcs naturels régionaux			X

2.2 - Méthodologie finale

La méthodologie définie précédemment est simple, mais la mise en place nous a posé quelques difficultés techniques qui nous ont conduit à l'adapter au mieux.

Le détail de la méthodologie est présenté ci-dessous :

2.2.1 - Choix du linéaire

Nous avons choisi de travailler à partir des données des tronçons hydrographiques de la BDcarthage, issues de la BDcarto de l'IGN. Selon la définition de la BDcarthage un tronçon hydrographique élémentaire est une portion connexe de cours d'eau (rivière, ruisseau, canal, galerie...) homogène pour les relations la mettant en jeu, et pour les attributs qu'elle porte. Il correspond à l'axe du lit du cours d'eau. Les éléments du réseau d'hydrographie sont découpés en portions ayant les mêmes attributs. Le changement de valeur d'un attribut n'entraîne la création d'un tronçon que si la nouvelle valeur reste la même sur une longueur d'au moins 20 mètres ; sinon, le tronçon précédent est prolongé.

Sur ce linéaire nous devrions exclure les tronçons « court-circuités » et de module inférieur à 30 l/s. Or pour pouvoir faire cette exclusion nous devons évaluer le module pour chaque tronçon, et nous avons également besoin de celui-ci sur chaque tronçon afin d'évaluer le productible. On a donc choisi contrairement à la méthode initiale d'évaluer le productible sur l'ensemble du réseau et de procéder ensuite à l'exclusion des tronçons. De plus le calcul du productible sur les tronçons « court-circuités » permet de savoir si la méthode d'estimation du productible est correcte (on reste dans le même ordre de grandeur) . En effet, on peut comparer les valeurs estimées par la méthode sur les tronçons court-circuités aux valeurs réelles de production.

2.2.2 - Évaluation du productible

Pour évaluer le productible, nous devons, pour chaque tronçon, évaluer un module (débit moyen) et une dénivelée.

Dans la BDcarthage nous n'avons aucune donnée, concernant ces deux variables. Nous pensions utiliser la méthode de l'étude « Évaluation du potentiel hydroélectrique » du Bassin Rhône-Méditerranée Corse des bureaux d'études Asconit et ISL. Mais le document d'ISL ne nous donne pas tous les éléments pour comprendre comment ces bureaux d'études ont fait l'estimation des dénivelées et des modules. De plus le découpage en tronçons utilisé par Asconit, n'est pas tout à fait le même que le notre, et ne contient que les données sur le bassin Rhône Méditerranée corse (RMC), or la région Rhône-Alpes est en partie située sur le bassin Loire-Bretagne (LB).

2.2.2.1 - Évaluation des dénivelées

Nous avons utilisé des grilles d'altitude (pas de 25 m) de la Bdtopo de l'IGN. Par interpolation de ces grilles, on a associé une altitude à chaque extrémité des tronçons de la Bdcarthage. Cela nous permet par différence de calculer une dénivelée 'dh' du tronçon et une pente du cours d'eau.

La précision des données du MNT sont données en mètre, les 'dh' obtenus après interpolation ne peuvent donc avoir une précision supérieure au mètre. Or, pour les cours d'eau de plaine (Rhône, Loire, Isère), sur les petits tronçons à fort module mais à pente faible, une erreur sur la dénivelée a un impact important sur le calcul du productible. De plus la méthode d'interpolation conduit parfois à des dénivelées négatives.

Pour palier à ces inconvénients, la méthode utilisée est la suivante. Sur les grands cours d'eau (Rhône, Loire...), on prend les tronçons successifs, jusqu'à obtenir une dénivelée totale (sur tous les tronçons) de plus de 10 m, on répartit ensuite cette dénivelée totale sur chaque tronçon en faisant l'hypothèse d'une pente moyenne, ceci permet d'éviter les tronçons à dénivelée négative, et des tronçons à dénivelée nulle (donc à productible nul) suivi d'un tronçon à dénivelée de 1 mètre (et donc à productible élevé).

2.2.2.2 - Évaluation des modules

Sur la partie située sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, nous avons utilisé les données de module provenant de l'étude Asconit.

Pour la partie située sur le bassin Loire Bretagne, nous n'avons pas de module. Plusieurs pistes ont été testées. Voici la méthode utilisée au final pour évaluer les Modules sur la partie Loire Bretagne.

Le principe général est l'utilisation d'une lame d'eau écoulée (en mm) que l'on multiplie par une surface de bassin versant.

Avec la BDaurelhy nous disposons de données de précipitation moyenne annuelle (en mm) sur une grille au pas de 1km. Avec la BDalti nous disposons de l'altitude. Or, nous savons que la température moyenne décroît d'environ 0,5°C tous les 100. Sur la zone où nous voulons estimer les modules ou à proximité nous disposons de 21 postes pluviométriques (Chazelle sur Lyon, Feurs, Fourneaux, La Pacaudière, Chadrac, Nandax, Riorges, St Denis de Cabanne, St Pierre de Boeuf, St Marcel les Annonay, Savigneux, Verrières en Forez, Clermont-Fd, Lalouvesc, Andrézieux-Bouthéon, Saint Etienne, Saint Symphorien sur Coise, Les Sauvages, Bron, Monsols, Villefranche sur Saône) Sur ces 21 postes nous avons une bonne corrélation entre la température et l'altitude. À savoir $T=12,3 - 0,0047z$, avec un coefficient de corrélation de 0,96.

En chaque point du maillage (de la Bdaurelhy), nous avons donc une valeur de précipitation (P) et d'altitude avec laquelle nous estimons une température moyenne (T).

Selon la Formule de Turk nous pouvons estimer une ETR (D) et donc une lame d'eau écoulée.

$$D = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad L = 0.05T^3 + 25T + 300$$

Lame =P-D

Cette lame d'eau est estimée en chaque point de la grille (pas de 1 km)

Avec l'outil Mapcarthage (développé par Thomas William), à partir de la Bdcarthage on peut évaluer des bassins versants en différents points du réseau. Nous associons donc à chaque tronçon un point (au milieu du tronçon) et à l'aide de Mapcarthage, le bassin versant est calculé pour ce point. Le bassin versant est un assemblage de sous-secteurs de la Bdcarthage et d'une partie du sous-secteur aval où se trouve le tronçon.

Par interpolation des lames (calculées sur une maille d'un km), une lame d'eau moyenne est calculée pour chaque sous secteur. Le débit moyen au noeud considéré est obtenu en sommant les produits des lames d'eau par les surfaces des sous-secteurs (ou parties de sous secteurs) contenus dans le bassin versant calculé par Mapcarthage.

En comparant les modules obtenus par cette méthode avec les modules connus (station de mesure de la banque hydro), on constate une surestimation de la valeur de modules. L'ETR semble donc être sous-évaluée par la Méthode utilisée. On a donc opté pour une majoration de 20% de l'ETR, ce qui revient en utilisant la valeur de D précédente, à calculer la lame d'eau par la formule suivante :

Lame =P-1,2D à la place de **Lame=P-D**

2.2.3 - Exclusion des tronçons

-Seuil de module

Puisque l'on a évalué le module sur tous les tronçons, on peut exclure tous les tronçons de module inférieur à 200l/s. Suite à une réunion du comité de pilotage et d'un souhait de la région Rhône-Alpes, au sujet de la micro-électricité deux seuils ont été retenus 200l/s et 30l/s. Il est évident que, compte-tenu de la méthode décrite plus haut pour évaluer les modules, le seuil de 30l/s est du même ordre de grandeur que l'incertitude d'estimation des modules.

On peut donc exclure les tronçons de module inférieur à 200l/s (ou à 30l/s) du linéaire pour faire les bilans.

-Tronçons « court-circuités »

La définition d'un tronçon « court-circuité » paraît simple : c'est la partie du cours d'eau entre la prise d'eau et le rejet au milieu naturel. Mais ce cas simple n'est pas le cas général. En effet dans les massifs alpins, plusieurs prises d'eau sur divers cours d'eau envoient l'eau sur une seule usine. Les rejets sont souvent multiples et s'effectuent parfois dans une autre vallée que la (ou les) prises d'eau. Les lacs de retenue sont créés par les barrages à l'amont de la prise d'eau. La retenue et la zone de remous sont bien entendu à considérer comme « court-circuités ». Il existe des tronçons avec un ensemble de barrages mais qu'EDF souhaite réaménager (créer un seul grand barrage à la place des multiples petits, pour augmenter la production), ces tronçons sont donc court-circuités partiellement.

La définition des tronçons court-circuités a donc fait l'objet d'une première interprétation en fonction des données SIG de prises d'eau, d'aménagement, de rejets...et d'une première interprétation du réseau de galeries. Lors de la présentation des premiers résultats au cours des réunions de pilotage, il s'avérait que le linéaire des tronçons court-circuités était sous-estimé. Une demande d'informations auprès des deux gestionnaires EDF et CNR a donc été nécessaire pour cartographier les tronçons considérés comme « court-circuités ».

La méthodologie ne permet pas de considérer les tronçons comme partiellement court-circuités (c'est tout ou rien).

En annexe D, on trouvera la carte correspondant aux tronçons court-circuité selon les deux gestionnaires, puis la carte de synthèse correspondant aux tronçons considérés comme court-circuités pour le reste de l'étude. Par des raisons de lisibilité seuls les tronçons de module supérieur à 200l/s sont représentés, mais la table SIG contient les données pour tous les tronçons.

-court-circuiteurs

Le potentiel résiduel doit être évalué sur les tronçons de cours d'eau « naturels » ; or dans le réseau hydrographique de la BDcarthage apparaissent également les cours d'eau « non naturels » que l'on doit exclure. Ce sont les tronçons correspondants aux dérivations des cours d'eau pour la production hydroélectrique : aqueducs, conduites forcées, galerie EDF, tous souvent souterrains, (tronçons dit « court-circuiteurs »). Ces tronçons doivent être exclus de l'étude.

Après suppression des « court-circuiteurs », le linéaire des cours d'eau sur la région est de 47 511 km (pour 49 316 tronçons) : c'est le linéaire que l'on qualifiera de : **linéaire total** dans la suite.

Le linéaire après suppression des tronçons court-circuités (et des court-circuiteurs) est de 40 078 km pour (40 116 tronçons) : **linéaire non court-circuité**.

Le linéaire après suppression des court-circuités (et des court-circuiteurs) et des tronçons de module inférieur à 200l/s est de 7 613 km (pour 8 260 tronçons) : **linéaire principal non court-circuité**

Le linéaire total après suppression des seuls tronçons de module inférieur à 200l/s est de 10 576 km (11 977 tronçons) : **linéaire principal**

2.2.4 - Représentation cartographique du productible et classes de productible

2.2.4.1 - Classes de productible

Les tronçons sont de longueur variable (varie du mètre à 15 km : rivière la Reysouze) , si l'on veut une représentation visuelle du potentiel hydroélectrique (puissance ou productible), on doit utiliser une valeur par unité de longueur. En effet le potentiel est une variable extensive : le tronçon équivalent à 2 tronçons de potentiel E1 et E2, sera de potentiel E1 + E2. Pour comparer les tronçons entre eux, on doit utiliser une variable intensive (quantité qui ne dépend pas de la longueur du tronçon). On choisit donc pour la représentation cartographique une puissance linéaire : puissance divisée par la longueur du tronçon. L'unité utilisée est kW pour 100 mètres de tronçon. Cette représentation permet de comparer les tronçons d'un point de vue du productible.

Pour les représentations cartographiques et les analyses du productible, 3 classes de productible ont été définies :

- Classe 1 : 0 à 100 kW / 100 m linéaire
- Classe 2 : 100 à 1000 kW / 100 m linéaire
- Classe 3 : >1000 kW / 100 m linéaire

Les tronçons de classe 3, ont plus d'intérêt que ceux de classe 2 en terme de productible et ceux de classe 2 sont plus intéressants que ceux de classe 1, puisque la puissance est concentrée sur le linéaire du cours d'eau et donc dans l'espace. On appellera dans la suite « productible intéressant » les productibles de classes 2 et 3.

Dans la suite on distinguera :

- La « catégorie de potentiel » ou « catégorie », qui est la classification des tronçons selon les enjeux environnementaux (à savoir « mobilisable », « mobilisable sous conditions »..)
- La « classe de productible » ou « classe », qui est la classification des tronçons selon les 3 classes définies plus haut.

La « catégorie » est une lecture selon les impératifs environnementaux, la classe est une lecture selon la production théorique d'hydroélectricité.

2.2.4.2 - Représentation cartographique

Cartographiquement, on représentera les classes de productibles en faisant varier l'épaisseur de trait du cours d'eau (trait plus épais pour la classe 3 que pour la classe 2). Les catégories de potentiel seront représenté par couleurs (bleu pour « mobilisable », orange pour « mobilisable sous conditions », rouge pour « très difficilement mobilisable », violet pour « non mobilisable »).

Ainsi sur les cartes, on pourra repérer les tronçons qui sont théoriquement intéressants pour l'hydroélectricité, c'est à dire de classe 2 ou 3 (fort productible par mètre linéaire) au regard de la synthèse des enjeux environnementaux (appelé catégories de potentiel : « mobilisable » ou « mobilisable sous conditions »,...). (cf cartes en annexes G et H).

2.3 - Enjeux environnementaux

La catégorisation des tronçons selon la grille de classement (Tableau 1) nécessite d'associer à chaque tronçon la présence ou non de l'enjeu. On pourra ensuite calculer la catégorie de potentiel du tronçon en retenant l'(ou les) enjeu(x) donnant la catégorie la plus faible. On complète donc notre table SIG des tronçons avec des attributs pour chaque enjeu.

Contrairement à la méthode initiale, on a préféré utiliser le linéaire total (plutôt que le principal non court-circuité), pour la définition des enjeux. Car quitte à saisir de l'information, il est préférable de la saisir sur le linéaire le plus important, sachant que l'on filtrera ensuite (sur le linéaire principal non « court-circuité » pour faire les bilans.

On a utilisé de plus une catégorie supplémentaire : 4 : « potentiel non qualifié », au cours de l'étude pour traiter les cas où le classement n'était pas encore valide » (ex : réservoir biologique), cette catégorie servira aussi pour tester l'influence de classement (ex : classement selon loi 1919)

Les sources d'informations sont diverses et variées : sites internet, exDIREN RA, exDRIRE RA, délégation de bassin (RMC et LB), legifrance pour les décrets, etc...

La région se situe sur deux grands bassins : Loire-Bretagne (LB) et Rhône Méditerranée Corse (RMC).

Un traitement et une saisie ont donc été nécessaires, afin d'établir les couches SIG des enjeux.

On trouvera en annexe E, les cartes relatives aux enjeux environnementaux

2.3.1 - Les Parcs Nationaux

Les parcs nationaux ont pour objectifs de protéger la faune, la flore, l'eau et le sol d'un territoire dont le milieu naturel présente un intérêt spécial. Le décret de création réglemente ou interdit un certain nombre d'activités. Ces décrets ont été modifiés en 2009. La réglementation varie selon les Parcs.

Comme le prévoit la loi n° 2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, deux zones sont définies :

- Une zone de cœur de parc ; c'est la zone protégée, elle bénéficie des moyens d'action, de prévention et de surveillance les plus élevés en France. C'est la zone prise en considération par l'État.
- Une zone d'adhésion (ZA), c'est la zone tampon, composée des territoires des communes qui ont décidé d'adhérer à la charte du Parc. La ZA ne bénéficie pas des moyens du cœur de parc en terme de gestion et n'est pas soumise à une réglementation spécifique, mais les nouveaux aménagements dans cette ZA devront prendre en compte les orientations de protection et de développement prévues dans la Charte du Parc.

Trois Parcs sont situés en Rhône-Alpes : La Vanoise (cœur et ZA), les Ecrins (cœur et ZA), les Cévennes (ZA).

L'article 14 des décrets (2009-447 pour le PN de la Vanoise, 2009-1677 pour le PN des Cévennes, 2009-448 pour le PN des Ecrins) réglemente les activités hydroélectriques. Les activités existantes à la date de publication du décret sont autorisées. Les modifications des installations existantes et la création de nouvelles installations sont soumises à l'avis conforme du conseil d'administration du Parc. Les nouvelles centrales ne peuvent être que des pico-centrales pour une utilisation locale (alimentation de refuges, bâtiments pastoral ou forestier). La puissance maximale des nouvelles installations ne doit dépasser 20kW pour les PN des Cévennes et de la Vanoise et 500 kW pour le PN des Ecrins.

Selon la grille de classement (Tableau 1), les tronçons présents dans les cœurs de Parc Nationaux sont classés dans la catégorie 1 : « non mobilisable » et les tronçons situés la zone d'adhésion en 3 : « mobilisable sous conditions ».

La source de données utilisée est le site cartographique du Ministère du Développement Durable (<http://carto.ecologie.gouv.fr/>). On a récupéré directement la couche SIG des zones de parcs. On a attribué aux tronçons hydrographiques dans les zones de cœur ou d'adhésion, la catégorie d'enjeu correspondant.

2.3.2 - Réserves Naturelles Nationales

Les objectifs des réserves naturelles sont la préservation (ou la reconstitution) d'espèces animales et/ou végétales et d'habitats en voie de disparition, la conservation des jardins botaniques et arboretums constituant des réserves d'espèces végétales en voie de disparition, rares ou remarquables, la préservation de biotopes et de formations géologiques ou spéléologiques remarquables, la préservation ou la constitution d'étapes sur les grandes voies de migration de la faune sauvage, la préservation des sites présentant un intérêt particulier pour l'étude de l'évolution de la vie et des premières activités humaines.

Le décret de création des réserves naturelles prévoit une réglementation qui varie selon chaque réserve et peut réglementer ou interdire un certain nombre d'activités.

27 réserves sont partiellement ou en totalité situées en Rhône Alpes. Les décrets de création ne mentionnent pas directement l'hydroélectricité, mais en général toute activité industrielle y est interdite.

La source de données utilisée est le site cartographique du Ministère du Développement Durable (<http://carto.ecologie.gouv.fr/>). On a récupéré directement la couche SIG des zones des réserves. On a attribué aux tronçons hydrographiques dans les réserves naturelles la catégorie d'enjeux correspondant (catégorie 1 : « non mobilisable »).

2.3.3 - Sites classés et inscrits

Les articles L³⁴¹-1 et L³⁴¹-22 du code de l'environnement (reprenant la loi du 2 mai 1930) permettent de préserver des espaces qui présentent un intérêt du point de vue scientifique, historique, artistique ou pittoresque. Il existe deux niveaux : le classement et l'inscription.

Le classement est la protection la plus forte. Les sites classés ne peuvent être ni détruits ni modifiés sans autorisations spéciales (préfectorales ou ministérielles).

L'inscription est la protection la plus faible (des articles L 341-1 à L 341-22 du code de l'environnement). C'est une garantie minimale, l'administration doit obligatoirement être informée de tout projet de travaux modifiant le site inscrit.

Selon la grille de classement (Tableau 1), les tronçons présents dans les sites inscrits ou classés sont classés dans la catégorie 2 : « très difficilement mobilisable ».

La source de données utilisée est le site cartographique du Ministère du Développement Durable (<http://carto.ecologie.gouv.fr/>). On a récupéré directement la couche SIG des zones des sites classés et inscrits. On a attribué aux tronçons hydrographiques situés dans ces zones la catégorie d'enjeux correspondant (catégorie 2 : « très difficilement mobilisable »).

2.3.4 - Réseau Natura 2000 (directive habitat)

Les zones Natura 2000 ont été instituées par la directive européenne 92/43 pour la conservation des habitats de la faune et flore sauvage. Les zones spéciales de conservation (ZSC), instaurées par la directive habitat ont pour objectif la conservation des habitats naturels ou semi-naturels et des espèces de faune et flore d'intérêt communautaire (pour leur rareté ou leur rôle écologique) tout en tenant compte des exigences économiques, sociales et culturelles.

Tout projet (notamment hydroélectrique) est possible, mais il est susceptible d'affecter ce milieu naturel, des mesures devront donc être prises pour maintenir l'équilibre entre le milieu à protéger et les activités humaines.

Selon la grille de classement (Tableau 1), les tronçons présents dans les zones Natura 2000 (directive habitat) sont classés dans la catégorie 3 : « mobilisable sous conditions ».

La source de données utilisée est le site cartographique du Ministère du Développement Durable (<http://carto.ecologie.gouv.fr/>). On a récupéré directement la couche SIG des zones natura 2000 (directive habitat). On a attribué aux tronçons hydrographiques dans les zones Natura 2000 (directive habitat) la catégorie d'enjeux correspondant (catégorie 3 : « mobilisable sous conditions »).

2.3.5 - Arrêtés préfectoraux de protection du biotope

Ces arrêtés (préfectoraux) visent à la conservation de l'habitat d'espèces protégées. Les arrêtés fixent les mesures (sur le milieu et non sur espèces qui y vivent) pour protéger et conserver le biotope.

L'arrêté préfectoral de protection du biotope est une réglementation forte pour les projets qui peut aller jusqu'à interdire un nouveau projet hydroélectrique.

Selon la grille de classement (Tableau 1), les tronçons présents dans les zones où un arrêté préfectoral existe sont classés dans la catégorie 2 : « très difficilement mobilisables ».

La source de données utilisée est le site cartographique du Ministère du Développement Durable (<http://carto.ecologie.gouv.fr/>). On a récupéré directement la couche SIG des zones classées par arrêté préfectoral. On a attribué aux tronçons hydrographiques dans les zones définies par les arrêtés préfectoraux la catégorie d'enjeux correspondant (catégorie 2 : « très difficilement mobilisables »).

2.3.6 - Parcs Naturels Régionaux

Les objectifs des PNR sont de protéger le patrimoine naturel et culturel, de contribuer à l'aménagement du territoire, et au développement économique, social, culturel et à la qualité de la vie. Les PNR sont classés par décret sur initiative des conseils régionaux, ils sont régis par une charte. Selon les Parcs la Charte (ou projet de Charte) évoque ou n'évoque pas les ENR et l'hydroélectricité.

Six Parcs Naturels Régionaux (PNR) sont situés en totalité ou partiellement en Rhône-Alpes : Le Pilat, les Monts d'Ardèche, le Haut Jura, les Bauges, La Chartreuse et le Vercors.

L'avant projet de Charte pour le PNR du Pilat prévoit que toute nouvelle infrastructure de production d'ENR doit prendre en compte les continuités de trame verte et bleue, la valeur écologique des sites, les enjeux de biodiversité, la valeur paysagère, les prescriptions architecturales. Pour l'hydroélectricité en particulier des micro-centrales peuvent y être expérimentées en respectant la biodiversité, la trame bleue et les paysages.

La charte constitutive du PNR des Monts d'Ardèche, stipule que le développement de nouvelles micro-centrales n'est pas souhaitable sur le territoire du PNR. Mais sur le PNR, l'utilisation de l'eau comme force motrice est ancienne et de nombreux ouvrages (dont une centaine de micro-centrales) sont présents dans le PNR. La remise en route d'un ouvrage pré-existant est possible et le PNR peut encourager les renouvellements d'installations, lorsque ceux-ci concernent une utilisation locale et que les études préalables sur l'environnement le permettent.

Le Projet de la Charte révisée du Parc naturel régional du Haut-Jura (validée le 13/02/2010), stipule que le développement de la production hydroélectrique exclut toute nouvelle construction de barrage ou de seuil. L'équipement de seuils existants est toutefois possible à condition de préserver (ou rétablir) le franchissement des ouvrages par les poissons.

Les Chartes des PNR des Bauges et PNR de la Chartreuse ne mentionnent rien de particulier sur le développement de l'hydroélectricité.

La Charte du PNR du Vercors mentionne le soutien aux ENR, mais n'évoque pas l'hydroélectricité.

Selon la grille de classement (Tableau 1) : les Parcs Naturels Régionaux sont classés dans la catégorie 3 : « mobilisable sous conditions ».

La source de données utilisée est le site cartographique du Ministère du Développement Durable (<http://carto.ecologie.gouv.fr/>). On a attribué aux tronçons hydrographiques dans les PNR la catégorie d'enjeux correspondant (catégorie 3 : « mobilisable sous conditions »).

2.3.7 - Zone d'Action Prioritaire grands migrateurs

Le comité de gestion des poissons migrateurs définit des objectifs concernant les grands migrateurs amphihalins et des mesures nécessaires pour les atteindre.

Le SDAGE du bassin Rhône Méditerranée Corse (RMC) définit des zones d'action du plan de gestions des poissons migrateurs (anguille/alose/lamproie). Ces zones reprennent les zones d'action prioritaire du plan Anguilles (ZAP) pour les anguilles et les zones prioritaires pour les aloses et lamproies. Les sources de données utilisées pour la partie RMC sont les masses d'eaux concernées par chacun des trois migrateurs (présence, ZAP, objectif long terme) transmises par la délégation de bassin RMC. Les tronçons (BDcarthage) correspondant aux masses d'eaux concernées par les ZAP, ont été classés selon la grille (Tableau 1) : dans la catégorie 2 : « très difficilement mobilisables ».

La région Rhône-Alpes est concernée, sur le bassin RMC est concerné uniquement par les anguilles et les aloses (pas le lamproies).

Pour la partie régionale située sur le bassin Loire Bretagne (LB), les zones d'action du plan de gestion des poissons migrateurs ne sont pas définies par le SDAGE, par contre des axes à enjeux grands migrateurs pour la futur liste 1 ont été définis. La source de données utilisée est donc la liste de ces axes transmise par la délégation de bassin. Les tronçons (BDcarthage) correspondants à ces axes ont été classés selon la grille (Tableau 1) : dans la catégorie 2 : « très difficilement mobilisables ».

2.3.8 - Réservoirs biologiques

La LEMA (article 6) a introduit la notion de « réservoirs biologiques » qui doivent être intégrés dans les SAGE et les SDAGE lors de leurs constructions ou révisions. Au cours de cette étude, la validation des masses d'eaux classées comme réservoirs biologique a été effectuée. Il est à noter que les réservoirs biologiques incluent le réseau des petits cours d'eau qui y confluent et qui ne constituent pas des masses d'eau au sens de la DCE.

Les réservoirs biologiques sont les cours d'eau qui comprennent des zones de refuge, de reproduction, de croissance de différentes espèces, qui doivent être protégées car elles permettront de réensemencer en espèces les cours d'eau avals (perturbés par les aménagements) et de participer ainsi au respect du bon état écologique.

Les sources de données utilisées sont celles des masses d'eau fournies par les deux agences de bassin, et actualisées lors de la validation des réservoirs biologiques en discussion. Conformément à la note précédente, une saisie a été nécessaire pour ajouter le réseau amont ne constituant pas des masses d'eau.

Il n'y a pas d'interdiction d'aménagement hydroélectrique sur un réservoir biologique, si celui-ci permet un bon fonctionnement du réservoir biologique.

Selon la grille de classement (Tableau 1) : les réservoirs biologiques sont classés dans la catégorie 2 : « très difficilement mobilisables ».

2.3.9 - Réserves biologiques

Les réserves biologiques sont des réserves naturelles forestières, ayant pour objectifs la protection des habitats et des espèces vulnérables représentatives du milieu forestier. Ces réserves sont créées par arrêtés.

La source de données utilisée est les zones SIG fournies par la DREAL (ex : DIREN) Rhône Alpes. On a attribué aux tronçons hydrographiques situés dans ces réserves la catégorie d'enjeux correspondant aux réserves biologiques à savoir la catégorie 2 : « très difficilement mobilisables »).

2.3.10 - Forêt de protection

La Forêt de protection est un statut défini dans le code forestier (L411-1). Ce statut a pour objectif de définir des zones protégées pour prémunir les écosystèmes contre les risques naturels et préserver la sécurité et la qualité de vie des habitants, le patrimoine pédologique et les ressources en eaux. Le défrichage y est interdit. Le classement selon ce statut est défini par l'État ou le Préfet.

La source de données utilisée est les zones SIG fournis par la DREAL (ex DIREN) Rhône Alpes. On a attribué aux tronçons hydrographiques situés dans ces réserves la catégorie d'enjeux correspondant aux réserves biologiques à savoir la catégorie 2 : « très difficilement mobilisables »).

2.3.11 - Réseau de mesure de référence

La DCE a fixé un objectif de bon état écologique des masses d'eau d'ici 2015. Pour faire faire cette évaluation, un réseau de sites de référence est en cours de constitution.

La source de données utilisée est la liste et la localisation des stations de référence transmise à la délégation de bassin RMC. Nous avons donc classé le tronçon où se trouve un site de référence dans la catégorie d'enjeux correspondant à savoir : 1 : « non mobilisable »

2.3.12 - Zone humides (RAMSAR)

La Convention sur les zones humides d'importance internationale, appelée Convention de Ramsar, est un traité intergouvernemental signé le 2 février 1971 et ratifié le 1^{er} octobre 1986. Elle sert de cadre pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources.

Dans la région Rhône-Alpes les sites RAMSAR sont le Marais de Chautagne (lac du Bourget), l'Impluvium d'Evian et le Lac Léman.

Selon la grille de classement (Tableau 1) : les Zones humides (RAMSAR) sont classées dans la catégorie 3 : « mobilisable sous conditions ».

La source de données utilisée est le site cartographique du Ministère du Développement Durable (<http://carto.ecologie.gouv.fr/>). On a attribué aux tronçons hydrographiques dans les zones RAMSAR la catégorie d'enjeux correspondant (catégorie 3 : « mobilisable sous conditions »).

2.3.13 - SAGE (Schéma réaménagement et de Gestion des Eaux)

Les données relatives aux SAGEs ont été obtenues auprès de l'Agence de l'Eau RMC - Délégation Rhône-Alpes).

Certains SAGE mentionnent l'aménagement hydroélectrique des cours d'eau. C'est le cas du Sage Drac-Romanche (en cours d'élaboration) qui donne des prescriptions particulières relatives au développement d'ouvrages hydroélectriques :

-sous bassin de la Gresse et de la Bonne : interdiction d'installation de nouveaux ouvrages hydroélectriques. L'ensemble du linéaire de ces deux sous-bassins (Gresse, Bonne et leurs affluents) est donc en catégorie 1 : "non mobilisable"

-sous bassin de l'Ebron : interdiction de construire de nouveaux ouvrages, mais il est mentionné la possibilité d'équiper les ouvrages existants non hydroélectriques (moulins, scieries, ...) : l'ensemble du linéaire de ce sous-bassin (Ebron et affluents) est en catégorie 3 "mobilisable sous conditions"

Les autres SAGE de la région ne font pas l'objet de ce type de prescriptions.

2.3.14 - Classement selon loi du 16/10/1919

Les cours d'eau classés selon cette loi sont dits « rivières réservées » . En application de la loi du 16 octobre 1919 modifiée par la loi de juillet 1980 sur les économies d'énergie et l'utilisation de la chaleur et la loi de juin 1984 sur la pêche en eau douce, aucune autorisation ou concession n'est donnée pour des entreprises hydrauliques nouvelles sur ces cours d'eau. Pour les entreprises existantes à la date de promulgation de la loi du 15 juillet 1980, le renouvellement de l'acte de concession ou d'autorisation pourra être accordé sous réserve que la hauteur du barrage ne soit pas modifiée. Cet enjeu est donc classé en catégorie 1 de potentiel : non mobilisable.

La liste des cours d'eau réservés est fixée par décret en Conseil d'Etat. A défaut de tables SIG rattachées à la nomenclature BDcarthage. On a créé la table SIG à partir des décrets. Selon les cours d'eau et les décrets, le classement selon la loi de 1919, concerne le cours d'eau proprement dit ou le cours d'eau et ses affluents.

Voici la liste des décrets pris sur la base de l'article 2 de la loi du 16 octobre 1919 utilisé pour créer la table SIG :

Décret n° 81-377 du 15 avril 1981

Décret n° 84-433 du 8 juin 1984

Décret n° 86-404 du 12 mars 1986

Décret n° 87-635 du 28 juillet 1987

Décret n° 89-265 du 25 avril 1989

Décret n° 91-144 du 28 janvier 1991

Décret n° 94-218 du 11 mars 1994

Décret du 8 septembre 1995 complétant la liste des cours d'eau classés en application de l'article 2 de la loi du 16 octobre 1919

Décret du 29 octobre 1996 complétant la liste des cours d'eau classés en application de l'article 2 de la loi du 16 octobre 1919

Décret n° 99-1138 du 27 décembre 1999

2.3.15 - Classement selon l'article L432-6 du Code de l'Environnement (CE)

Les cours d'eau classés selon cette loi sont dit «cours d'eau classés pour les migrateurs»

Ce classement a pour objectif d'assurer la circulation des poissons migrateurs. Dans les cours d'eau (ou parties de cours d'eau) classés selon, l'article L432-6, tout ouvrage doit comporter des dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs. L'exploitant de l'ouvrage est tenu d'assurer le fonctionnement et l'entretien de ces dispositifs. Les ouvrages existants doivent être mis en conformité, après publication d'une liste d'espèces migratrices par bassin ou sous-bassin fixée par le Ministre de la Mer.

Cet enjeu est donc classé en catégorie 3 : mobilisable sous condition

La liste des cours d'eau classés selon l'article L432-6 est fixée par décret, après avis des Conseils Généraux. A défaut de table SIG des cours d'eau classés selon cet article rattachée à la nomenclature BDCarthage, on a créé la table SIG à partir des décrets.

Liste des décrets concernant la région Rhône Alpes :

Bassin LB :

décret 1^{er} avril 1905 (JO 19 avril)

décret 25 mars 1991 (JO 30 mars)

décret 2002-1027 du 1^{er} Aout 2002 (JO 4 Aout)

bassin RMC :

décret 21 mars 1990 (JO 24 mars)

2.3.16 - Classements liste 1 et liste 2

La loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) réforme les classements de cours d'eau (pour les adapter aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE)). Elle introduit 2 nouveaux types de classement : Liste 1 et liste 2, qui remplaceront les classements actuels (loi de 1919 et L432-6 du CE).

La liste 1 sera établie à partir des cours d'eau en très bon état (selon DCE), des réservoirs biologiques, des SDAGE, d'objectifs de protection complète des grands migrateurs. Sur les cours d'eau classés en liste 1, il y aura interdiction de tout obstacle à la continuité écologique et donc d'aménagement hydroélectrique.

On ne dispose pas de cette liste 1 à ce jour, d'où l'utilisation des cours d'eau classés loi 1919 (interdiction d'entreprise hydroélectrique nouvelle) et de la liste des réservoirs biologiques établie et validée en 2009.

La liste 2 : repose sur la continuité écologique, le but étant d'assurer le transport des sédiments et la circulation des grands migrateurs .

On ne dispose pas de cette liste 2 à ce jour, d'où l'utilisation du classement selon L432-6, relatif au migrateurs.

2.3.17 - Classements non utilisée pour l'étude

A part les classements liste 1 et liste 2 non encore définies, d'autres classement bien que définies dans la grille de classement non pas étaient pris en compte, à savoir:

- les cours d'eau concernés par le programme de mesure du SDAGE,
- inventaire locaux des zones humides.

Quand ces classement seront connus, ils pourront être pris en compte. En effet la table SIG contient les champs pour renseigner ces enjeux, et l'outil EnviroF3.mbx tient compte de ces enjeux pour mettre à jour la catégorie de potentiel de chaque tronçon.

3 - Utilisation du SIG

Après le recueil et la saisie de tous les enjeux, on peut avec la grille de classement, associer à chaque tronçon une catégorie de potentiel.

Le résultat obtenu est une table SIG, contenant les tronçons BD carthage, avec différents champs : la dénivelée, le module, la puissance hydroélectrique du tronçon, les différents enjeux environnementaux, et la catégorie d'enjeux. On se reportera à l'Annexe B pour un descriptif de la table, et à l'annexe C qui explique l'utilisation des outils enviroF3.mbx et potentielF3.mbx permettant à partir d'une grille d'enjeux de renseigner automatiquement la catégorie de potentiel. On pourra ainsi tester d'autres grilles de classement d'enjeux, et aussi réutiliser la table SIG (mise à jour) quand on aura les informations concernant les enjeux non pris en compte pour cette étude (liste 1 , liste 2, PdM du Sdage...)

4 - Limites à la méthodologique

La méthode d'évaluation des dénivelées est assez imprécise notamment pour les cours d'eau à faible pente. Malgré le lissage opéré pour les grands cours d'eau, cette valeur reste imprécise.

Les méthodes d'évaluation des modules reposent sur de nombreuses hypothèses. La méthode basée sur l'évaluation de la lame d'eau a été calée avec des stations de mesures de la banque hydro, or ces stations se situent sur des cours d'eau importants. L'évaluation des modules par cette méthode doit donc être cohérente pour les grands cours d'eau, par contre on ignore sa validité pour les plus petits cours d'eau. Pour la méthode qui reprend les données de l'étude ISL-Asconit, on ignore la précision réelle de ces données.

La délimitation du linéaire court-circuité n'est pas évidente, et certains tronçons devraient être considérés comme court-circuités en partie. La définition de ce linéaire repose sur les informations recueillies auprès des deux plus gros gestionnaires de centrales hydroélectriques (CNR et EDF)

L'évaluation du productible ne tient pas compte du type de centrales hydroélectriques (barrages de lac, les usines d'éclusée, les usines au fil de l'eau). Les barrages de lac ont un rôle de soutien pendant les heures de pointe, car ils peuvent fournir des puissances importantes. Les usines au fil de l'eau ont un rôle de fournir une énergie de base. Ainsi le temps de fonctionnement par an des usines fil de l'eau est en réalité supérieur à celle des barrages de lac. L'étude se base sur un temps moyen de fonctionnement de 4700 h par an quelque soit le type de centrales. La méthode est donc cohérente pour une gestion fil de l'eau, mais beaucoup moins pour les barrages de lac.

Le productible est calculé sur un module (débit moyen), ainsi on ne tient pas compte des régimes des cours d'eau. Or, pour un cours d'eau cévennois, le module n'a beaucoup de sens puisque le cours d'eau est en crue ponctuellement et à sec la plupart du temps. Ainsi, par la méthode utilisée un cours d'eau cévennois pourra apparaître intéressant en terme de productible théorique alors qu'en réalité il ne l'est pas.

On ne tient pas compte des secteurs karstiques (sud du département de l'Ardèche) où le réseau de surface n'est pas le reflet du réseau réel (en partie souterrain).

Les enjeux environnementaux pris en compte sont ceux que l'on connaît aujourd'hui. La grille de classement des enjeux est cohérente avec l'importance de chaque enjeu vis à vis de l'aménagement hydroélectrique. Toutefois, la grille comporte un aspect arbitraire, puisqu'on définit seulement 4 catégories. La grille a été plusieurs fois modifiée au cours de l'étude lors des réunions de pilotage avant d'obtenir un consensus. On ne tient pas compte non plus de différences qui peuvent exister pour un même enjeu (ex : les chartes des PNR n'ont pas les mêmes prérogatives vis à vis des aménagements hydroélectriques). Une grille légèrement différente aurait conduit à un résultat différent.

La méthodologie ne tient pas compte d'enjeux économiques ou sociaux et de la faisabilité technique d'usines hydroélectriques.

Il convient donc de garder à l'esprit ces limites de la méthodologie, et ces imprécisions. Les résultats en terme de productible sont à prendre comme des ordres de grandeur permettant de comparer les tronçons entre eux et non comme des valeurs vraies de productible. La catégorisation du productible (mobilisable, mobilisable sous conditions...) selon les enjeux est la vision actuelle et devra être actualisés en fonction des nouveaux classements à venir.

Ainsi les résultats en terme de productible (énergie ou puissance) seront donnés avec 2 chiffres significatifs au plus.

On appellera dans la suite productible théorique, le productible estimé par cette étude.

5 - Analyse et résultats

5.1 - Catégorie de potentiel

5.1.1 - Importance des enjeux

Linéaire (km) concerné par	total		linéaire principal (Q>200l/s)		linéaire principal NC (Q>200l/s)	
	km	%	km	%	km	%
Parcs Nationaux: cœur de Parc	912	1.9	128	1.2	45.8	0.6
reseau de mesures de référence	96.8	0.2	64.2	0.61	41.3	0.54
Réserves naturelles (national et régional)	685	1.4	150	1.4	105	1.4
cours d'eau réservés (loi 16/10/1919 art 2)	7390	16	2380	23	1880	25
SAGE interdisant la création d'installations hydroélectriques	776	1.6	140	1.3	92.2	1.2
Réservoirs biologiques	18700	39	4410	42	3590	47
Sites inscrits	1560	3.3	518	4.9	356	4.7
Sites classés	946	2	243	2.3	168	2.2
Arrêtés préfectoraux de protection de biotope	702	1.5	174	1.6	133	1.7
Zone d'action du plan de gestions des poissons migrateurs (dont ZAP du plan Anguille)	947	2	869	8.2	707	9.3
cours d'eau classé (L432-6 du CE)	4070	8.6	1720	16	980	13
Réserves biologiques (forestières)	70.8	0.15	7.25	0.069	4.91	0.065
Forêts de protection (interdiction de défrichage)	67.5	0.14	19.4	0.18	13.5	0.18
Parcs nationaux : zone d'adhésion	2940	6.2	691	6.5	192	2.5
Zone Natura 2000 (directive habitat)	8300	17	2130	20	1520	20
Zones humides (Ramsar)	133	0.28	57.6	0.54	34.5	0.45
Parcs Naturels Régionaux	7710	16	1680	16	1280	17
SAGE permettant la création d'installations hydroélectriques uniquement sur du génie-civil existant	464	0.98	93.5	0.88	93.5	1.2

Tableau 2 : linéaire hydrographique concerné par chaque enjeu

Le linéaire total est d'environ 47 500 km, le linéaire principal (cours d'eau de module supérieur à 200l/s) est d'environ 10 600 km, le linéaire principal non court-circuité est d'environ 7 600 km.

Le linéaire correspondant à chaque enjeu est très variable (40 % du linéaire est en réservoirs biologiques) alors que moins de 2% est classé dans le cœur de parcs nationaux.

Le classement catégoriel des enjeux a une importance sur le résultat final, le classement des enjeux couvrant un linéaire important aura une incidence non négligeable sur la caractérisation finale du potentiel. Au vu du tableau 2, deux enjeux seront à regarder de plus près :

-classement selon l'article 2 de la loi de 1919.

Ce classement doit être revu pour l'établissement du classement des liste 1 et liste 2. 16% du linéaire total (25 % du linéaire principal non court-circuité) sont des cours d'eau réservés, et donc classés en non mobilisables.

-classement en réservoirs biologiques.

Il concerne 40% du linéaire total (47% du linéaire principal non court-circuité).

On testera l'impact du changement de ces enjeux (Réservoirs biologiques, classement selon article 2 de la loi de 1919) sur le productible mobilisable au paragraphe 5.5.

5.1.2 - Synthèse catégorielle

5.1.2.1 - Pour la Région Rhône-Alpes

(cf : carte régionale de synthèse des classes d'enjeux en annexe C)

Sur le linéaire total (cf : Tableau 3) : 45% du linéaire est mobilisable ou mobilisable sous condition. On a la même proportion pour le linéaire total non court-circuité.(Tableau 4) .

Pour le linéaire qui nous intéresse pour les bilans (linéaire principal non court-circuité) (cf : Tableau 5), seuls 2 422 km ou 32% du linéaire principal non court-circuité sont mobilisables ou mobilisables sous conditions.

Si on utilise le seuil 30l/s (au lieu du 200l/s), seuls 40% du linéaire (7 500 km) sont mobilisables ou mobilisables sous conditions

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	9576	20
Très difficilement mobilisable	16453	35
Mobilisable sous conditions	4976	10
Mobilisable	16505	35
Total	47510	100

Tableau 3 : répartition du linéaire total en fonction de la catégorie de potentiel

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	8033	20
Très difficilement mobilisable	14511	36
Mobilisable sous conditions	3841	10
Mobilisable	13693	34
Total	40078	100

Tableau 4 : répartition du linéaire total non court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	2128	28
Très difficilement mobilisable	2943	39
Mobilisable sous conditions	489	6
Mobilisable	2053	27
Total	7613	100

Tableau 5 : répartition du linéaire principal (seuil 200l/s) non-court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	4348	23
Très difficilement mobilisable	6959	37
Mobilisable sous conditions	1728	9
Mobilisable	5952	31
Total	18987	100

Tableau 6 : Répartition du linéaire principal (seuil 30l/s) non-court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel

5.1.2.2 - par département

Les tableaux suivants listent les linéaires principaux non court-circuités par catégorie d'enjeux par département.

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	158	14
Très difficilement mobilisable	336	29
Mobilisable sous conditions	124	11
Mobilisable	548	47
Total	1166	100

Tableau 7 : Répartition du linéaire principal (seuil 200l/s) non court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel pour le département de l'AIN

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	806	70
Très difficilement mobilisable	206	18
Mobilisable sous conditions	54	5
Mobilisable	78	7
Total	1144	100

Tableau 8 : Répartition du linéaire principal (seuil 200l/s) non court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel pour le département de l'ARDECHE

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	74	7
Très difficilement mobilisable	700	65
Mobilisable sous conditions	22	2
Mobilisable	278	26
Total	1074	100

Tableau 9 : Répartition du linéaire principal (seuil 200l/s) non court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel pour le département de la DROME

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	170	13
Très difficilement mobilisable	481	37
Mobilisable sous conditions	178	14
Mobilisable	475	36
Total	1304	100

Tableau 10 : Répartition du linéaire principal (seuil 200l/s) non court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel pour le département de l'ISERE

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	388	37
Très difficilement mobilisable	464	44
Mobilisable sous conditions	59	6
Mobilisable	139	13
Total	1050	100

Tableau 11 : Répartition du linéaire principal (seuil 200l/s) non court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel pour le département de la LOIRE

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	0	0
Très difficilement mobilisable	209	49
Mobilisable sous conditions	2	0
Mobilisable	216	51
Total	427	100

Tableau 12 : Répartition du linéaire principal (seuil 200l/s) non court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel pour le département de RHONE

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	141	29
Très difficilement mobilisable	226	47
Mobilisable sous conditions	39	8
Mobilisable	78	16
Total	484	100

Tableau 13 : Répartition du linéaire principal (seuil 200l/s) non court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel pour le département de SAVOIE

catégorie	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	391	41
Très difficilement mobilisable	320	33
Mobilisable sous conditions	13	1
Mobilisable	239	25
Total	963	100

Tableau 14 : Répartition du linéaire principal (seuil 200l/s) non court-circuité en fonction de la catégorie de potentiel pour le département de HAUTE SAVOIE

Mis à part sur le Rhône et la Savoie, le linéaire non court-circuité est d'environ 1000 km, il est de 400 km sur le Rhône et la Savoie. Par contre la répartition catégorielle est très variable par département. Si l'on considère que seul les catégories « mobilisables » et « mobilisables sous conditions » sont aménageables, en Ardèche, seul 12% du linéaire est aménageable (soit 132 km), contre 51% (soit 216 km) dans le Rhône. En Ardèche une grande partie du réseau est classée en « rivières réservées », ce qui explique les 71% du linéaire de l'Ardèche en « non mobilisable ».

Sur les 2542km du linéaire principal non court-circuité mobilisable ou mobilisable sous conditions : 26 % sont dans le département de l'Ain, 26% dans l'Isère, 12% dans la Drôme, 10% en Haute Savoie, 9% dans le Rhône, 8% dans la Loire 5% dans l'Ardèche et 4% dans la Savoie.

5.2 - Analyse du Productible

5.2.1 - Cohérence

Pour valider la méthode d'estimation du productible, on la teste sur les tronçons court-circuités.

Après l'estimation du productible (en puissance et énergie) sur chaque tronçon, par sommation, on peut obtenir un productible sur l'ensemble de la région et sur chaque département. Pour vérifier la cohérence de la méthode, on calcule le productible annuel sur les tronçons court-circuités.

estimation du productible annuel des tronçons court-circuités (en GWh/an)		Pourcentage
Ain	2 412	10%
Ardèche	2 095	9%
Drôme	3 267	14%
Isère	4 271	18%
Loire	259	1%
Rhône	1 271	5%
Savoie	7 543	31%
Haute-Savoie	2 901	12%
RHONE ALPES	24 020	100%

Tableau 15 : Estimation du productible annuel de l'ensemble des tronçons court-circuités

Production hydroélectrique en GWh	EDF+CHR 1999	EDF+CHR 2002	EDF+CHR 2005
Ain	4 002	3 464	3 079
Ardèche	1 850	1 503	1 241
Drôme	5 912	6 946	4 902
Isère	8 310	7 545	6 293
Loire	340	227	187
Rhône	1 028	857	750
Savoie	7 994	6 523	5 379
Haute-Savoie	1 475	1 113	918
RHÔNE ALPES	30 911	28 178	22 750

Tableau 16 : Production des aménagements hydroélectriques exploités par EDF et la CNR sous le régime de la concession en région Rhône-Alpes (source : Observatoire Régional de l'Energie et des Emissions de Gaz à Effet de Serre-Bilan de la production d'énergie en Rhône-Alpes-Rapport final-Mai 2008)

En comparant l'estimation du Productible (Tableau 15) et des productions réelles annuelles (Tableau 16), on constate globalement une bonne cohérence : les ordres de grandeurs sont bons : une production réelle en 2005 de 22 750 GWh, réalisé par les deux plus gros exploitants et une estimation de 24 020 GWh. Dans le détail par département la cohérence est moins bonne, si on retrouve les bons ordres de grandeur sur la Savoie, le Rhône, la Loire, l'Ardèche et l'Ain, on sous-estime la production dans la Drôme et l'Isère, et on sur-estime dans la Haute-Savoie.

La sur-estimation en Haute-Savoie provient vraisemblablement d'une sur-estimation du linéaire court-circuité et la présence d'aménagements hydroélectriques présentant des temps de fonctionnement en équivalent pleine puissance inférieure à 3000 heures.

La sous-estimation dans l'Isère et la Drôme par :

- la non comptabilisation des tronçons du projet Gavet en court-circuités (l'estimation du productible sur l'ensemble des tronçons du projet Gavet donne une puissance de $P = 111\,627$ KW, soit un productible annuelle de 525 Gwh) pour le département de l'Isère,
- la présence d'aménagements hydroélectriques important sur le Rhône et l'Isère présentant des temps de fonctionnement équivalent pleine puissance respectivement de 6500 heures et 6000 heures au lieu des 4700 heures.

On retiendra que l'ordre de grandeur d'estimation du productible semble bon, mais ne doit pas être pris comme valeur du productible exact.

5.2.1 - Productible

En ne considérant que les 2 seuils 30l/s et 200l/s on obtient les productibles théoriques résiduels suivants (cf tableaux 17 et 18) :

	productible non-court-circuité GWh
AIN	1 200
ARDECHE	1 100
DROME	760
ISERE	2 300
LOIRE	650
RHONE	750
SAVOIE	920
HAUTE-SAVOIE	1 800
REGION Rhône Alpes	9 500

Tableau 17 : Estimation du productible annuel résiduel (sur le linéaire principal non court-circuité) (Q>200l/s)

	productible non-court-circuité GWh
AIN	1 300
ARDECHE	1 400
DROME	960
ISERE	3 200
LOIRE	810
RHONE	800
SAVOIE	1 400
HAUTE-SAVOIE	2 600
REGION Rhône Alpes	12500

Tableau 18 : Estimation du productible annuel résiduel (sur le linéaire principal non court-circuité) (Q>30l/s)

Le productible non court-circuité (estimé sur le linéaire principal (Q>200l/s) est d'environ **10 TWh**. (9,5 avec le seuil 200 l/s et 12,5 avec le seuil de 30l/s). Ce productible est inégalement réparti sur l'ensemble des départements, le département de l'Isère concentrerait un quart du productible, contre moins de 10% pour le Rhône, l'Ardèche et la Drôme.

Nota : Sur le département de l'Isère , on n'a pas court-circuité l'ouvrage Gavet, il faut donc retirer 400 GWh de productible annuel sur le département de l'Isère.

5.3 - Productible en tenant compte des enjeux environnementaux.

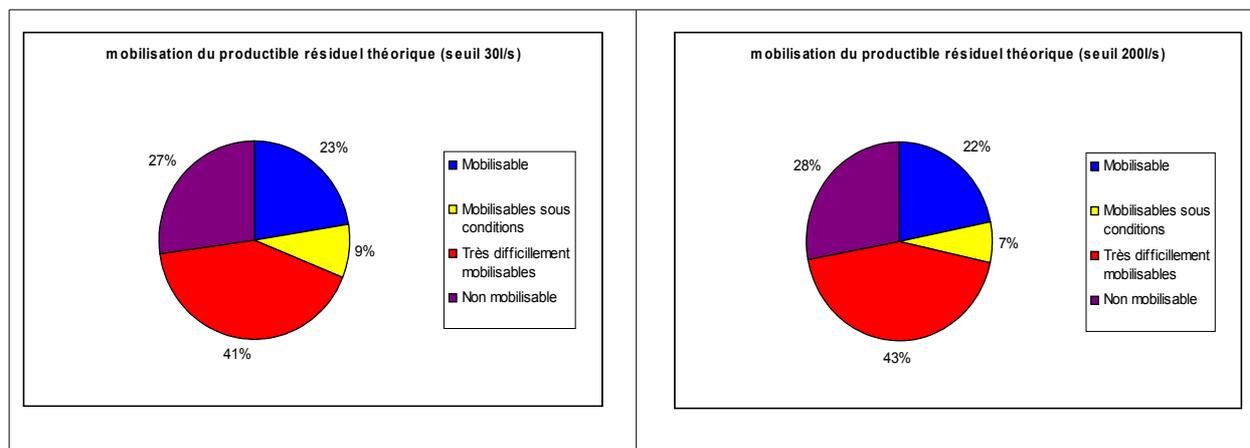


Illustration 1 : répartition du productible résiduel théorique selon les 2 seuils retenus

Avec les deux seuils on obtient une répartition quasi identique à savoir, environ 30% non mobilisable, 40% très difficilement mobilisable, et 30% mobilisable ou mobilisable sous conditions.

Sur les 9,5 TWh de productible annuel théorique au seuil de 200 l/s, après le filtre des enjeux, il reste 2,1 TWh mobilisable, 0,6 TWh mobilisable sous condition et 4,1 TWh très difficilement mobilisable et 2,8 TWh non mobilisable

Sur les 12,5 TWh de productible annuelle théorique au seuil de 30 l/s, après le filtre des enjeux, il reste 2,8 TWh mobilisable, 1,1 TWh mobilisable sous condition et 5,2 TWh très difficilement mobilisable et 3,4 TWh non mobilisable

On retiendra donc (cf tableaux 19 et 20) un productible mobilisable ou mobilisable sous conditions de l'ordre de **3TWh** (2,7 TWh avec seuil de 200l/s 3,9 TWh avec le seuil de 30l/s).

1 TWh mobilisable ou mobilisable sous condition pourrait être produit théoriquement par la micro-électricité (différence de productible aux seuils 200l/s et 30l/s)

Par département on obtient la répartition suivante du productible selon le seuil retenu. Les tableaux : 19 et 20 présentent la répartition du productible par catégorie et par département selon les deux seuils retenus.

La répartition est très variable selon les départements. Si l'on considère que seuls les catégories « mobilisable » et « mobilisable sous conditions » sont aménageables.

Il est aménageable un productible d'environ 1TWh dans l'Isère, alors 0,4 TWh pour le Rhône et la Haute-Savoie, 0,3 TWh pour l'Ain, 0,1 TWh pour la Loire et la Savoie, l'Ar-dèche et la Drôme)

productible non-court circuité GWh					
	Mobilisable	Mobilisable sous conditions	Très difficilement mobilisable	Non mobilisable	TOTAL
AIN	210	130	640	200	1 200
ARDECHE	41	46	240	770	1 100
DROME	59	7.4	610	82	760
ISERE	810	320	850	320	2 300
LOIRE	49	54	160	390	650
RHONE	380	31	340	0	750
SAVOIE	130	29	640	120	920
HAUTE-SAVOIE	390	23	630	780	1 800
REGION Rhône Alpes	2100	640	4100	2700	9 500

Tableau 19 : productible par catégorie et département (seuil 200 l/s)

productible non-court circuité GWh					
	Mobilisable	Mobilisable sous conditions	Très difficilement mobilisable	Non mobilisable	TOTAL
AIN	260	140	720	210	1300
ARDECHE	66	64	270	1000	1400
DROME	120	21	720	87	960
ISERE	960	570	1000	600	3200
LOIRE	71	68	260	410	810
RHONE	390	32	380	0	800
SAVOIE	330	110	770	210	1400
HAUTE-SAVOIE	630	81	1100	880	2600
REGION Rhône Alpes	2800	1100	5200	3400	12500

Tableau 20 : productible par catégorie et département (seuil 30 l/s)

Nota : Sur le département de l'Isère, il faut retirer 400 GWh en mobilisable (Gavet).

5.4 - Productible en tenant compte des enjeux environnementaux et de la classe de productible.

Pour la représentation cartographique du productible, on a retenu 3 classes (respectivement un puissance < à 100 kW/100m linéaire : classe 1, 100 à 1000 kW / 100 m linéaire : classe 2 et > 1000 kW / 100 m linéaire : classe 3). Ce qui permet de visualiser les secteurs théoriquement intéressants.

Le tableau 21 est le bilan régional croisé des enjeux et de la classe de productible, que l'on retrouve sur les cartes en annexe G et H.

Productible (GWh)	productible non court-circuité (GWh) (seuil 200 l/s)				
	Non mobilisable	Très difficilement mobilisable	Mobilisable sous conditions	Mobilisable	TOTAL
1	1800	2000	350	850	5000
2	770	2100	260	770	3900
3	65	78	25	440	610
Total	2700	4100	640	2100	9500

Tableau 21 : Productible par classe et enjeux pour la région Rhône-Alpes (seuil 200l/s)

Sur les 9,5 TWh de productible résiduelle théorique, seuls 4,5 TWh sont intéressants (classes 2 et 3).

Au niveau régional sur les 2,7 TWh (au seuil de 200l/s) de productible mobilisable ou mobilisable sous condition, moins de 0,5 TWh sont de classe 3, et 1TWh de classe 2. On retiendra que sur les 3 TWh de productible mobilisable ou mobilisable sous conditions, seul la moitié est du productible intéressant.

Les tableaux 22 à 29 sont les bilans pour chaque département.

Productible (GWh)	productible non court-circuité (GWh) (seuil 200 l/s)				
	Non mobilisable	Très difficilement mobilisable	Mobilisable sous conditions	Mobilisable	TOTAL
1	120	270	41	110	540
2	79	360	66	41	540
3	0	16	21	50	87
Total	200	640	130	210	1200

Tableau 22 : Productible par classe et enjeux pour le département de l'Ain

Productible (GWh)	productible non-court circuité (GWh) (seuil 200 l/s)				
	Non mobilisable	Très difficilement mobilisable	Mobilisable sous conditions	Mobilisable	TOTAL
1	440	110	46	39	640
2	260	130	0	1.3	400
3	65	0.63	0	0	65
Total	770	240	46	41	1100

Tableau 23 : Productible par classe et enjeux pour le département de l'Ardèche

Productible (GWh)	productible non court-circuité (GWh) (seuil 200 l/s)				
	Non mobilisable	Très difficilement mobilisable	Mobilisable sous conditions	Mobilisable	TOTAL
1	65	420	7.4	59	550
2	17	190	0	0.3	210
3	0	0	0	0	0
Total	82	610	7.4	59	760

Tableau 24 : Productible par classe et enjeux pour le département de la Drôme

Productible (GWh)	productible non court-circuité (GWh) (seuil 200 l/s)				
	Non mobilisable	Très difficilement mobilisable	Mobilisable sous conditions	Mobilisable	TOTAL
1	260	370	200	160	990
2	54	480	120	480	1100
3	0	0	0	170	170
Total	320	850	320	810	2300

Tableau 25 : Productible par classe et enjeux pour le département de l'Isère

Productible (GWh)	productible non court-circuité (GWh) (seuil 200 l/s)				
	Non mobilisable	Très difficilement mobilisable	Mobilisable sous conditions	Mobilisable	TOTAL
1	320	140	8.6	40	510
2	75	13	41	8.3	140
3	0	0	4	0	4
Total	390	160	54	49	650

Tableau 26 : Productible par classe et enjeux pour le département de la Loire

Productible (GWh)	productible non court-circuité (GWh) (seuil 200 l/s)				
	Non mobilisable	Très difficilement mobilisable	Mobilisable sous conditions	Mobilisable	TOTAL
1	0	76	0	63	140
2	0	230	31	98	360
3	0	32	0	220	250
Total	0	340	31	380	750

Tableau 27 : Productible par classe et enjeux pour le département de le Rhône

Productible (GWh)	productible non court-circuité (GWh) (seuil 200 l/s)				
	Non mobilisable	Très difficilement mobilisable	Mobilisable sous conditions	Mobilisable	TOTAL
1	120	190	22	95	420
2	3.2	440	7.3	33	480
3	0	18	0	0	18
Total	120	640	29	130	920

Tableau 28 : Productible par classe et enjeux pour le département de la Savoie

Productible (GWh)	productible non court-circuité (GWh) (seuil 200 l/s)				
	Non mobilisable	Très difficilement mobilisable	Mobilisable sous conditions	Mobilisable	TOTAL
1	500	380	23	280	1200
2	280	240	0	100	620
3	0	12	0	2.5	14
Total	780	630	23	390	1800

Tableau 29 : Productible par classe et enjeux pour le département de la Haute-Savoie

5.5 - Impact des enjeux sur le potentiel mobilisable

5.5.1 - Impact des réservoirs biologiques

Les réservoirs biologiques représentent 47% du linéaire principal non court-circuité.

Le choix de les classer en catégorie 2 (très difficilement mobilisable), a donc un impact sur le productible mobilisable. Or, une partie de ces réservoirs biologiques seront classés non mobilisables ou très difficilement mobilisables, car d'autres enjeux sont présents sur ces tronçons. Il nous a semblé intéressant d'évaluer (en modifiant la grille de classement) ce que les « réservoirs biologiques » représentent dans le potentiel « très difficilement mobilisable ».

Les classements des cours d'eau en « réservoirs biologiques » sont donc importants en terme de production d'hydroélectricité . On retiendra :

- 22% du « linéaire principal non court-circuité » (soit 1633 km) est « très difficilement mobilisable » du seul fait du classement en réservoir biologique.
- sur les 9,5 TWh de productible résiduel : 17% (1,6 TWh) sont très difficilement mobilisables du seul fait du classement en réservoir biologique.
- sur les 4,5 TWh de productible résiduelle intéressant : 16% (0,7 TWh) sont « très difficilement mobilisables » du seul fait du classement en réservoir biologique.

5.5.2 - Impact des cours d'eau réservés et classés

Les classements des cours d'eau en réservés (loi du 16/10/1919) et classés (L432 du CE) doivent disparaître d'ici 2014 pour être remplacés par de nouveaux classements (liste 1 et 2). Or le linéaire des cours d'eau couvert par ces classements est important (25% du linéaire principal non court-circuité est réservé, 13% est classé, 31% est soit réservé soit classé).

Il est intéressant d'évaluer la part que représente ces classements dans le potentiel « très difficilement mobilisable » et « mobilisable sous conditions » .

On teste donc le résultat obtenu en modifiant la grille de classement, on classe les cours d'eau classés et réservés en catégorie 4 : potentiel non qualifié. On pourra donc tester le gain maximal en terme de productible obtenu par suppression de ces classements avant la mise en place des nouveaux classements.

Hypothèse : cours d'eau classés /réservés	Grille initiale		Non qualifié	
catégorie	Linéaire (km)	%	Linéaire (km)	%
Non mobilisable	2128	28	271	4
Très difficilement mobilisable	2943	39	4072	53
Mobilisable sous conditions	489	6	827	11
Non qualifié	0	0	390	5
Mobilisable	2053	27	2053	27
Total	7613	100	7613	100

Tableau 30 : répartition du linéaire principal non court-circuité en fonction de l'hypothèse de classement des cours d'eau classés et réservés

Du fait des autres enjeux environnementaux (notamment des réservoirs biologiques), même si 31% du linéaire principal non court-circuité est classé ou réservé, seul 5% du linéaire devient non qualifié, si on ne tient pas compte dans la grille des classements des enjeux des cours d'eau réservés ou classés. Ceci s'explique par le fait que sur les cours d'eau classés, il y a souvent d'autres enjeux.

Avec l'hypothèse des cours d'eau classés et réservés en potentiel non qualifié, 43 % du linéaire principal au lieu des 33% est mobilisable sous conditions ou non qualifié.

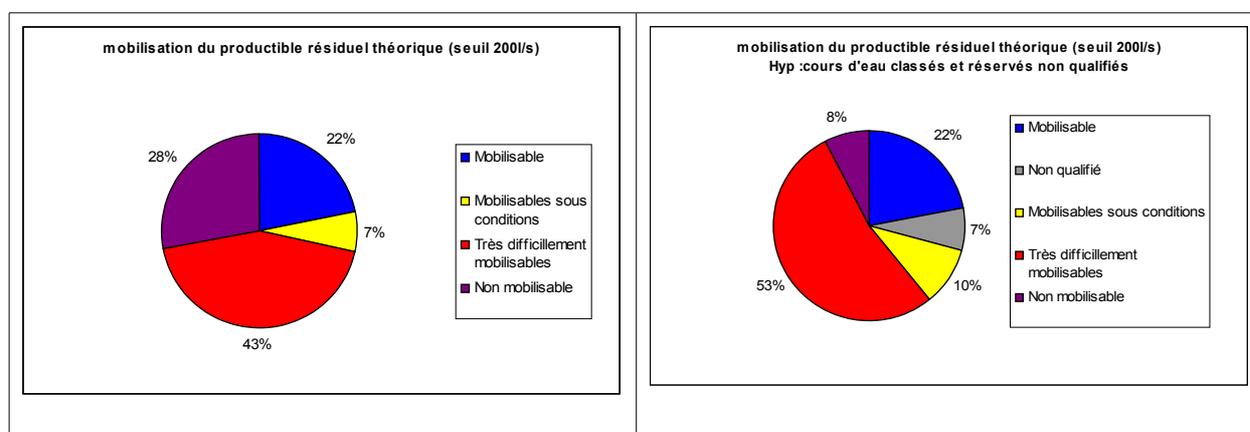


Illustration 2 : répartition du productible résiduel théorique selon que l'on qualifie ou non les cours d'eau classés et réservés.

En terme de productible, si on ne qualifie pas les cours d'eau classés et réservés.
 0,7 TWh (8%) est non mobilisable contre 2,7 TWh (28%) initialement.
 5,1 TWh (53%) est très difficilement mobilisable contre 4,1 TWh (43%) initialement.
 0,9 TWh (10%) est mobilisable sous conditions contre 0,6 TWh (7%) initialement.

Un grande partie des cours d'eau réservés sont aussi réservoirs biologiques ce qui explique une partie du report du productible non mobilisable en très difficilement mobilisable.

La non qualification des cours d'eau réservés et classés, permet d'obtenir un productible mobilisable, mobilisable sous conditions ou non qualifié de 3,7 TWh à la place des 2,7 TWh.

La suppression des classements réservés et classés, permet un gain donc théorique maximal pour le productible annuel mobilisable ou mobilisable sous conditions de **1 TWh**.

Lors des nouveaux classements en liste 1 et liste 2, à la place des cours d'eau réservés et classés on pourra espérer au mieux un gain de 0,7 TWh en mobilisable et un gain de 0,3 TWh en mobilisable sous conditions, à condition de pas classer en liste 1 et liste 2 les tronçons qui sont uniquement classés ou réservés et pas réservoirs biologiques ou coeur de parc national.

La carte en annexe I montre les tronçons qui sont non qualifiés après changement de la grille de classement. Ces tronçons se trouve sur 77 cours d'eau différents dont l'Auzon, l'Ibie, la Varèzec, la Leysse, le Duzon, l'Oignin, le torrent la Fillière, le torrent le Brevon, le torrent le Borne, le torrent l'Arrondine, le torrent la Menoge, l'Arly, le Séran, le Giffre, la Dranse de Morzine, la Mare, le Doron de Bozel, l'Arc, l'Isère.

Productible (GWh)	productible non-court circuité (GWh) (seuil 200 l/s)					
	Non mobilisable	Très difficilement mobilisable	Mobilisable sous conditions	Non qualifié	Mobilisable	TOTAL
classe						
1	390	2900	610	270	850	5000
2	270	2100	300	420	770	3900
3	56	69	25	18	440	610
Total	710	5100	930	710	2100	9500

Tableau 31 : Productible par classe et enjeux pour la région Rhône-Alpes en ne tenant pas compte des classements en cours d'eau réservés et classés.

En comparant le tableau 31 avec le tableau 21, sur les 4,5 TWh de productible annuel intéressant, 2TWh au lieu des 1,5 TWh initiaux sont en mobilisable, mobilisable sous conditions ou non qualifié.

On retiendra que sur les 9,5 TWh de productible annuel résiduel théorique, 10 % (1 TWh) est non mobilisable ou très difficilement mobilisable du seul fait des classements rivières classés et rivières réservés.

6 - Conclusion

Cette étude d'évaluation du potentiel hydroélectrique pour la région Rhône-Alpes a permis d'évaluer un ordre de grandeur du potentiel hydroélectrique théorique résiduel pour la région Rhône -Alpes, et de créer une table SIG contenant pour chaque tronçon un dénivelé, un module, une puissance et une liste d'enjeux environnementaux. Cette table pourra être mise à jour avec la connaissance des nouveaux enjeux et on pourra refaire des bilans de productible par catégorie. De plus avec des informations nouvelles (et plus fiables) en terme de tronçon court-circuité, ou de module ou de dénivelé on pourra recalculer un productible théorique actualisé.

En tenant compte des limites de la méthodologie employée, citée plus haut, on retiendra les ordres de grandeurs suivants :

Pour la région Rhône Alpes, un productible annuel théorique résiduel d'environ **9 TWh** (soit une puissance de 2 GW) sur les cours d'eau de module supérieur ou égal à 200l/s qui se répartissent selon la grille de classement en :

- 40% non mobilisable ;
- 30% difficilement mobilisable ;
- 8 % mobilisable sous conditions ;
- 22% mobilisable.

Au niveau régional on a donc environ **3 TWh** de productible annuel mobilisable ou mobilisable sous conditions. Cette répartition régionale est très variable selon les départements. L'Isère participe au tiers de ces 3TWh, la Loire, la Savoie, l'Ardèche et la Drôme participent chacune à moins de 4%.

En tenant compte des plus petits cours d'eau (seuil 30l/s), le productible théorique résiduel est d'environ **12 TWh** dont **4TWh** en mobilisable ou mobilisable sous conditions. On retiendra qu'au plus **1TWh** (en plus des 3TWh) est mobilisable ou mobilisable sous conditions pour la micro-électricité.

Le classement des cours d'eau en réservoirs biologiques est souvent évoqué comme un frein à l'aménagement de l'hydroélectricité, l'étude montre que le classement de l'enjeu « réservoirs biologiques » en « très difficilement mobilisable » implique une perte de productible théorique mobilisable ou mobilisable sous conditions d'environ **1,5 TWh** .

Les classements actuels (cours d'eau réservés et classés) représentent environ **1TWh** de productible annuel classé en « non mobilisable » ou « très difficilement mobilisable ».

Ces ordres de grandeur sont des valeurs théoriques de productible, ne tenant pas compte de la faisabilité technico-économique des projets. Ces valeurs supposent en effet que l'on turbine toute l'eau qui s'écoule, elles doivent être confrontées à la réalité des projets portés par les producteurs d'énergie hydroélectrique. Toutefois les tronçons ou les sous-secteurs mis en évidence par les cartes ou tableaux de synthèse comme ayant un productible intéressant correspondent globalement aux zones considérées comme d'intérêt énergétique par les producteurs hydroélectricité .

La mise en évidence des potentialités théoriques mobilisables des cours d'eau de la région Rhône Alpes au travers de cette étude, permet d'avoir les premiers éléments et outils pour alimenter les réflexions pour le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie de la région Rhône Alpes.

Rédigé, le

Le chargé d'Affaire

Vu et approuvé, le

Le responsable de groupe

Prénom Nom

Prénom Nom

Annexes

Annexe A- Explication de la formulation de calcul du productible

L'énergie est une énergie potentielle de pesanteur. L'eau stockée en hauteur produit de l'énergie en descendant au travers de turbines.

On suppose un rendement de 80% des turbines, c'est à dire que l'on récupère 80% de l'énergie de l'eau.

On a donc une énergie $W = 80\% * g * h * M$ avec g : accélération de la pesanteur, h la hauteur de chute et M la masse d'eau.

Or $M = r * V = r * Q_m * T$ avec $r=1000$ (kg/m³) masse volumique de l'eau, V le volume de l'eau (en m³), Q_m son débit moyen (en m³/s) et T : le temps (en s).

en prenant $G=10$ N/kg, la puissance (=énergie par unité de temps) et donc

$P=W/T = 80\% * 10 * 1000 * Q_m * h = 8000 * Q_m * h$ (avec P en W, H en m et Q_m en m³/s).

soit $P = 8 Q_m h$ avec P en kW

Le temps de fonctionnement des installations hydroélectriques dépend de leur type : (« Lacs », « éclusées » ou « au fil de l'eau »). Les centrales « au fil de l'eau » comme celles de l'aCNR sur le Rhône ont un temps de fonctionnement d'environ 6000 h, les « lacs » ont par contre un temps de fonctionnement d'environ 3500h.

La valeur moyenne (Ratio RTE) est un temps de fonctionnement d'environ 4700 heures de puissance maximale.

Soit un productible en kWh : $E = 4700 * P$

Annexe B- Descriptif de la table SIG

Voici le descriptif des Champs de la table SIG.TAB

Id_BDCARTHAGE_2 :

numéro d'identification à 9 chiffres selon l'identification de la Bdcarthage

**Numéro_Superposition_2 ; Etat_2 ; Largeur_2 ; Nature_2 ; Navigabilité_2 ; Gabarit_2 ;
Position_Sol_2 ; Sens_2 ; Id_BDCARTHAGE_Noed_Initi_2 ;
Id_BDCARTHAGE_Noed_Final_2 ; Code_Hydrographique_2 ;
Sous_Milieu_2 ; Toponyme1_2 ; Toponyme2_2 ; Candidat1_2 ; Candidat2_2 ;
FPKH_2 ; TPKH_2 ; Code_Entité_Surfacique_2 ; Code_Hydrographique_Cours_2 ;**
informations issues de la Bdcarthage.

parc_national_coeur :

valeur 1 : si le tronçon se trouve dans le Cœur d'un parc national
valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans un Cœur d'un parc national

parc_national_zoneA :

valeur 1 : si le tronçon se trouve dans la Zone d'adhésion d'un parc national
valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans une Zone d'adhésion d'un parc national

reserve_naturelle_reg_et_nat :

valeur 1 : si le tronçon se trouve dans une réserve naturelle (nationale ou régionale)
valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans une réserve naturelle

sites_inscrits :

valeur 1 : si le tronçon se trouve dans un site inscrit
valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans un site classé

natura2000_habitat :

valeur 1 : si le tronçon se trouve dans une zone Natura 2000 (directive habitat)
valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans une zone Natura 2000 (directive habitat)

arrete_pref_biotope :

valeur 1 : si le tronçon se trouve dans une zone de protection du biotope par arrêté préfectoral
valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans une zone de protection du biotope par arrêté préfectoral

Ramsar :

valeur 1 : si le tronçon se trouve dans une zone humides d'importance internationale
valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans une zone humides d'importance internationale

parc_naturel_regional :

.valeur 1 : si le tronçon se trouve dans un Parc Naturel Régional

.valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans un Parc Naturel Régional

ZAP_anguille_RMC :

.valeur 1 : si le tronçon est une Zone d'Action Prioritaire Anguille dans le bassin RMC

.valeur 0 : si le tronçon n'est pas une Zone d'Action Prioritaire Anguille dans le bassin RMC

ZAP_alose_RMC :

.valeur 1 : si le tronçon est une Zone d'Action pour l'Alose dans le bassin RMC

.valeur 0 : si le tronçon n'est pas une Zone d'Action pour l'Alose dans le bassin RMC

ZAP_lamproie_RMC :

.valeur 1 : si le tronçon est une Zone d'Action pour la lamproie Alose dans le bassin RMC

.valeur 0 : si le tronçon n'est pas une Zone d'Action pour la lamproie Alose dans le bassin RMC

Rq : en Rhône-Alpes sur la partie RMC, tous les tronçons ont la valeur 0 : pas de zone d'action Lamproie.

ZP_gdmig_LB :

.valeur 1 : si le tronçon se situe sur un axe à enjeux grands migrateurs pour le bassin LB

.valeur 0 : si le tronçon n'est pas sur un axe à enjeux grands migrateurs pour le bassin LB

reservoir_bio :

.valeur 1 : si le tronçon se situe sur une masse d'eau définies comme réservoir biologique

.valeur 1 : si le tronçon n'est pas sur une masse d'eau mais est en amont d'une masse d'eau classée comme réservoir biologique.

.valeur 0 : si le tronçon se situe sur une masse d'eau non classés comme réservoir biologique

.valeur 0 : si si le tronçon n'est pas sur un masse d'eau et n'est pas en amont d'une masse d'eau classée comme réservoir biologique.

SAGE_interdisant_installation :

.valeur 1 : si le tronçon se situe sur une zone où un SAGE interdit l'installation de tout nouvel aménagement hydroélectrique.

.valeur 0 : sinon

RQ : en Rhône Alpes sont concernés (valeur 1) les bassins de la Gresse et la Bonne (SAGE Drac-Romanche)

SAGE_permettant_installation_su :

.valeur 1 : si le tronçon se situe sur un zone où un SAGE interdit la construction de nouveaux ouvrages, mais permet l'équipement hydroélectrique des ouvrages de génie-civil existant

.valeur 0 : sinon

RQ : en Rhône Alpes sont concernés (valeur 1) les bassins de l'Ebron (SAGE Drac-Romanche)

reserve_biological :

valeur 1 : si le tronçon se situe dans une réserve biologique forestière

valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans une réserve biologique forestière

foret_de_protection :

valeur 1 : si le tronçon se situe dans une forêt de protection

valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans une forêt de protection

reseau_mesure_ref :

valeur 1 : si, sur le tronçon, se trouve (ou se trouvera) une station du réseau de mesure de référence pour l'objectif de bon état écologique

valeur 0 : sinon

loi_16_10_1919_art2 :

valeur 1 : si le tronçon se situe sur une rivière réservée (article 2 de la loi 16/10/1919)

valeur 0 : si le tronçon n'est pas sur une rivière réservée (article 2 de la loi 16/10/1919)

code_L432_6 :

valeur 1 : si le tronçon se situe sur un cours d'eau classé (article L432-6 du CE)

valeur 0 : si le tronçon n'est pas sur un cours d'eau classé (article L432-6 du CE)

Zones_humides_inventaires_locau :

valeur 1 : si le tronçon se situe dans une zone humide

valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans une zone humide

RQ : valeurs non renseignées dans la table. Valeurs 0

tres_bon_etat_ecologique :

valeur 1 : si le tronçon se situe sur un cours d'eau en très bon état écologique, et ne faisant pas partie du réseau de mesure de référence.

valeur 0 : sinon

RQ : valeurs non renseignées dans la table. Valeurs 0

Pdm_sdage_morphodynamique :

valeur 1 : si sur le tronçon se situe dans le programme de mesure du SDAGE concernant la restauration de la morphodynamique, la continuité sédimentaire et écologique. Référence.

valeur 0 : sinon

RQ : valeurs non renseignées dans la table. Valeurs 0

liste1 :

valeur 1 : si le tronçon est dans la liste 1

valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans la liste 1

RQ : valeurs non renseignées dans la table. Valeurs 0 . A renseigner quand les classements liste 1 et liste 2 seront validés.

Liste2 :

valeur 1 : si le tronçon est dans la liste 2

valeur 0 : si le tronçon n'est pas dans la liste 2

RQ : valeurs non renseignées dans la table. Valeurs 0 . A renseigner quand les classements liste 1 et liste 2 seront validés.

autre1, autre2, autre3 : :

Champs prévus pour utiliser éventuellement 3 autres enjeux (ils sont utilisés comme les autres enjeux avec l'outil enviroF3.mbx pour la mise à jour de **cat_pot** selon une grille de classement)

cat_pot

valeurs de catégorie de potentiel (selon la grille de classement)

valeur 1 : potentiel non mobilisable sur le tronçon

valeur 2 : potentiel très difficilement mobilisable sur le tronçon

valeur 3 : potentiel mobilisable sous conditions sur le tronçon

.valeur 4 : potentiel non qualifié sur le tronçon

.valeur 5 : potentiel mobilisable sur le tronçon

hors_zap_pres_anguille :

valeur 1 : si présence d'anguille sur le tronçon mais ne fait pas partie de la ZAP anguille.

valeur 0 : sinon

RQ : champ non utilisé pour le calcul de la catégorie de potentiel, juste là à titre d'information

at_categorie_pot_1 et at_categorie_pot_2 :

Champs utilitaires servant lors du calcul automatique de **cat_pot** avec l'outil enviroF3.mbx. Pas de signification.

Court-circuitEUR :

valeur 1 : si le tronçon est considéré comme court-circuiteur

valeur 0 : sinon

RQ : On a enlevé les tronçons court-circuiteurs de la base, donc valeur 0 pour tous les tronçons.

canaux_doubleurs :

valeur 1 : si le tronçon est considéré comme un canal qui « double » le cours d'eau naturel.

Valeur 0 : sinon

longueur :

longueur du tronçon en mètre

DH_m :

dénivelée du tronçon en mètre

Q_l_s

Module en litre par seconde

court_circuité :

valeur 1 : si le tronçon est considéré comme court-circuité

valeur 0 : si le tronçon n'est pas court-circuité

puissance :

puissance en kW du tronçon ($= 8 * DH_m * Q_l_s / 1000$)

puissancelinéaire :

puissance linéaire du tronçon en kW/m linéaire (=puissance / longueur)

(valeur utilisée pour les classes de productible 1,2 ou 3)

Annexe C- Descriptif des outils enviroF3.mbx et potentielF3.mbx

Annexe D- Cartes des tronçons court-circuité

D1 : Tronçons COURT CIRCUITES selon les exploitants

D2 : Tronçons COURT CIRCUITES synthèse

Annexe E- Cartes des Enjeux Environnementaux

- E1 : Parcs Nationaux : cœur de Parc
- E2 : Parcs Nationaux : Zone d'adhésion
- E3 : Réserves Naturelles Nationales
- E4 : Sites inscrits
- E5 : Sites classés
- E6 : Réseau Natura 2000 (directive Habitat)
- E7 : Arrêtés préfectoraux de protection du biotope
- E8 : Parcs Naturels Régionaux
- E9 : Zone d'Action Prioritaire grands migrateurs
- E10 : Réservoirs biologiques
- E11 : Réserves biologiques
- E12 : Forêt de protection
- E13 : Réseau de mesure de référence
- E14 : Zone humides (RAMSAR)
- E15 : SAGE interdisant tout nouvel aménagement
- E16 : SAGE interdisant tout nouvel ouvrage mais permettant d'équiper les ouvrages existants non hydroélectriques
- E17 : Cours d'eau réservés : Classement selon loi du 16/10/1919
- E18 : Cours d'eau classés : Classement selon l'article L432-6 du Code de l'Environnement

Annexe F- Bilan des des Enjeux Environnementaux

F1 : Catégorisation des tronçons selon la grille de classement des enjeux sans les tronçons court-circuités.

F2 : Catégorisation des tronçons selon la grille de classement avec les tronçons court-circuités.

Annexe G- Cartes des données croisés Productible/Enjeux par départements

G1 : Potentiel Hydroélectrique/ classes d'enjeux pour l'AIN

G2 : Potentiel Hydroélectrique/ classes d'enjeux pour l'ARDECHE

G3 : Potentiel Hydroélectrique/ classes d'enjeux pour la DROME

G4 : Potentiel Hydroélectrique/ classes d'enjeux pour l'ISERE

G5 : Potentiel Hydroélectrique/ classes d'enjeux pour la LOIRE

G6 : Potentiel Hydroélectrique/ classes d'enjeux pour le RHONE

G7 : Potentiel Hydroélectrique/ classes d'enjeux pour la SAVOIE

G8 : Potentiel Hydroélectrique/ classes d'enjeux pour la HAUTE-SAVOIE

Annexe H- Bilan des des Enjeux Environnementaux avec la grille modifiée

H1 : Catégorisation des tronçons en ne tenant pas compte des cours d'eau réservés et classés (non qualifié) sans les tronçons court-circuités.

H2 : Catégorisation des tronçons en ne tenant pas compte des cours d'eau réservés et classés (non qualifié) avec les tronçons court-circuités.

Annexe I- Carte Bilan régional

I1 : Évaluation du productible résiduel théorique hydroélectrique par sous secteurs

I2 : Évaluation de la Puissance résiduelle théorique hydroélectrique par sous secteurs

Annexe J- Tableau productible théorique annuel (seuil 200l/s) par catégorie et par sous-secteurs

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent pour l'avenir

Centre d'Études Techniques de Lyon
25 avenue François Mitterrand
Case n°1
69674 BRON cedex
Tél. : 04 72 14 30 30
Fax : 04 72 14 30 35
CETE-Lyon@developpement-durable.gouv.fr

Département Laboratoire de Clermont-Ferrand
8-10, rue Bernard Palissy
63017 Clermont-Ferrand Cedex
Tél. : 04 73 42 10 10
Fax : 04 73 42 10 01
LRC.CETE-Lyon@developpement-durable.gouv.fr

www.cete-lyon.developpement-durable.gouv.fr