

ANNEXE à l'arrêté définissant les dérogations aux objectifs de qualité du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Adour-Garonne en application du VII de l'article L. 212-1 du code de l'environnement

Projet de station de transfert d'énergie par pompage de Redenat

Éléments descriptifs et justificatifs de la dérogation aux objectifs de qualité du SDAGE du projet de la Station de transfert d'énergie par pompage (STEP) de Redenat

I- OBJECTIFS DU RAPPORT

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) demande notamment d'atteindre le bon état des eaux en 2015 et impose un objectif de non détérioration de l'état des masses d'eau. Elle prévoit toutefois des mécanismes de dérogation ou d'adaptation de ces objectifs (art 4.7).

Cette dérogation permet à un projet dégradant une masse d'eau, dans les conditions précisées ci-dessous, d'être autorisé, dès lors qu'il répond :

- à un intérêt général majeur ,
et/ou

- que les bénéfices escomptés par le projet en matière de santé humaine, de maintien de la sécurité pour les personnes ou de développement durable l'emportent sur les bénéfices pour l'environnement et la société qui sont liés à la réalisation des objectifs de la DCE.

Cette dérogation est une condition nécessaire mais elle ne se substitue pas à la procédure d'autorisation qui devra ultérieurement être sollicitée par le pétitionnaire.

Le présent rapport traite de la justification de la dérogation aux objectifs de qualité du SDAGE du projet de la Station de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP) de Redenat.

II- ELEMENTS DESCRIPTIFS ET JUSTIFICATIFS DE LA DEROGATION AUX OBJECTIFS DE QUALITE DU SDAGE DU PROJET DE LA STATION DE TRANSFERT D'ENERGIE PAR POMPAGE (STEP) DE REDENAT

II.1 LOCALISATION

Le projet est situé dans le département de la Corrèze, en rive gauche de la Dordogne sur le bassin versant du ruisseau de la cascade.

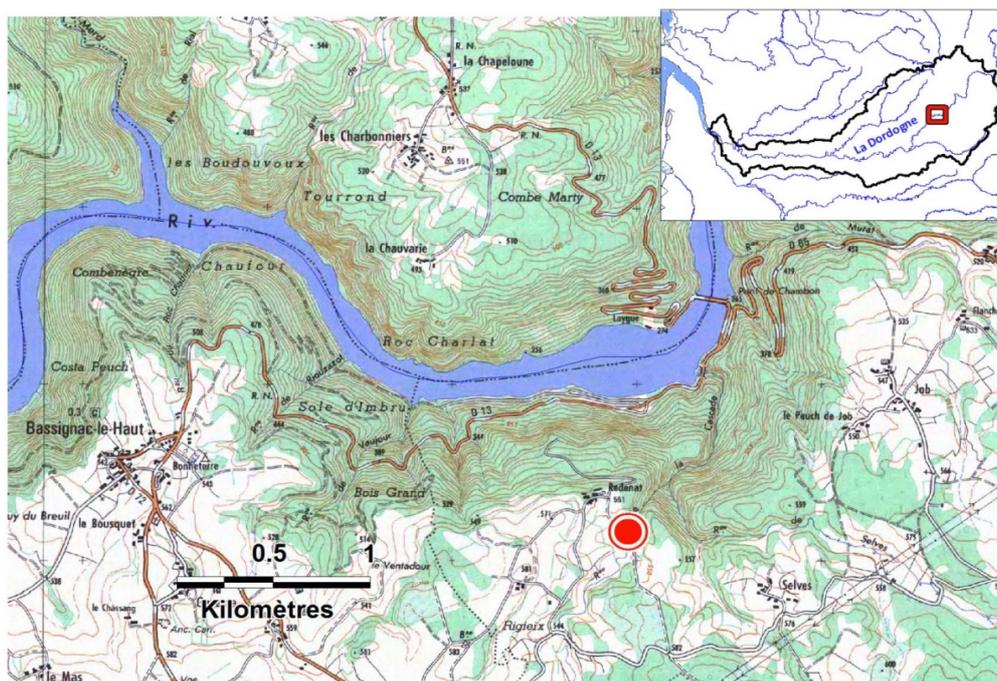


Figure 1 - Emplacement du projet



Figure 2 - Emplacement du projet projection Géoportail 2015 (IGN)

II.2 DESCRIPTION DU PROJET

Le projet consiste en une installation de transfert d'énergie par pompage (STEP) entre la retenue de Chastang sur la Dordogne et un réservoir artificiel à réaliser sur le plateau en rive gauche implanté sur le ruisseau de la Cascade. Il s'agit d'un petit affluent rive gauche de la Dordogne qui se jette dans le lac du Chastang, en aval du pont du Chambon.

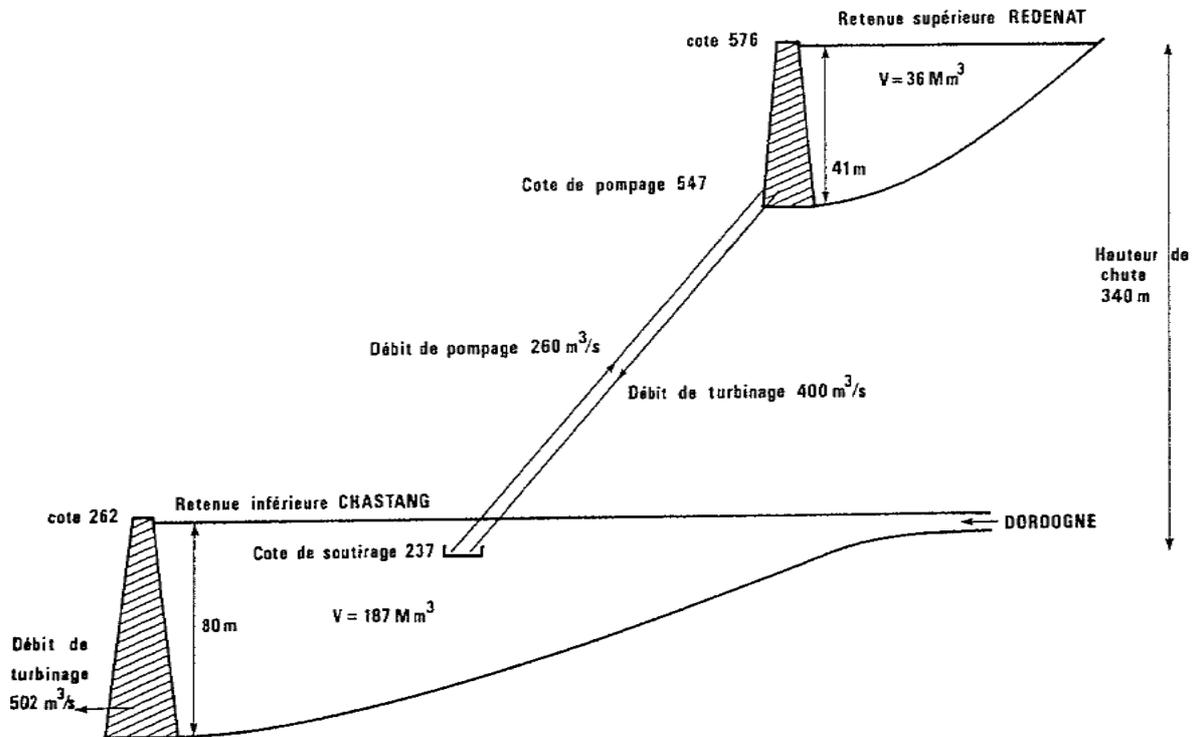


Figure 3 - Schéma de principe du projet de Redenat

La technologie est celle des stations de transfert d'énergie par pompage (STEP). Ce système est lié à l'énergie hydraulique et donc aux barrages. À la différence d'un barrage classique, il est basé sur l'exploitation de deux retenues d'eau à des hauteurs différentes.

Le principe d'une STEP est :

- de stocker de l'énergie dans la retenue supérieure quand la demande (consommation des usagers) est faible sur le réseau ou la production importante (notamment la production fatale issue de l'éolien ou du solaire), en pompant l'eau à partir de la retenue inférieure ;
- d'utiliser cette énergie stockée au moment des pointes de consommation ou des creux de production en turbinant cette eau dans la retenue inférieure.

La demande d'électricité est souvent plus faible la nuit que le jour et le week-end que les jours de semaine.

Sur l'aménagement de Redenat, les principaux ouvrages sont :

- une usine d'une puissance d'environ 1 200 MW ;
- des galeries souterraines permettant le transfert d'eau entre les deux bassins ;
- un bassin supérieur d'un volume d'environ 40 millions de m³ et 360 ha de surface, constitué par la fermeture du thalweg du ruisseau dit "de la cascade" par un barrage d'environ 50 m de haut et 850 m de long.

Le réservoir inférieur sera, quant à lui, constitué par la retenue existante créée par le barrage de Chastang.

Administrativement, la construction et l'exploitation des aménagements hydroélectriques de Chastang ont été concédés par l'État à EDF pour la période 1952-2032 par décret ministériel du 09 avril 1952. Le décret du 10 août 1982, portant avenant à la concession hydroélectrique de la chute de Chastang, prévoit la STEP de Redenat en l'intégrant au périmètre de la concession et en précisant les principales caractéristiques des ouvrages à créer.

II.3 PORTEUR DU PROJET

Le projet doit s'inscrire dans une concession d'Etat.

II.4 COÛT ESTIMATIF

D'après les premières études, l'investissement serait de l'ordre de 1 milliard d'euros.

II.5 PLANNING PRÉVISIONNEL / ÉCHÉANCES

Le calendrier de réalisation de ce projet n'est pas encore arrêté. La durée des travaux pourrait s'étaler sur une durée comprise entre 5 et 6 ans. La phase d'exploitation durera depuis la mise en service jusqu'au terme de la concession, dont la durée est déterminée dans le cahier des charges liant l'État et son concessionnaire (pour les derniers titres de concession : environ 40 ans). Le cas échéant, elle pourra être renouvelée.

II.6 NATURE DE L'IMPACT PRÉVISIONNEL DU PROJET

Le projet fera évoluer les pressions sur l'environnement et risque de provoquer une dégradation de certains paramètres d'état des masses d'eau impactées.

Les éléments d'impacts potentiels sur l'environnement sont :

1. **Les impacts certains d'un ouvrage de stockage de 360 ha environ avec un marnage conséquent et surtout très fréquent.**

La création d'un barrage de cette ampleur au niveau de ce ruisseau aura nécessairement des conséquences écologiques majeures sur l'hydraulicité, l'hydromorphologie, la faune et la flore. Le ruisseau de la Cascade sur lequel serait installé le réservoir supérieur, est classé réservoir biologique. Les principaux impacts attendus sont :

- l'envoi des deux tiers du cours amont sous le réservoir supérieur ;
- la rupture de la continuité écologique de ce cours d'eau ; Le secteur en aval du barrage, très pentu (18%) sera de fait isolé du bassin supérieur du ruisseau de la Cascade abritant des frayères pour les truites, mais restera ouvert sur la retenue de Chastang. Le réseau hydrographique résiduel en amont sera lui isolé de l'aval.
- la modification du régime des eaux du ruisseau de la Cascade entre le plan d'eau supérieur et le réservoir de Chastang.
- Le fonctionnement hydrologique du bassin supérieur sera très artificiel avec des marnages pouvant atteindre 25 m et un taux de renouvellement hebdomadaire. Les vitesses de marnage pourront atteindre 1,3 m/heure au remplissage et -1,7 m/heure en vidange. Cette instabilité n'interdit pas une colonisation par la faune ou la flore depuis le plan d'eau du Chastang mais elle ne permettra pas l'établissement d'un écosystème complexe. Pour l'ensemble de ces raisons, et conformément aux règles habituelles, le futur réservoir ne sera pas considéré comme une masse d'eau et aucun objectif environnemental ne lui sera fixé au titre de la DCE.

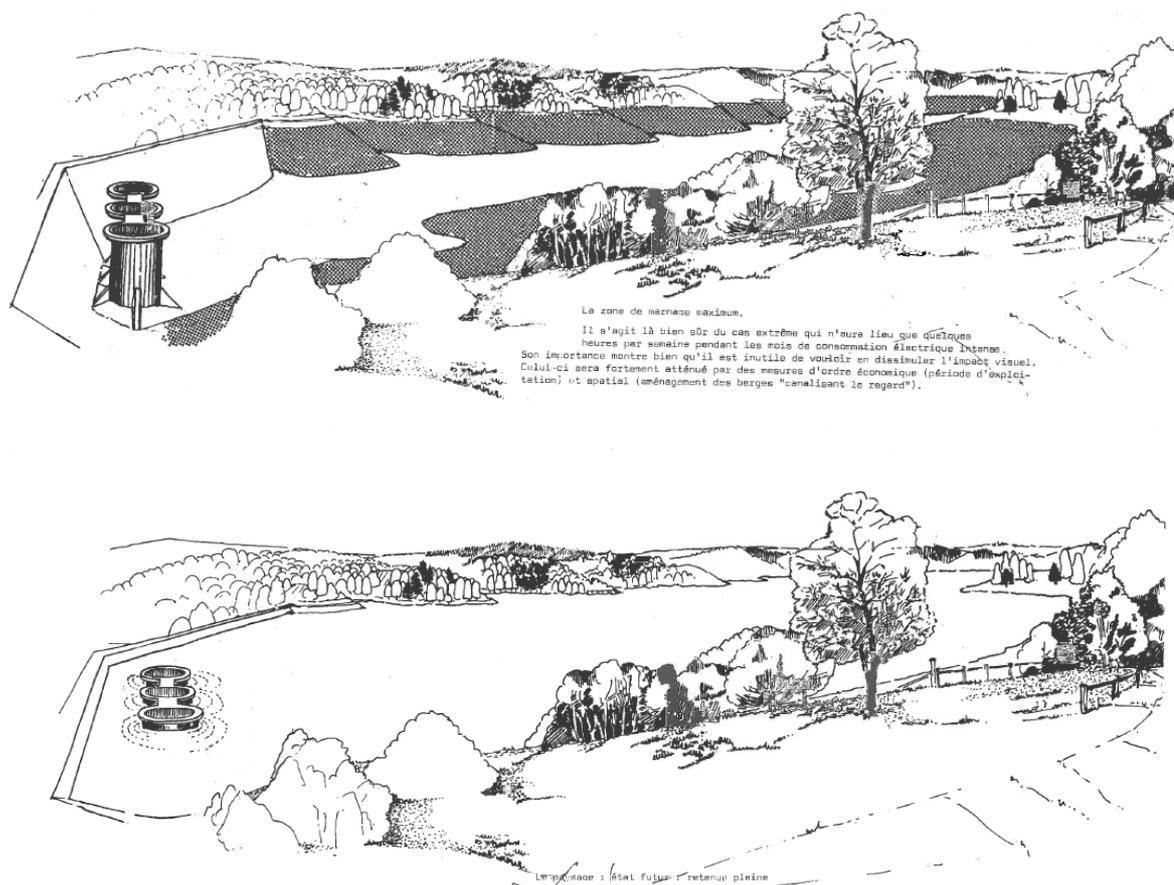


Figure 4 - Esquisses : retenue à marnage maximal et retenue pleine.
Source : étude d'impact 1981

- 2. Des impacts potentiels sur la retenue de Chastang** (187 millions de m³, 31 km de long, 706 ha) sur la Dordogne. Le volume de la retenue de Redenat représente 20% du volume de celle de Chastang. Les incidences seront liées aux futures modalités de gestion du plan d'eau (marnage et modification des temps de résidence) qui seront étudiées en détail dans le cadre du projet. Les effets sur l'état des eaux pourraient s'exprimer vis-à-vis de l'équilibre thermique et physicochimique (réduction potentielle de la stratification thermique et chimique) selon le niveau de brassage et de renouvellement des eaux induit par le

fonctionnement de la STEP de Redenat. Les effets sur le fonctionnement biologique de la retenue pourraient venir de l'augmentation du marnage avec des modifications potentielles sur la chaîne trophique (effets sur le développement du phyto et zooplancton, les organismes benthiques...) et des impacts accrus sur la reproduction de la faune piscicole. Néanmoins ces effets sont préexistants au projet de STEP. C'est donc l'intensité des impacts qui risque d'être aggravée par le projet.

3. **Des impacts potentiels en aval du barrage de Chastang** sur la retenue d'Argentat et en aval sur la Dordogne, beaucoup plus petite en volume. Les évolutions du régime des eaux restituées par l'usine de Chastang pourraient être influencées par la présence de la STEP :
- Une modification potentielle du régime d'écluse de l'usine de Chastang avec des incidences potentielles sur les milieux aquatiques en aval dont les frayères. L'aménagement d'Argentat a pour fonction de démoduler (en les turbinant) les éclusées énergétiques de la centrale située à son amont (Chastang). Compte tenu de la faible capacité de la retenue du Sablier, cette démodulation reste partielle. Ces pressions hydromorphologiques sont donc préexistantes au projet de Redenat ;
 - Des impacts à vérifier sur la mobilisation des sédiments de la retenue de Chastang. Les sédiments de la retenue de Chastang sont assez chargés en matières organiques et phosphore. Une accumulation de micro-polluants est notée, principalement pour l'arsenic et le nickel. La faune invertébrée des sédiments est peu abondante, peu diversifiée et ne comporte pas d'espèce polluo-sensible ce qui peut s'expliquer par les teneurs importantes en matières organiques (source DFC Chastang) ;
 - Des impacts potentiels sur la Dordogne en aval d'Argentat. Le principal risque est celui d'une modification significative du régime thermique de la Dordogne qui conduirait à de nouveaux réajustements de l'écosystème. La qualité des eaux de la Dordogne est bonne mais présente des particularités thermiques, les eaux restant froides toute l'année en aval d'Argentat et ne se réchauffant qu'après un parcours d'une centaine de kilomètres. Les modifications de la thermie sont imputables à l'ensemble de la chaîne hydroélectrique Dordogne (et principalement aux aménagements de l'Aigle et de Chastang). Elles participent à des modifications des structures des peuplements piscicoles (et probablement macro-invertébrés). Ces modifications concernent principalement le linéaire entre Argentat et Beaulieu : il y a dominance des espèces aimant les eaux froides et courantes au détriment de celles plus eurythermes et limnophiles. L'incidence de l'aménagement d'Argentat sur ce phénomène n'est que faible en raison de la faible capacité de sa retenue. Du point de vue piscicole, 27 espèces sont recensées dont des grands migrateurs amphihalins comme le saumon, la lamproie marine, l'anguille, etc. Le saumon atlantique, espèce emblématique de cette richesse se reproduit dans le cours d'eau.
 - Des impacts potentiels sur le site Natura 2000 Vallée de la Dordogne sur l'ensemble de son cours et ses affluents.

En résumé, la nature des pressions exercées sur les masses d'eau dépendent de chaque masse d'eau. Sur le site d'implantation du projet, la transformation radicale du milieu est certaine. Sur les masses d'eau en aval, lac et rivière, l'intensité des pressions déterminera le risque de modification des conditions thermiques, physico-chimiques et de l'évolution trophique du plan d'eau de Chastang. Ces conditions dépendront des modalités de gestion de ce projet et de ses interactions avec la gestion de la chaîne Dordogne.

II.7 MASSES D'EAU IMPACTÉES

Les masses d'eau impactées ou potentiellement impactées sont les suivantes :

Nom de la masse d'eau	Ruisseau de la Cascade	Retenue du Chastang	Retenue d'Argentat	La Dordogne du barrage d'Argentat au confluent de la Cère
Identifiant	FRFRL30_4	FRFL30	FRFL3	FRFR348
Type de masse d'eau	Naturelle (Ruisseau)	MEFM (Lac)	MEFM (Lac)	Naturelle (Rivière)
État Chimique (SDAGE 2016/2021)	Non classé (NC)	Non classé (NC)	Bon état mesuré	Bon état mesuré
État Écologique (SDAGE 2016/2021)	Bon état (modélisé)	Non classé (NC)	Bon Potentiel	Etat moyen mesuré
Objectif avant-projet	Bon état	Bon potentiel	Bon potentiel	Bon état
Découpage de la masse d'eau après projet	Découpage - Une masse d'eau afin de ne pas inclure dans la masse d'eau le secteur ennoyé par le plan d'eau	Non	Non	Non
Objectif après projet	Objectif moins strict (= objectif de bon état écologique excepté sur certains paramètres) et objectif de bon état chimique	Pas de changement	Pas de changement	Objectif moins strict objectif de bon état écologique excepté sur certains paramètres (cf objectifs moins stricts) et objectif de bon état chimique

II.8 MESURES POUVANT ÊTRE PRISES POUR ATTÉNUER L'INCIDENCE DU PROJET

Le système fonctionnera à partir des aménagements déjà existants, en utilisant les eaux stockées dans la retenue du Chastang et du bassin supérieur à créer.

Pour les milieux aquatiques il s'agira d'examiner les possibilités de diminuer les pressions et réduire la vulnérabilité du milieu. Plusieurs pistes pourraient être approfondies :

Pour les mesures d'atténuation des impacts directs :

- La définition d'un régime de débit réservé pour le ruisseau de la Cascade ;
- Des aménagements de frayères adaptées dans les retenues du Chastang et du Sablier pour favoriser la reproduction des espèces présentes ;
- Une prise en compte de l'effet de l'aménagement sur la thermique et sur la qualité chimique des eaux de la Dordogne en aval d'Argentat. Il s'agira de conserver des spécificités du régime thermique de la Dordogne en lien avec la grande hydroélectricité.

D'autres mesures d'atténuation consisteraient en l'adaptation des modalités de gestion de la chaîne hydroélectrique en faveur de l'environnement aquatique en aval :

- La prolongation de la convention « éclusées » signée en 2008 entre EDF, l'Etat, l'Agence de l'Eau Adour Garonne et EPIDOR et son ajustement aux nouvelles conditions issues de la présence de Redenat. Cette convention constitue un cadre de gouvernance favorable à la réduction des impacts des éclusées.
- Une contribution pour des aménagements de compensation sur la rivière Dordogne ou sur des affluents.

Par ailleurs, des mesures en faveur de l'activité agricole, du tourisme et des loisirs, des infrastructures routières, des paysages, de repeuplement piscicole ainsi que la mise en place d'un programme de surveillance écologique du site sont envisagées.

II.9 OBJECTIF DU PROJET¹

L'intégration d'une plus grande part d'Énergies Renouvelables (EnR) dans le mix énergétique de la France rencontre un large accord dans notre pays. Par ailleurs, l'impératif de diminuer drastiquement les émissions de gaz à effet de serre - tout particulièrement de CO₂ - afin de contenir les effets du changement climatique dans des limites gérables compte désormais au rang des préoccupations prioritaires d'une majorité de nos concitoyens.

L'objectif d'une division par 4 de nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050, rappelé dans la loi, est aujourd'hui considéré comme réaliste.

Pour réussir l'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique français, il faut tenir compte du caractère intermittent de la production de certaines d'entre elles.

Plusieurs approches peuvent y contribuer :

- L'amélioration de l'efficacité énergétique ;
- Le renforcement des réseaux ;
- La rationalisation des modes de consommation permise par l'essor des réseaux électriques intelligents, les *smart grids*.

Le stockage de l'énergie électrique à travers des aménagements tels que la STEP de Redenat fait également partie de ces approches. Il s'agit d'éviter de perdre de l'électricité produite quand la production est supérieure à la demande. À l'inverse, il s'agit d'assurer la permanence de l'alimentation quand la demande est forte alors qu'une partie des équipements solaires ou éoliens ne produit pas.

Le photovoltaïque impacte principalement les besoins de flexibilité horaire et journalier. À titre d'illustration, le solaire photovoltaïque atteint son maximum de production autour de 12h00 alors que la pointe du soir prend place entre 18h00 et 20h00. Au-dessus d'un point d'inflexion situé entre 20 et 30 GW (chiffre qu'il est envisagé d'atteindre en 2030 dans le scénario « nouveau mix » de RTE), tout GW de photovoltaïque supplémentaire augmente le besoin de flexibilité. À partir de 45 GW, ces besoins augmentent quasi-linéairement avec la capacité photovoltaïque installée. Pour ce qui le concerne, l'éolien impacte principalement le besoin de flexibilité hebdomadaire.

Le stockage d'électricité est fortement encouragé par la loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

Le stockage a ainsi pour objectifs de :

- Rationaliser l'utilisation des productions intermittentes ;
- Lisser l'équilibre demande/production et ainsi de contribuer à la stabilité du réseau électrique ;
- Éviter les émissions de CO₂ en réduisant le recours à des moyens de production thermique

¹ Une grande partie des arguments présentés sont extraits du rapport du Conseil économique, social et environnemental LE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, UNE DIMENSION INCONTOURNABLE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE juin 2015

- pour assurer la pointe de consommation ;
- Assurer une fiabilité forte aux moyens renouvelables qui fonctionnent hors réseau ;
- Conférer aux énergies renouvelables une place plus importante dans le mix électrique.

II.10 SOLUTIONS ALTERNATIVES

II.10.1- Alternatives géographiques

La France dispose de 6 stations de transfert par pompage (STEP) pour 4,3 GW de puissance, produisant entre 6 et 7 TWh chaque année. Leur potentiel d'extension semble faible pour la France. Des sites d'ampleur moindre existent, notamment par du suréquipement d'ouvrages hydroélectriques existants, mais la STEP de Redenat serait probablement le plus important projet de France. Il est également possible de développer des STEP en bord de mer. La retenue supérieure est alors située au sommet d'une falaise, ou créée par une digue. Aucun site n'est identifié à ce jour en France.

Le site de Redenat est particulièrement adapté à la création d'une STEP principalement pour les raisons suivantes :

- L'existence du réservoir inférieur, Chastang, de volume adapté (116 Mm³) permettant un fonctionnement sur un cycle hebdomadaire. Il n'y a donc qu'un seul réservoir à construire. Associée au volume d'eau disponible, la hauteur de chute (supérieure à 300 mètres) permet la mobilisation d'une puissance unitaire significative des groupes de production avec un débit optimisé, facteur de compétitivité du coût de production.
- La topographie des lieux, et plus particulièrement la courte distance entre les réservoirs supérieur et inférieur (moins de 1 km) rapportée à la hauteur de chute, est un gage de compétitivité du coût et de bonnes performances de l'aménagement (limitation des longueurs des galeries et conduites, optimisation du rendement énergétique par la limitation des pertes par frottement dans les adductions).
- Le raccordement à une ligne de transport d'électricité 400 kV est très proche, ce qui limitera la création d'infrastructures pour évacuer l'énergie. Cette « autoroute » de l'énergie, sur un axe Nord- Sud, constitue le lien le plus direct entre les zones de vent complémentaires du nord et du sud de la France et est un lien essentiel pour les échanges européens, notamment avec l'Espagne, et bénéficiera de ce renforcement des moyens de stockage.
- Enfin, ce site est identifié et connu de longue date. Il a donc bénéficié de reconnaissances et études approfondies nécessaires pour une maîtrise raisonnable du risque de réalisation.

Quatre (La Coche, Grand-Maison, Le Cheylas et Super-Bissorte) des six STEP de forte puissance en France sont situées dans les Alpes. La majorité des centrales hydroélectriques à réserve importante sont également situées dans les Alpes. De ce fait, il est recherché en priorité un accroissement de la flexibilité hydraulique dans les autres massifs (Pyrénées et Massif Central) :

- Les sites pyrénéens sont handicapés par leur éloignement du réseau 400 kV ;
- Dans le Massif Central, les deux principales vallées sont la Truyère et la Dordogne. Les principales centrales de ces deux vallées sont proches du réseau 400kV existant.

La seule STEP existante dans le Massif Central est celle de Montézic, dans la vallée de la Truyère. Ce site a été choisi du fait de ses très bonnes caractéristiques topographiques et géologiques : hauteur de chute 407 m ; volume de 30 Mm³ ; distance entre les réservoirs 1 km. Ces caractéristiques sont nettement plus favorables que celles des autres sites de la vallée, y compris avec les deux réservoirs existants, comme, par exemple, une STEP entre les retenues de Maury et Couesque (hauteur de chute 290 m ; volume 30 Mm³ ; distance 6 km).

La vallée de la Dordogne offre trois possibilités de réalisation d'une STEP de puissance importante avec une souplesse de fonctionnement hebdomadaire (quelques centaines de mètres de chute, quelques dizaines de Mm³ stockés) :

- Deux STEP utiliseraient chacune une paire de réservoirs existants :
 - STEP entre les retenues de Marcillac sur le Doustre et Chastang : hauteur de chute de 230 m ; volume de 30 Mm³ ; distance de 5 km.
 - STEP entre les retenues de Neuvic sur la Triouzoune et l'Aigle : hauteur de chute de 260 m ; volume de 20 Mm³ ; distance de 5 km.
- Le projet de Redenat est la troisième possibilité. Pour mémoire, ses caractéristiques sont : hauteur de chute : 310 m ; volume de 40 Mm³ ; distance de 1 km.

Les deux premiers sites constituent des alternatives intéressantes en termes d'impact sur les masses d'eau, car elles sont basées sur des réservoirs déjà existants. À ce titre, ces deux projets n'entraîneraient pas d'impact sur une masse d'eau ou sur la qualité d'une masse d'eau non impactée à ce jour. Pour autant, la création de STEP sur ces deux sites modifierait le cycle et/ou l'amplitude de marnage actuel des retenues de Marcillac ou Neuvic et perturberait les usages touristiques qui se sont largement développés autour de ces deux retenues.

Le surcoût de creusement d'adductions beaucoup plus longues (5 km au lieu de 1 km) et d'un diamètre plus élevé (car à puissance égale, le débit est plus élevé quand la chute est plus faible) est très supérieur à l'économie réalisée en n'ayant pas à construire le barrage du réservoir supérieur. Globalement, en fonction de la nature des terrains, le prix de revient au kW des 2 alternatives identifiées devrait excéder de 30 à 50 % celui de Redenat.

Un incrément de dépense de plusieurs centaines de millions d'euros serait un coût disproportionné pour éviter l'impact de la création du bassin supérieur de Redenat.

II.10.2 Alternatives technologiques

Les STEP représentent la principale technologie de stockage aujourd'hui installée dans le monde (140 GW, soit 99 %). Leur rendement de l'ordre de 80 % suivant les installations, les situe plutôt bien par rapport aux autres technologies. Le potentiel de déploiement de cette technologie est encore important, et cette technologie restera donc durablement une référence. Les autres technologies sont l'objet de recherches très importantes mais ne représentent pas encore de volumes très importants.

La STEP de Redenat avec une puissance de 1 200 MW environ se situe donc dans le plafond des puissances techniquement accessibles à court terme.

La Commission de régulation de l'énergie a mené une comparaison sur les différentes technologies de stockage de l'énergie. Elle se base sur des critères de capacité, de puissance, de réactivité, de coûts d'investissement et de durée de vie. Elle est présentée dans le tableau ci-après.

Il ressort que les STEP représentent aujourd'hui le meilleur compromis Puissance / Rendement / Coût d'investissement.

Comparaison des technologies (CRE)	Capacités	Puissance	Délais de réaction	Investissements (€/kW)	Durée de vie (en cycles)
STEP	1-10 GWh	0,1 – 2 GW	10 mn	600 – 1 500	11 000
CAES	10 MWh-10 GWh	15 – 200 MW	1 mn	400 – 1 200	11 000
Hydrogène	10 kWh-10 GWh	1 kW – 1 GW	100 ms	3 000 – 5 000	25 ans
Batteries	1 kWh – 10 MWh	0,01 – 10 MWh	1 ms	300 – 3 000	500 – 4 000
Volants d'inertie	0,5 – 10 kWh	2 – 40 MW	5 ms	3 000- 10 000	10 000

Figure 5 - Comparaison des technologies de stockage d'énergies (source commission de régulation de l'énergie).

Stockage par compression de l'air ou CAES (Compressed Air Energy Storage)

Le principe du CAES repose sur l'élasticité de l'air. Grâce à l'électricité considérée comme excédentaire, un système de compresseurs à très haute pression (100 à 300 bars) comprime l'air présent dans une cavité naturelle ou artificielle. La récupération de cette énergie potentielle (déstockage) s'effectue par détente de l'air dans une turbine qui entraîne un alternateur et produit donc de l'électricité. Les CAES peuvent être envisagés de quelques MWh jusqu'à 1 GWh pour des puissances situées entre 10 et 200 MW.

A l'échelle industrielle, le développement de la technologie la plus performante (conservation de la pression et de la chaleur) implique de trouver des sites adaptés (cavités salines, anciennes mines, etc.).

Stockage électro chimique (batterie)

Ce mode de stockage nous conduit à évoquer essentiellement les batteries. Les batteries (ou accumulateurs) sont des systèmes électrochimiques, qui stockent de l'énergie sous forme chimique et la restituent sous forme électrique. Les batteries peuvent être électriquement rechargées contrairement aux piles. Les batteries ont une capacité qui s'étend, selon leurs technologies, de quelques kWh jusqu'à plusieurs MWh, pour des puissances mobilisables allant de 1 kW à 10 MW.

Mode de stockage chimique au moyen de l'hydrogène

L'hydrogène peut devenir un vecteur de stockage selon le schéma suivant : l'électricité excédentaire est utilisée pour réaliser une électrolyse de l'eau (via un électrolyseur) ; elle est ainsi convertie en hydrogène H₂ stockable sous forme gazeuse, liquide ou solide. Quand le besoin se manifeste, cette énergie est ensuite restituée via, par exemple, une pile à combustible, qui reconvertit l'hydrogène et l'oxygène en électricité (et en eau) pendant les périodes de forte consommation.

Le stockage inertiel

Il existe pour l'essentiel sous la forme de volants d'inertie. Il s'agit d'une masse fixée autour de l'axe de rotation d'une machine qui confère à cette dernière une plus grande inertie et permet, de ce fait, d'en rendre le fonctionnement plus régulier. Le stockage s'effectue sous forme d'énergie cinétique. Sur les groupes tournants de production électrique, ils permettent d'éviter les microcoupures dont la durée est faible mais dont les conséquences peuvent être dommageables. Ils ont également été installés sur des bus, des rames de métro ou des voitures haut de gamme pour récupérer l'énergie pendant les phases de freinage et la récupérer sous forme d'électricité durant les phases d'accélération.

II.11 INTÉRÊT GÉNÉRAL DE L'AMÉNAGEMENT

Ce projet s'inscrit dans le cadre des politiques de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre et des politiques au service public de l'électricité (équilibre des réseaux). Il s'agit d'un aménagement de très forte puissance et d'une grande flexibilité dont l'intérêt majeur, au-delà des avantages présentés dans le paragraphe II.9, est le soutien du réseau électrique français, voire européen, en cas d'incident sur la production de base.

Il contribue à l'atteinte des objectifs de la loi de transition énergétique pour une croissance verte d'août 2015. Celle-ci a fixé un objectif ambitieux de 40 % d'énergie renouvelable dans la production d'électricité d'ici 2030, qui concourt aux objectifs européens du cadre énergie-climat 2030. À ce titre, le développement des capacités de stockage de l'électricité représente un enjeu primordial pour augmenter la flexibilité du système électrique et accompagner le développement des énergies renouvelables intermittentes, telles que le solaire et l'éolien.

Les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) restent, à ce jour, les seuls moyens de stockage économiquement compétitifs. En particulier, il n'existe pas d'alternative économiquement équivalente qui permettrait un stockage de quantités importantes d'électricité sur un pas de temps hebdomadaire, qui sera nécessaire afin de pallier, par exemple, des épisodes de plusieurs jours peu ventés. Le bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande réalisé par RTE en 2014² avait ainsi montré la nécessité de développer 2GW de stockage hydraulique d'ici 2030, pour permettre l'intégration de 40 % d'énergies renouvelables dans le mix électrique³. Dans ce contexte, la future programmation pluri-annuelle de l'énergie devrait souligner la nécessité d'engager des travaux pour permettre la construction de nouvelles STEP à l'horizon 2030, pour une capacité d'un à deux GW.

Or, bien que le potentiel de développement des STEP ne soit pas saturé en France, peu de sites ont fait l'objet d'études permettant de confirmer leur pertinence pour un tel aménagement. A ce titre, le Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie porte une attention particulière au projet de la STEP de Redenat notamment du fait de la pré-existence d'un bassin aval constitué par l'aménagement actuel de Chastang.

En effet, les études préliminaires (qui seront à affiner lors de la définition plus précise du projet) réalisées par EDF, concessionnaire actuel de l'État pour l'aménagement de Chastang, ont montré la faisabilité technique du projet et font apparaître une bonne performance énergétique attendue, du fait de la topologie du site. Ce projet serait en outre lié à la création d'une nouvelle ligne de transport traversant le Massif Central qui permettrait de renforcer la sécurité d'approvisionnement régional.

Au regard de ces caractéristiques et du contexte énergétique national et européen, le projet de STEP de Redenat revêt un caractère d'intérêt général pour le Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.

III- CONCLUSIONS

La demande d'inscription du projet de STEP de Redenat au titre de la liste des projets bénéficiant d'une dérogation aux objectifs de qualité du SDAGE Adour Garonne est légitimée par son intérêt au niveau national dans le cadre de la transition énergétique, notamment du point de vue de l'environnement et des politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Pour autant, ce projet se caractérise :

- Par un risque certain de non atteinte du bon état sur le ruisseau de la Cascade sur les paramètres d'état écologique : éléments de qualité biologique, éléments de qualité hydromorphologique, éléments de qualité physico-chimique concernant les conditions générales ;

2 Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France – Réseau de Transport d'Electricité (RTE) – Edition 2014 – Document téléchargeable sur le site Internet de RTE

3 Voir le scénario D « Nouveau mix » de RTE dans le document sus-cité

- Par un risque possible de non atteinte des objectifs de bon potentiel biologique des lacs concernés;
- Par un risque possible de dégradation de un ou plusieurs paramètres d'état biologique pour la Dordogne en aval si l'impact thermique est confirmé malgré la mise en œuvre des mesures d'atténuation.
- Aucune alternative équivalente revêtant des impacts moindres sur les masses d'eau moyennant un coût non disproportionné n'a de surcroît été identifiée.
- En conséquence, des objectifs moins stricts devront être envisagés pour les masses d'eau potentiellement dégradées dans le projet de SDAGE 2022-2027 sous réserve d'éléments nouveaux issus de l'étude d'impact.

Enfin, il convient de rappeler que l'inscription d'un projet ne vaut que pour la dérogation au titre de l'article 4.7 de la DCE, cette inscription ne présumera pas du déroulement des autres procédures applicables à ce projet. Ainsi, préalablement à sa réalisation, ce projet, devra faire l'objet :

- D'une autorisation selon la procédure prévue dans les articles 21 et 27⁴ du décret n°94-894 du 13 octobre 1994 relatif à la concession et à la déclaration d'utilité publique des ouvrages utilisant l'énergie hydraulique. La demande d'autorisation sera accompagnée d'une demande d'utilité publique (art. L 521-7 et L 521-8 du code de l'énergie).
- D'un débat public conformément à l'article R 121-2, 11° du code de l'environnement, puisque le coût prévisionnel des bâtiments et infrastructures du projet est supérieur à 300 millions d'euros.
- D'une étude d'impact. Compte-tenu de la puissance de l'installation (supérieure à 500 kW), l'article R122-2 du code de l'environnement (rubrique n°25⁵ du tableau annexe à l'article R 122-2 du code de l'environnement) prévoit que le dossier devra contenir une étude d'impact qui comportera notamment un volet dédié à l'impact sur la zone humide présente sur le site d'implantation de la retenue supérieure ainsi que l'évaluation des incidences Natura 2000. De plus, au vu des informations collectées dans le cadre de l'étude d'impact, une dérogation au titre des espèces protégées (art. L411 du code de l'environnement) devra éventuellement être sollicitée.
- D'une enquête publique, en vertu de l'article R123-1⁶ du code de l'environnement.

4 Article 21 du décret 94-894 : *Les projets d'exécution des ouvrages à établir par le concessionnaire sont adressés au préfet. Ces projets sont accompagnés, le cas échéant, de l'étude de dangers prescrite par les dispositions des articles R. 214-115 et R. 214-117 du code de l'environnement et, si le cahier des charges type des entreprises hydrauliques concédées le prévoit ou à la demande du ministre chargé de l'énergie, de l'avis du comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques. [...] Lorsque le dossier de l'ouvrage est complet, le préfet procède aux consultations mentionnées à l'article 10 du présent décret. Il notifie au concessionnaire les avis des collectivités territoriales et l'avis de l'État. Si le concessionnaire souscrit à ces conclusions, le préfet autorise l'exécution des travaux [...]*
 Article 27 du décret 94-894 : *[...] Lorsque les travaux et modifications envisagés sont susceptibles d'avoir une incidence sur les intérêts mentionnés à l'article L. 211-1 du code de l'environnement, le projet d'exécution des travaux prévu à l'article 21 est accompagné de tous les éléments nécessaires à l'appréciation de cette incidence. Dans ce cas, l'arrêté d'autorisation d'exécution des travaux fixe, s'il y a lieu, les prescriptions complémentaires après avis du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques. [...]*

5 Extrait de l'article R122-2 du code de l'environnement : « Les travaux, ouvrages ou aménagements énumérés dans le tableau annexé au présent article sont soumis à une étude d'impact soit de façon systématique, soit après un examen au cas par cas, en fonction des critères précisés dans ce tableau. ». Rubrique n°25 du tableau annexé, relative aux installations destinées à la production d'énergie hydroélectrique - « Installations d'une puissance maximale brute totale supérieure à 500 kW : projets soumis à étude d'impact »

6 Extrait de l'article R123-1 : « Font l'objet d'une enquête publique soumise aux prescriptions du présent chapitre les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis de façon systématique à la réalisation d'une étude d'impact. »