CONSEIL
SCIENTIFIQUE
DU COMITÉ
DE BASSIN
RHÔNE
MÉDITERRANÉE

comité
de bassin
rhône méditerranée

AVIS SUR LE CAHIER DES CHARGES DE L'ETUDE THERMIQUE DU FLEUVE RHÔNE (PHASE 4)

NOVEMBRE 2009

Conseil Scientifique du Comité de Bassin Rhône-Méditerranée

Avis sur le cahier des charges de l'étude thermique du fleuve Rhône (phase 4)

Le 27 juillet 2009, le Préfet coordonnateur de bassin a demandé au Président du Comité de bassin de saisir son conseil scientifique au sujet d'un projet d'étude proposé à l'Etat par Electricité de France en partenariat avec des laboratoires du Cemagref d'Aix en Provence, de l'ARALEP, de l'UMR CNRS 5023 et du Cemagref de Lyon. Ce projet de recherche vise à caractériser les impacts thermiques et hydrologiques sur les biocénoses du Rhône (écophysiologie, reproduction, habitats). Il constitue la 4ème phase d'une étude thermique du fleuve engagée depuis 2000 et rattachée au plan Rhône.

Dans cette sollicitation du Préfet et la saisine du Comité de bassin qui s'en est suivie le 19 octobre 2009, il est demandé au Conseil scientifique de :

- ✓ rendre un avis sur un projet de cahier des charges transmis par EdF à l'Etat ;
- ✓ mandater un membre du Conseil scientifique en appui au comité de pilotage de l'étude, le comité étant présidé par le représentant de l'Etat ;
- ✓ donner un avis sur les conclusions de cette phase et proposer d'éventuelles pistes complémentaires.

Le présent avis concerne le premier point seulement. Le Conseil scientifique a examiné le projet de cahier des charges qui lui a été transmis, successivement au sein d'un groupe de travail réuni le 28 octobre 2009 puis lors d'une séance plénière tenue le 16 novembre 2006

Au cours de ses travaux, le Conseil a relevé sept grands domaines dans lesquels il considère que des compléments devraient être apportés soit dans le cadre du présent projet soit ultérieurement. Ces sept domaines concernent :

- une articulation plus explicite avec les problèmes et les questions que se posent et/ou rencontrent les gestionnaires du fleuve ;
- la prise en compte insuffisante des conséquences sanitaires des régimes et stress thermiques ;
- un élargissement nécessaire de la liste des espèces invasives à considérer ;
- la pertinence des indicateurs biologiques retenus a priori pour étudier les impacts thermiques sur les communautés vivantes ;
- la gestion des données et le partage des informations pour mieux définir le contenu et resituer dans un contexte plus large les résultats des projets de recherche ;
- l'amélioration de la gouvernance dans la définition des programmes de recherche finalisés ;
- une nécessaire coordination entre les trois grands opérateurs, suisse et français, gestionnaires des ouvrages hydrauliques sans laquelle il semble difficile d'espérer agir sur la température des eaux et ses conséquences sur la biologie et les usages du fleuve Rhône.

L'avis du Conseil scientifique sur ces sept domaines est exposé ci-après :

1 - **Un premier constat général est que l'actuel projet est très orienté par des questions de connaissance fondamentale, sans lien explicite avec des questions de gestion** (Cf. les questions posées en 2.2 du cahier des charges, joint en annexe). Même s'ils peuvent répondre correctement à ces questions, il n'est pas évident que les résultats permettent de remonter aux problèmes posés à la gestion :

1.1 - le Conseil scientifique regrette que le projet soit trop peu en prise avec les hypothèses quant aux causes des problèmes thermiques du fleuve et quant aux leviers possibles d'une meilleure gestion de la température des eaux du fleuve ; certains de ces leviers ont déjà été identifiés par le Conseil lui- même dans son avis sur le rejet de la centrale nucléaire de Tricastin par exemple (rôle des faibles débits, fonctionnement des ouvrages en particulier ceux en sortie du lac Léman) ;

1.2 - le contenu du projet pourrait être ré-orienté ou complété pour mieux répondre à un certain nombre de questions telles que, par exemple : à partir de quand une évolution constatée peut-elle être considérée comme grave ? Qu'est-ce qui fait que les différents facteurs de contrôle ont conduit le système à changer d'état et qu'est-ce qui reste véritablement pilotable ? Quel pourrait être le rôle des outils règlementaires, de la gestion hydraulique du fleuve ? Alors que le fonctionnement du fleuve est en partie piloté par des leviers qui sont aujourd'hui bien connus, le projet tel qu'il est, apparaît trop cloisonné ; il manque d'intégration pour apporter des éléments de réponse satisfaisant qui permettraient d'actionner ces leviers de façon pertinente ;

1.3 - il conviendrait aussi de mieux distinguer ce qui relève de la recherche de mécanismes bio-écologiques et de la mise en évidence de tendances, en distinguant si possible les causes permanentes -réchauffement climatique, débits- et ce qui relève des épisodes de crise ou de situations locales critiques. Par exemple, la gestion des échauffements ponctuels -et des moyens à mettre en œuvre pour les gérer- est relativement indépendante de la question des effets du changement global et des scénariis à considérer ;

1.4 - le projet gagnerait donc à mieux identifier les retombées concrètes sur la gestion du fleuve des différents sous-projets prévus (et rendre le cas échéant explicite ce qui est encore implicite), et ce à quoi ces sous-projets ne pourront pas répondre. Au vu du projet tel que présenté en l'état, seul le sous-projet Bugey 2D semble *a priori* susceptible d'apporter des éléments pour la gestion, les autres sous-projets semblant relever de questions d'écologie plus fondamentales ;

1.5 - les effets écophysiologiques des augmentations de température en fin d'été (après le 15 septembre sur le Rhône, cf. point d. page 3 de l'avis du Conseil scientifique de septembre 2007 sur le rejet du CNPE de Tricastin[1]) doivent être étudiés, au moins et *a minima* dans le cadre de cette étude sous l'angle bibliographique ;

---

(1) Extrait de l'avis du Conseil scientifique sur la demande d'Electricité de France relative au relèvement de la température en aval du rejet du CNPE de Tricastin – Complément à l'avis initial validé par le conseil scientifique du 25 juin 2007 – Septembre 2007 :

« d) Problèmes posés par le désencadrement des dérogations, tant en durée qu'en saison.

Au-delà du problème de l'atteinte - durant une période potentiellement chaude qui pourrait à présent atteindre ou dépasser le semestre - de températures de l'eau égales, voire supérieures, à 28° C, le Conseil s'est également interrogé sur l'incidence des variations de température les plus marquées, qui peuvent être rencontrées durant l'automne : des pics de + 4 à +6°C peuvent par exemple faire passer, au-delà du 15 septembre, la température de l'eau de 15 à plus de 20°C. Cette situation est considérée comme a priori non anodine pour la vie aquatique, qui a besoin bien avant l'hiver de se "préparer" à temps aux conditions hivernales.

Il semble donc qu'un encadrement saisonnier des variations de température soit souhaitable en fin d'été : une variation de 6°C, et/ou un maximum autorisé de 28 °C, ne devraient plus être acceptables après les environs du 15 septembre même si, de fait, ils sont statistiquement encore peu fréquents dans les conditions actuelles de régime hydrologique du fleuve (mais on sait que les bas débits du canal usinier pourraient devenir plus fréquents dans un avenir proche). »

1.6 - la coordination entre les différents opérateurs des différents sous-projets n'est pas évidente, ce qui conduit à s'interroger aussi sur la représentativité des données acquises et sur les conclusions qui pourront en être tirées (voir aussi point 4.3 ci-après).

2 - **Le projet n'aborde pas les éventuelles conséquences sanitaires des modifications du fonctionnement thermique du fleuve** (ex : développements d'amibes, de vecteurs de maladies tels que les moustiques) :

2.1 - des éléments de connaissance issus d'autres hydrosystèmes sont à valoriser pour disposer *a minima* d'éléments bibliographiques sur les domaines non couverts et écartés (un peu vite) du champ de l'étude ;

2.2 - le Conseil scientifique souhaiterait donc que les points écartés soient abordés dans le calendrier du projet, notamment pour mieux éclairer les gestionnaires sur les questions en lien avec la santé humaine (microbiologie, parasitologie). Une recherche et synthèse bibliographique sur ces sujets devrait être engagée, large en premier lieu (à partir des expériences issues d'autres fleuves), pour ensuite examiner dans quelle mesure certaines conclusions pourraient être appliquées au Rhône lui-même, à partir des données actuellement disponibles. Ces questions avaient déjà été identifiées antérieurement par le Conseil scientifique, notamment suite à la canicule de 2003.

3 - **La question des espèces invasives est à élargir** aux macrophytes, poissons invasifs, amibes, et à d'autres invertébrés que les gammares (par exemple la présence et la prolifération des mollusques invasifs que sont les corbicules et leurs effets sur la trophie du fleuve) … le fait de ne disposer de données antérieures que sur les seuls gammares ne justifie pas que les recherches soient limitées à ces seuls organismes. De plus, si l'étude de la dynamique temporelle de ces espèces peut se justifier, la manière dont est posée la question du point de vue scientifique reste discutable : parler du remplacement d'espèces « natives » par des espèces invasives d'origine ponto-caspienne ignore le fait que la région ponto-caspienne a fourni une très large part des espèces qui colonisent aujourd'hui les eaux européennes et que cette dynamique historique de colonisation n'est sans doute pas encore achevée à ce jour.

4 - Des résultats très intéressants ont été obtenus ces dernières années dans la caractérisation des changements dans les communautés du fleuve, en particulier les poissons. Mais il est étonnant que, eu égard à l'un de ses objectifs majeurs qui est d'apprécier l'incidence des facteurs thermiques sur la structure, la dynamique, mais aussi la physiologie des communautés aquatiques, **le projet proposé ne s'assure pas au préalable que les espèces retenues sont de bons indicateurs des effets thermiques :**

4.1 - **les traits de vie des espèces ne suffisent pas à identifier les espèces sensibles ou non au réchauffement,** des espèces réputées thermo-tolérantes ne le sont pas toujours et inversement. Il serait donc judicieux et prudent d'identifier la liste des espèces véritablement sensibles au réchauffement et, pour cela, de procéder à une analyse bibliographique critique en explorant particulièrement les données éco-physiologiques disponibles pour confirmer ou pas cette sensibilité. Le site web http://www.climate-and-freshwater.info/ issu des travaux des programmes européens REBECCA et EUROLIMPACS dresse une liste des espèces reconnues ;

4.2 - il y aurait intérêt à engager des études écophysiologiques pour compléter les connaissances sur la distribution in situ des espèces, afin de tenir compte des capacités d'adaptation des espèces (part du génotype, du phénotype …) ;

4.3 - il serait préférable pour répondre aux questions posées d'engager des études peut être moins détaillées mais :

- mieux ciblées sur des indicateurs pertinents (par exemple, les suivis du chevaine et de l'ablette par classe de taille seront difficilement exploitables, en raison des périodes de reproduction fractionnées… pourquoi ne pas se focaliser plutôt sur le gardon ?) ;
- mieux inscrites sur le long terme (une à deux années de données ne sont pas suffisantes pour conclure). On peut s'interroger sur la capacité des analyses, restreintes aux phases juvéniles des poissons et sur des pas de temps courts, à permettre ensuite de changer d'échelle temporelle pour répondre aux questions posées. Le problème est identique pour les échelles spatiales ;

4.4 - une meilleure compréhension de la physiologie des organismes, en particulier des poissons, est nécessaire. Des pistes mériteraient d'être explorées telles que, par exemple, l'utilisation des isotopes stables de l'oxygène (en considérant la variabilité de la composition isotopique des eaux du fleuve), l'analyse des otolithes (os de l'oreille interne) pour évaluer leur intérêt pour une application au fleuve Rhône.

5 - Permettre **une bonne interprétation et une bonne inscription des résultats dans un contexte spatial et temporel plus large est une condition indispensable pour aboutir à des consignes de gestion les plus judicieuses possibles et les plus efficaces *a priori*** :

5.1 - pour savoir comment le système évolue dans ses composantes thermiques, biologiques et hydrologiques, il est important de disposer d'observations suffisantes en nombre, pertinentes, pérennes et transparentes. Les résultats d'études plus ponctuelles peuvent alors être resitués, aussi bien spatialement que temporellement, par rapport à des chroniques plus longues ;

5.2 - il est étonnant de constater que la chronique de données prise en compte pour l'étude s'arrête en 2003, une année durant laquelle précisément un évènement extrême est survenu, sans apporter les éléments qui justifieraient de n'avoir pas intégré dans cette chronique des données sur les années plus récentes ;

5.3 - la facilité d'accès à l'ensemble des informations disponibles utiles aux équipes de recherche et plus largement aux gestionnaires est sans doute à améliorer, pour la conduite de ce projet, mais aussi bien au-delà et de façon plus large dans le cadre général du Plan Rhône.

6 - De manière transversale aux remarques qui précèdent, le Conseil scientifique soulève à nouveau **la question de la gouvernance**, **appliquée** ici **à la connaissance du fleuve** :

6.1 - il ne semble pas évident qu'il y ait un véritable partage des questions posées dès le départ, en amont de la réalisation du cahier des charges d'un projet de cette nature. Comment et par quelle procédure les attentes des gestionnaires et plus largement des autorités responsables de la gestion du fleuve s'articulent-elles avec les projets scientifiques proposés ?

6.2 - le projet s'inscrit-il dans un dispositif plus général d'observation du fleuve mis en place avec toutes les garanties de pérennité, de transparence des informations produites et d'accès large aux données, traitements, résultats et conclusions ? Il conviendrait que le projet comprenne un volet de mise en perspective des résultats obtenus pour aboutir à des conclusions à portée opérationnelle ;

6.3 - le Conseil scientifique considère en effet qu'il y aurait intérêt à dépasser une logique d'opportunité pour assurer un pilotage plus efficace, au sens d'une meilleure orientation des projets sur des questions et des objectifs opérationnels ;

6.4 - l'amélioration et/ou la mise en place de dispositifs dédiés à l'identification de projets de connaissance scientifique, partagés par les différents partenaires du Plan Rhône et permettant de mieux les coordonner et de les inscrire dans une perspective de long terme, mériterait d'être engagée.

7 - Enfin, **pour faire écho** à la fois aux interrogations soulevées au début du présent avis quant à la portée opérationnelle des résultats de cette phase 4 de l'étude et **aux avis antérieurs rendus sur le sujet de la température du fleuve**[2], le Conseil scientifique souligne à nouveau :

7.1 - la gestion des débits est l'un des déterminants majeurs de la température du fleuve et une clef d'action de tout premier ordre, même si le fonctionnement des communautés aquatiques est contrôlé également par d'autres aspects ;

7.2 - dans cette perspective, un fonctionnement plus adapté des ouvrages du Haut-Rhône et de l'Isère constitue un levier majeur d'une gestion de la température des eaux du fleuve (mise à profit des phénomènes de « goutte froide ») ;

7.3 - une gestion coordonnée des débits, et donc de la température, du fleuve entre les trois grands opérateurs que sont les autorités helvétiques, la Compagnie nationale du Rhône et Electricité de France apparaît donc plus que jamais indispensable pour notamment permettre de réaliser les objectifs environnementaux du fleuve et pour assurer la sécurité des installations sensibles.

Pièces jointes :

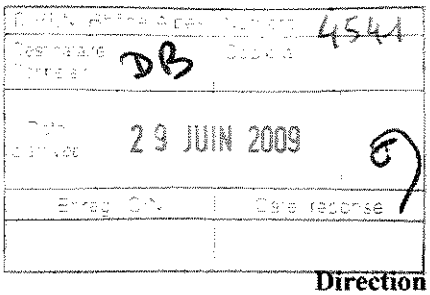
- Courrier d'Electricité de France du 22 juin 2009
- Cahier des charges de l'étude thermique du fleuve Rhône-Phase 4

[2] *Avis antérieurs du Conseil scientifique relatifs au thème de la température du fleuve Rhône :*

- *Novembre 1994 - Température du Rhône – Effets des rejets des centrales thermiques EDF (11 pages).*
- *Mars 1999 - Demande d'autorisation de prélèvement et de rejet du centre nucléaire de production d'électricité de Saint-Alban Saint-Maurice sur le Rhône – Avis d'expertise (6 pages).*
- *Novembre 2006 - Avis sur le projet de plan Rhône (40 pages).*
- *Juin 2007 - Avis sur la température d'Electricité de France de relèvement de la température en aval du rejet du CNPE de Tricastin (21 pages).*
- *Septembre 2007 - Demande d'Electricité de France relative au relèvement de la température en aval du rejet du CNPE de Tricastin – Complément à l'avis du conseil scientifique du 25 juin 2007 (50 pages).*

EDF

DPIH Rhône-Alpes Numéro 4541
Destinataire Contrôleur DB Copie à
Date d'arrivée 29 JUIN 2009
Enreg. CIN Date réponse



Direction Régionale de l'Environnement Rhône-Alpes
Délégation de bassin Rhône Méditerranée
208 bis, rue Garibaldi
69422 LYON Cedex 03

A l'attention de
Monsieur Yves Gouisset

N/Réf. : COR/2009/0007/PT

Interlocuteur : Patrick TOURASSE
Tél. 04.69.65.52.32 - Fax 04.69.65.52.38

Objet : **Étude Rhône Phase 4**

Lyon, le 22 juin 2009

Monsieur,

Vous voudrez bien trouver, ci-joint, le document de définition du projet de recherche dit Étude Rhône Phase 4 que nous avons construit avec nos partenaires scientifiques et que nous avons présenté à vos services lors de la réunion du 23 janvier 2009.

Comme évoqué alors, ce projet de recherche vient à la suite de l'Étude Thermique Rhône qui avait été menée à bien entre 1999 et 2006 pour répondre à la question des impacts cumulés des rejets thermiques des CNPE sur le Rhône et qui avait conclut à la nécessité de répondre aux questions restées en suspens sur les relations de la biologie aquatique avec deux facteurs écologiques fondamentaux que sont le débit et la thermique.

L'Étude Rhône Phase 4 répond aussi à l'avis du 25 juillet 2007 du Conseil Scientifique du Comité de Bassin Rhône-Méditerranée sur la demande EDF de relèvement de la température aval rejet du CNPE de Tricastin qui demandait que « soient lancées des études complémentaires (...) sur plusieurs sujets [dont] l'incidence de la température et des rejets thermiques sur le comportement et l'écophysiologie des communautés aquatiques du fleuve (...) ».

Le document que nous vous transmettons prend en compte les principales remarques qui ont été formulées lors de la réunion du 23 janvier 2009 ainsi que les commentaires que vous nous avez transmis dans votre courrier du 21 avril 2009.

.../...

DIRECTION PRODUCTION INGENIERIE
DPIH
COORDINATION DE L'EAU
196 avenue Thiers
69461 LYON CEDEX 06
Téléphone +33 4 78 71 32 44
Télécopie +33 4 78 71 22 48
www.edf.com

EDF - SA au capital de 911 085 545 euros - 552 081 317 R.C.S. Paris
Le groupe EDF est certifié ISO 14 001

Sont notamment renforcés dans le projet les volets concernant :

- L'interaction hydrologie-thermique sur la reproduction qui est intégrée au sein du lot 3d - **Rôle du débit et de la température sur la reproduction et la survie des poissons.**
- Les interactions entre les tronçons court-circuités, le chenal principal et les différentes entités hydrologiques qui sont abordées au sein des lots : 3c - **Rôle des zones annexes refuges du RCC de Péage de Roussillon** et 3d - **Rôle du débit et de la température sur la reproduction et la survie des poissons.**
- La modélisation des effets couplés de l'habitat et de la thermique qui est étudié au niveau du lot 4 - **Répartition spatiale et temporelle des habitats, utilisation de l'habitat par les poissons.**

Les questions que vous soulevez dans votre courrier sur la **réceptivité des milieux aquatiques** et sur l'incidence de la température et du débit sur cette réceptivité nous paraissent tout aussi importantes. Nous pensons cependant que nous manquons encore d'éléments techniques suffisants pour les intégrer dès maintenant dans le projet et nous souhaiterions pouvoir en rediscuter plus au fond avant de le faire éventuellement.

Nous vous rappelons aussi que l'Étude Rhône Phase 4 s'inscrit dans le prolongement du **Programme National de Recherche en Thermie et Hydrobiologie** lancé en commun par EDF et le Cemagref pour répondre aux questions du MEEDDAT et de l'ASN sur l'impact des rejets thermiques des centrales électriques sur l'état écologique des rivières en période de canicule. Et que certaines des questions que vous soulevez ou qui ont été posées lors de la discussion du 23 janvier 2009 trouveront plus naturellement leurs réponses dans les livrables de ce programme. Il s'agit notamment de **l'étude des tolérances thermiques piscicoles et de l'état sanitaire des populations piscicoles en situation de stress thermique.** Nous nous engageons cependant à vous tenir au courant de ces développements au sein des instances de suivi et de pilotage que nous mettrons en place dans le cadre du Projet Rhône Phase 4.

Enfin, comme indiqué lors de la réunion du 23 janvier 2009, nous n'avons pas intégré dans le projet actuel certains volets que vous reprenez dans votre courrier du 21 avril 2009 et que nous jugeons, pour notre part, trop complexes à traiter et à résoudre à ce stade : **les effets de la température sur les chaînes trophique et sur le métabolisme des poissons, les marqueurs de stress, la bactériologie, la chimie de l'eau et l'écologie microbienne.**

Nous comprenons bien l'importance de ces sujets pour la bonne compréhension des écosystèmes du Rhône. Mais, de l'avis aussi de nos collaborateurs scientifiques, nous pensons que nos connaissances actuelles ne nous permettent pas de les aborder sans risques importants de non-réponse.

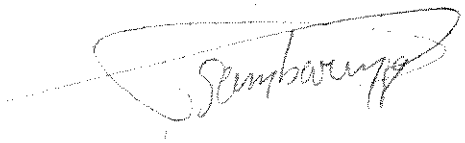
.../...

Il en est de même pour la limitation du périmètre d'étude au seul espace rhodanien car la complexité du fonctionnement des écosystèmes du Rhône justifie à elle seule que l'on limite le champ de recherche sans s'intéresser à la mer Méditerranée. Si nous avons effectivement privilégié les approches locales à proximité des sites où l'on dispose des données aquatiques historiques indispensables à l'étude des milieux, certains sujets traités dans le projet relèvent cependant d'une portée réellement globale. C'est le cas notamment du lot 2 **Croissance et survie des jeunes poissons** qui regroupe des données sur l'ensemble du bassin.

Comme nous avions su le faire collectivement, dans les phases antérieures de l'étude thermique Rhône, nous souhaitons que le projet Rhône Phase 4 garde une cible de résultats réalistes et atteignables tout en étant scientifiquement et techniquement ambitieux.

Nous sommes conscients de laisser ainsi quelques sujets orphelins mais nous sommes prêts à en rediscuter dans le cadre éventuel d'étapes futures à venir et à construire.

Nous restons à votre disposition pour parfaire ces discussions et pour engager dans les meilleures conditions ce projet que nous pensons porteur de nouvelles avancées pour une meilleure gestion énergétique et écologique du fleuve.



Patrick Sambarino

Délégué de Bassin Rhône -Méditerranée

Auteur(s) : ORIOL Eric

Date de diffusion :

Etude Rhône - Phase 4
Impact thermique et hydrologique sur les milieux et sur les communautés d'organismes vivants

Définition du projet de recherche

Réf.: D4161/RAP/2008-00093 Indice B 32 pages 2 annexe(s)

Entité émettrice : Département Surveillance Eau & Ouvrages - Service Environnement Aquatique

Documents associés :

Résumé : Ce document constitue le document fondateur de la nouvelle Etude en Thermie et Hydrobiologie du Rhône.
Ce projet de recherche fait suite à l'Etude Thermique Globale du Rhône conclue en 2006, laquelle décrit le régime thermique du fleuve, l'incidence de différents facteurs (dont l'échauffement des CNPE) sur la température de l'eau observée, et les conséquences de ces échauffements sur les écosystèmes rhodaniens.
Cette nouvelle étude s'attache à mieux cerner les relations entre la biologie du Rhône et ses caractéristiques hydrauliques (thermie et hydrologique).
Le présent cahier des charges a été mis à jour suite à la réunion du Comité Technique du 23 janvier 2009 et à la réponse de la DIREN en date du 21 avril 2009.

Accessibilité

Intérêt documentaire : Oui ☐ Non ☒

Documentation de référence : Oui ☐ Non ☒

Libre ☒
EDF-GDF ☐
Restreinte ☐
Confidentielle ☐

DIRECTION PRODUCTION INGÉNIERIE
DTG

Dpt Surveillance
Environnement Aquatique
21, avenue de l'Europe - B.P. 41
38040 GRENOBLE CEDEX 09

Téléphone +33 (0)4 76 20 21 32
Télécopie +33 (0)4 76 20 21 35

www.edf.fr

EDF - SA au capital de 911 085 545 euros
552 081 317 R.C.S. Paris

Création - Modifications

Ind.	Auteur(s)			Vérificateur(s)			Approbateur		
	Nom	Signature	Date	Nom	Signature	Date	Nom	Signature	Date
	E. ORIOL		22/06 2009	A. POIREL		19.6 2009	P. TOURASSE		19 6 2009

Suivi des indices et versions

Ind.	Objet
A	Création
B	Mise à jour suite à la réunion DIREN du 23/01/2009 et du courrier de la DIREN du 21 avril 2009

Diffusion

Destinataire(s) pour application	Sup.	Destinataire(s) pour information	Sup.
Comité Technique Etude Rhône Phase 4	1/p	Coordination Rhône EDF	1/p
E. Oriol (EDF-DTG)	1	E. Aldegheri (EDF - DTG)	1
A. Poirel (EDF-DTG)	1	C. Delattre (EDF - R&D)	1
		C. Machet (EDF - CIDEN)	1

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

SOMMAIRE

1. PRÉAMBULE 4

2. PRESENTATION GENERALE DU PROJET 4

2.1. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE 4
2.2. QUESTIONS POSÉES 5

3. DEFINITION TECHNIQUE DU PROJET 6

3.1. LOTISSEMENT TECHNIQUE DE L'ÉTUDE 6
3.2. PRECISION SUR LES COMPARTIMENTS BIOLOGIQUES À ÉTUDIER 8
3.3. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL 8
3.4. MESURES ET DONNÉES DISPONIBLES 9

4. ORGANISATION DU PROJET 9

4.1. GOUVERNANCE 9
4.2. ATTRIBUTION DES LOTS ET ELEMENTS FINANCIERS 10
4.3. ECHÉANCIER 11

5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES (NON EXHAUSTIF) 12

6. ANNEXES 13

6.1. ANNEXE 1 – ECHÉANCIER 14
6.2. ANNEXE 2 – PROJET DE PROPOSITIONS TECHNIQUES 15
6.2.1. Projet de Propositions du Cemagref de Aix 15
6.2.2. Projet de Propositions de ARALEP 18
6.2.3. Projet de Propositions du CNRS (UMR CNRS 5023) 24
6.2.4. Projet de Propositions du CEMAGREF de LYON 28

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

1. PRÉAMBULE

Le présent document établit les fondements du Projet de recherche dit « Étude Rhône Phase 4 » qui s'inscrit dans le prolongement direct de **l'Etude Thermique Globale Rhône, Phases 1 à 3** conclue en 2006 en laissant ouvert un certain nombre de questions scientifiques importantes sur l'incidence de l'hydrologie et de la thermie sur l'évolution de la biologie aquatique du fleuve.

Il donne les éléments du contexte de ce projet de recherche (voir § 2.1), les finalités attendues (§ 2.2) , les éléments méthodologiques et techniques permettant de répondre aux questions posées (voir § 3) et les principes d'organisation du projet (§ 4).

Ce document ne décrit pas en détail les techniques de mesure ni les méthodes d'analyse qui seront mises en œuvre au cours du projet. Celles-ci sont néanmoins précisées dans les propositions qui ont été présentées par les équipes scientifiques lors du Comité Technique du 23 janvier 2009 et qui sont jointes en annexe (cf. annexe 2).

Comme lors des étapes précédentes de l'Étude Thermique Globale Rhône, un Comité de Pilotage Stratégique présidé par la DREAL validera les grandes orientations du projet et s'assurera de la bonne adéquation des objectifs et du planning proposés avec les besoins identifiés. Les résultats préliminaires et les interrogations soulevées en cours d'étude seront présentés régulièrement au Comité Technique qui suivra l'avancée du projet et statuera sur la conformité des résultats. Enfin, un Groupe Scientifique réunissant experts et partenaires scientifiques du projet sera garant des choix techniques retenus et de leur pertinence scientifique par rapport aux objectifs visés.

Ce processus itératif permettra d'assurer une meilleure maîtrise de l'étude, surtout dans un domaine aussi complexe que l'évaluation des impacts écologiques.

Le document, porté à l'indice B, a été revu et mis à jour suite à la réunion du Comité Technique du 23 janvier 2009 et à la contribution de la DIREN Rhône-Alpes (courrier en date du 21 avril 2009).

2. PRESENTATION GENERALE DU PROJET

2.1. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

En 1999, l'Étude Thermique Globale Rhône, pilotée par la DRIRE Rhône-Alpes, a été lancée pour répondre à la question des impacts cumulés des rejets thermiques des CNPE sur le Rhône en intégrant le changement climatique. Ces questions se sont posées de manière forte avec les renouvellements des Arrêtés de Prises et Rejets des CNPE du Rhône – notamment ceux en circuit ouvert – et du CPT d'Aramon à l'aval de Beaucaire.

Cette étude a été découpée en 3 phases :

- Phase 1 : **descriptive des états thermiques du Rhône** à partir des longues séries de données réactualisées jusqu'en 2003.
- Phase 2 : **explicative des températures observées** à partir des informations précédentes et des facteurs explicatifs (débits, températures de l'air, rejets des CNPE...). Cette phase a permis de préciser notamment la **part résiduelle d'échauffement lié à un CNPE** observé aux différents points de mesure en aval de ce CNPE et donc de quantifier cette notion d'impacts conjugués des rejets des différents CNPE.
- Phase 3 : **explicative des conséquences de ces échauffements** (climatiques ou par rejets) **sur les écosystèmes.**

Dans la conclusion de cette Étude Thermique Globale du Rhône, outre la réponse à un certain nombre de questions, on trouve quelques pistes de réflexion pour mieux appréhender les relations de la biologie aquatique avec deux facteurs écologiques fondamentaux : le débit (composante hydraulique et hydrologique) et la thermique (composante moyenne journalière). **L'étude a également mis en évidence l'impossibilité d'analyser ces deux facteurs indépendamment l'un de l'autre.**

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

De plus, l'étude a montré que l'on avait atteint « les limites » du jeu de données biologiques, c'est à dire qu'il n'y avait guère d'intérêt à chercher à interpréter plus finement les informations disponibles.

Pour avancer dans la connaissance des effets thermiques sur les biocénoses aquatiques, il devient nécessaire de rechercher de nouvelles informations complémentaires à celles acquises jusqu'à aujourd'hui. Ceci nécessite de changer d'échelle d'analyse en se concentrant sur des entités hydrauliques plus restreintes, mais également de développer de nouveaux outils biologiques indisponibles à ce jour pour des systèmes aussi vastes que le Rhône.

Pour autant le périmètre de ce projet s'étend bien à l'ensemble du bassin du Rhône dans la limite des données biologiques disponibles et pour la plupart reliées à la présence d'un site EDF.

L'Étude Rhône Phase 4 s'inscrit dans le sens de l'avis du 25 juillet 2007 du Conseil Scientifique du Comité de Bassin Rhône-Méditerranée sur « la demande d'EDF de relèvement de la température de l'eau à l'aval du canal de rejet du CNPE de TRicastin » qui concluait que « (...) des études [étaient] à lancer sur plusieurs sujets [notamment] l'incidence de la température et des rejets thermiques sur le comportement et l'écophysiologie des communautés aquatiques du fleuve (...) ».

Elle s'inscrit aussi dans le prolongement et en cohérence avec le Programme national de recherche en Thermie et Hydrobiologie lancé en commun par EDF et le Cemagref à la demande de l'Administration (MEEDDAT, ASN) pour répondre aux questions qui se posent sur l'impact des rejets thermiques des centrales électriques sur l'état écologique des rivières en période de canicule. Ce programme national de recherches a été lancé en 2008 sur 5 ans (2008-2012). Il fait l'objet d'un encadrement par le Conseil Scientifique de l'ONEMA et d'un suivi par le Conseil National de l'Eau (CNE).

2.2. QUESTIONS POSÉES

Avec pour objectif général d'analyser les liens entre la température, l'hydrologie et le fonctionnement des biocénoses aquatiques, les principales questions axes de recherches de ce programme portent sur :

- **La température influe-t-elle sur la croissance et la survie des organismes ?**

L'apparition et le développement des jeunes stades de poissons au regard de l'hydrologie et de la thermique, aussi bien en terme de **reproduction**, de **croissance** que de **survie**. Si, à ce jour, les chroniques ont été exploitées en matière de reproduction (quantité), les informations contenues dans les relations âge/poids/taille (qualité) et dans le suivi temporel des cohortes n'ont pas été abordées. Leurs liaisons avec les facteurs écologiques sont sans doute très instructives et constitueraient un des premiers pas vers la dynamique de population.

- **Existe-t-il des espèces ou un ensemble d'espèces d'invertébrés traduisant des effets de la thermique ?**

Pour les invertébrés, la proposition concerne également **l'identification de traits biologiques reliés à la thermique et à l'hydraulique**. Il s'agit en particulier d'identifier un **cortège d'espèces particulièrement sensible** à ces facteurs et permettant de construire un outil indicateur thermique.

- **La hausse de température constatée a-t-elle une influence sur les espèces introduites et/ou envahissantes ?**

La dynamique temporelle des espèces d'invertébrés invasives et/ou introduites par rapport aux espèces natives. Une hypothèse repose sur le fait que leur caractère thermophile semble les favoriser dans un contexte de hausse des températures du Rhône.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

- **Dans la configuration particulière du Rhône, quels sont les rôles respectifs des retenues/chenaux/tronçons court-circuités pour la dynamique de population ?**

Le rôle des différentes entités fluviales constituées du vieux Rhône court-circuité, du canal de fuite, de retenue ainsi que de milieux annexes dans l'émergence et la croissance des invertébrés et des poissons. Ces milieux se différencient par leurs caractéristiques thermiques et hydrologiques et jouent des rôles distincts dans l'alimentation du Rhône en juvéniles.

- **Quelle est la répartition spatiale et temporelle des habitats y compris thermique (habitat = hauteur d'eau, vitesse, substrat, température) ? Comment les poissons utilisent-ils ces habitats ?**

D'une manière idéale, disposer d'un modèle couplant habitat en fonction du débit et de la température d'une part et positionner le poisson à l'échelle d'un tronçon d'autre part, constituerait une première approche comportementale permettant d'identifier l'impact de situations de contraste thermique et hydraulique sur les populations piscicoles dans le Rhône.

Conformément à ce qui a été annoncé et discuté lors de la réunion du Comité Technique du 23 janvier 2009, d'autres champs qui sont évoqués aussi dans le courrier de la DIREN du 21 avril 2009 ne sont pas abordés à ce stade eu égard à la difficulté technique de mise en œuvre et au regard de la complexité des questions soulevées : **effet de la température sur les chaînes trophiques et le métabolisme des poissons, marqueurs de stress, bactériologie, chimie de l'eau, écologie microbienne, phytotoxine.** Dans la mesure où l'Étude Rhône Phase 4 apporte déjà un certain nombre de réponses à ces questions, certains sujets aujourd'hui orphelins pourraient être traités ultérieurement.

Il est à noter aussi que certains sujets plus généraux sont dores et déjà intégrés au sein **d'autres actions de recherche** dont **le programme de recherche commun EDF - Cemagref en Thermie et Hydrobiologie** qui a été présenté lors du Comité technique du 23 janvier 2009 et qui a déjà fait l'objet d'un avis favorable du MEEDAT et de l'ASN en avril 2008. Il s'agit notamment de **l'étude des tolérances thermiques piscicoles et de l'état sanitaire des populations piscicoles en situation de stress thermique.**

Enfin, certains aspects liés à l'organisation des **suivis physico-chimiques et biologiques dans le cadre des programmes de surveillance des CNPE et de la surveillance hydro-écologique des CNPE**, sont traités au sein d'autres entités d'EDF (EDF CIDEN, EDF R&D). Ils ne sont pas intégrés directement à l'Étude Rhône Phase 4 mais, par les données et les résultats qu'ils produiront, ils participeront à en compléter les conclusions.

3. DEFINITION TECHNIQUE DU PROJET

3.1. LOTISSEMENT TECHNIQUE DE L'ÉTUDE

L'Étude Rhône Phase 4 est divisée en lots, correspondant aux grandes thématiques du projet de recherche, selon le découpage suivant :

Lot 1 : Répartition des espèces sur le Rhône

Analyse des aires de répartition et évolution des espèces aquatiques du Rhône.

Approche de l'ensemble du Rhône, de l'extension des espèces de poissons, d'invertébrés et de végétaux (si données disponibles).

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Lot 2 : Croissance et survie des jeunes poissons

Identifier, au regard des conditions thermiques et hydrologiques, quelle est la croissance observée chez les jeunes poissons (relations âge/taille/poids). Quel est le taux de survie au moins après le premier hiver en fonction de cette croissance et des conditions écologiques ?

Pour ce lot, le site de **Tricastin** est bien adapté car une partie de l'information de base existe déjà. Cependant une confrontation des données observées sur différents sites de l'ensemble du Rhône permettrait de couvrir des amplitudes plus forte du couple température/débit.

Lot 3 : Sensibilité à la thermie et à l'hydrologie

Ce lot concerne aussi bien les poissons que les invertébrés, il cherche à identifier, l'évolution (invasif) ainsi que la sensibilité **des cortèges d'espèces** aux paramètres **« température » ou « débit »**. Il peut être divisé en sous-lots :

3a : Étude des traits biologiques

Identification des taxons d'invertébrés thermosensibles : essai de définition d'un indicateur thermique à travers l'étude des traits biologiques (cf. « IBGN » adapté à la thermie).

3b : Dynamique des espèces d'invertébrés invasives

Quelle est la dynamique de remplacement des espèces natives par des espèces invasives ?

3c : Rôle des zones annexes refuges du RCC de Péage de Roussillon

Il s'agit d'abord de caractériser les composantes thermique et hydrologique du RCC de Péage de Roussillon. L'analyse portera aussi bien sur la répartition des espèces d'invertébrés introduites et autochtones que sur la population piscicole afin d'appréhender le rôle des zones refuges.

3d : Rôle du débit et de la température sur la reproduction et la survie des poissons

En lien avec le point précédent, il s'agit de comprendre la dynamique des espèces piscicole à l'échelle de plusieurs entités hydrauliques géographiquement proches mais dont les caractéristiques hydrologiques et thermiques sont fondamentalement différentes. L'étude s'attachera particulièrement aux stades juvéniles et à la dynamique temporelle d'apparition des différents stades. Par une caractérisation des entités aquatiques étudiées, il s'agit de mettre en relation cette approche des populations avec les paramètres thermiques et hydrologiques. Cette partie pourrait être également menée sur le site de **St Alban** (Chenal + RCC).

Lot 4 : Répartition spatiale et temporelle des habitats, utilisation de l'habitat par les poissons

Ce lot s'attache à replacer le positionnement des poissons dans l'espace hydraulique et thermique. Il s'agit d'établir une description suffisamment fine de l'habitat selon les paramètres hydrologiques (débit/hauteur/vitesse/substrat) et thermiques afin de connaître la variabilité de la disponibilité en habitats.

Il est alors nécessaire de connaître le comportement du poisson dans ce milieu pour tenter de comprendre son comportement. Ceci permettrait d'établir les préférenda de chaque espèce étudiée.

Le site du **Bugey** paraît particulièrement bien adapté à ce type d'études compte tenu de sa diversité de faciès et des hétérogénéités thermiques aval.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Lot 5 : Coordination du programme

EDF-DTG assure la maîtrise d'œuvre de l'Étude Rhône Phase 4 et, à ce titre, organise la coordination des lots et des équipes scientifiques ainsi que la synthèse des travaux. EDF-DTG assure également la coordination du Groupe Scientifique, apporte dans ce cadre là l'ensemble des données de température nécessaires au projet et propose un avis d'expert.

La réalisation de l'ensemble de ces lots sera confiée au **Groupe Scientifique** qui :

- élaborera les documents et les présentera au Comité Technique.
- précisera à chaque réunion du Comité Technique, les orientations prises en cours d'étude si celles-ci sont marginales ou en sollicitant, sans attendre la fin du Lot, le Comité Technique si une ré-orientation majeure semblait indispensable.
- proposera à chaque réunion du Comité Technique, au vu des apports et connaissances acquises lors des lots déjà réalisés les orientations ou ré-orientations du présent Cahier des Charges.

Nota : Le détail du contenu de chacun des lots est fourni dans les propositions techniques des organismes de recherche qui sont détaillées plus avant dans ce document (voir Annexe 2).

3.2. PRECISION SUR LES COMPARTIMENTS BIOLOGIQUES À ÉTUDIER

Devant la complexité des biocénoses, il semble illusoire de pouvoir traiter tous les compartiments biologiques. À la lumière des différents suivis biologiques des CNPE, sur le Rhône, deux compartiments sont indispensables à traiter : les Invertébrés d'une part, les Poissons d'autre part. Dans la mesure des données disponibles, les compartiments planctoniques et les macrophytes, bien qu'un peu moins intéressants, sont à prendre en compte notamment pour la partie aires de répartition et évolution (invasif).

Parmi les cibles retenues, l'étude devra distinguer, probablement par secteur géographique, des espèces invasives et des espèces témoins plus particulièrement significatives.

De même, compte tenu des différences morphohydrauliques (Chenal, Rhône court-circuité, retenues et Rhône courant) et des différences typologiques entre haut et bas Rhône, on s'attachera à retenir des espèces témoins, présentant des variations chronologiques significatives et représentatives des milieux considérés.

D'après les résultats déjà acquis pour les poissons, on peut penser aux espèces (Barbeau, Vandoise et Ablette) pour le haut Rhône et (Gardon et Chevaine) pour le Rhône en aval de Lyon, probablement avec des zooms nécessaires sur des secteurs particuliers ou des espèces nouvelles dans l'écosystème rhodanien...

3.3. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

- Les données disponibles, notamment thermiques, étant déjà largement exploitées, cette étude se base principalement sur de l'acquisition de nouvelles données (voir § 3.4).
- Une réalisation sur 2009-2012 selon la durée nécessaire pour l'acquisition de données. Le suivi de populations d'invertébrés et piscicole sera établi au moins sur deux années successives afin d'appréhender l'influence des conditions climatiques et hydrologiques propres à chaque année.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

3.4. MESURES ET DONNÉES DISPONIBLES

- **Les données thermiques** : ces données à pas de temps fin (journalier) sont disponibles sur 12 stations de T°Eau sur le Rhône de 1977 à 2003 (Résultats de la phase1).
- **Les données hydrologiques** : ces données à pas de temps fin sont disponibles sur différentes stations du Rhône et de ses affluents sur la période 1977-2003 (Résultats de GICC).
- **Les données des échauffements résiduels des CNPE** aux différents points de mesure de la T°Eau : données journalières depuis 1991.
- **Les données biologiques** : issues des suivis des différents CNPE sur le Rhône, ces données périodiques (2 à 4 campagnes par année), sont disponibles depuis une vingtaine d'année. Grâce à la concertation entre les équipes chargées du suivi biologique, les protocoles n'ont pas varié dans le temps et sont assez similaires d'un site à l'autre, ce qui facilite grandement leur traitement... Ces données pourront être complétées avec les données externes RNDE, RHP qui pourront servir à conforter les résultats (en général, ce sont des chroniques courtes, à faible taux d'échantillonnage).
- **Les données sur l'évolution des autres facteurs écologiques** pouvant expliquer l'évolution des peuplements : pour la physico-chimie, on s'appuiera sur les données du RNDE, pour les espèces invasives et introduites sur les suivis biologiques précédents et des études spécifiques lorsqu'elles existent, pour les aménagements hydrauliques sur les données des études d'impact.

4. ORGANISATION DU PROJET

4.1. GOUVERNANCE

En reprenant les grandes lignes des phases précédentes, l'Étude Rhône Phase 4 est constituée de :

- Un **Comité de Pilotage** présidé par la DREAL avec la participation d'un représentant de l'ASN, de l'Agence de l'Eau, de l'ONEMA de la CNR et d'EDF. Il définit et valide les grandes orientations du projet et s'assure de la bonne adéquation des objectifs et du planning proposés avec les besoins identifiés. En cours de projet et en fonction des résultats obtenus ou des difficultés rencontrées, le Comité de Pilotage peut être sollicité pour discuter d'une éventuelle réorientation du projet ou de ses objectifs. En fin de projet, le Comité de Pilotage valide le bilan d'ensemble des actions conduites et émet des recommandations pour la suite.
- Un **Comité Technique** émanant du Comité de Pilotage mais élargi à des représentants scientifiques ou administratifs plus orientés sur les problématiques de biologie. Il se réunit une ou deux fois par an pour suivre l'avancement global du projet et vérifier à chaque étape clé (bilan intermédiaire, rapport de fin de lot, ...) que les livrables fournis sont conformes aux objectifs assignés et validés par le Comité de Pilotage.
- Un **Groupe Scientifique** composé de scientifiques reconnus (auteurs de la majorité de la bibliographie disponible) dans le domaine de la Biologie Aquatique sur le Rhône (DREAL, Agence de l'Eau, ONEMA, Cemagref, Université de Lyon, ARALEP, EDF R&D, EDF-CIDEN, EDF-DTG), pour discuter à un niveau plus opérationnel du suivi technique et de la réalisation de l'ensemble des lots d'études.
- Un **Programme de recherche** établi par le Comité Technique.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

- Un **Protocole d'étude** détaillé, établi par le Groupe Scientifique, validé par le Comité Technique avec des étapes intermédiaires de validation.
- La présentation des résultats partiels d'étape au Comité Technique avec les interrogations associées, la validation par ce Comité Technique des choix effectués pour la réalisation technique de l'étape suivante,
- EDF assure une mission de maîtrise d'œuvre, de coordination et d'appui logistique : préparation des réunions du CT, animation du groupe scientifique, passation des contrats, synthèse et communication des travaux réalisés.

4.2. ATTRIBUTION DES LOTS ET ELEMENTS FINANCIERS

L'attribution des lots se définit comme suit :

Lot	Intitulé	Équipe scientifique	Coût €	Proposition technique en annexe
1	Répartition des espèces sur le Rhône	ARALEP	11 000	§ 6.2.2
2	Croissance et survie des jeunes poissons	CEMAGREF Aix	76 100	§ 6.2.1
3a	Étude des traits biologiques	ARALEP	22 000	§ 6.2.2
3b	Dynamique des espèces d'invertébrés invasives	ARALEP	35 880	§ 6.2.2
3c	Rôle des zones annexes refuges du RCC de Péage de Roussillon	ARALEP	109 440	§ 6.2.2
3d	Rôle du débit et de la température sur la reproduction et la survie des poissons	CNRS (UMR CNRS 5023)	271 250	§ 6.2.3
4	Répartition spatiale et temporelle des habitats, utilisation de l'habitat par les poissons	CEMAGREF Lyon	505 613	§ 6.2.4
5	Coordination du programme	EDF-DTG	145 000	-
		Total	1 176 283	

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

4.3. ECHÉANCIER

Voir le tableau en annexe 1.
Selon les lots, le délai nécessaire à l'acquisition de nouvelles mesures nécessite un travail de terrain portant sur des périodes plus ou moins longues. L'échéancier est donc à posteriori réparti sur 2009–2012 avec des changements possibles selon la disponibilité des équipes de recherche et les aléas météos.

Sur un rythme de deux Comités Techniques par an, il s'agira de valider l'avancement des recherches avec au besoin une ré-orientation des travaux au vu des premiers éléments. Cette validation concernera aussi les synthèses établies pour conclure chacun des lots. Le calendrier se décompose comme suit :

- Décembre 2009 : présentation de l'avancement des travaux des lots 2, 3c et 4.
- Juin 2010 : synthèse des lot 1 et 3a, présentation de l'avancement du lot 3b.
- Décembre 2010 : finalisation du lot 2 et état d'avancement du lot 4.
- Juin 2011 : synthèse du lot 3b et point d'avancement des lots 3c et 3d.
- Décembre 2011 : synthèse du lot 4.
- Juin 2012 : synthèse des lots 3c et 3d

La synthèse globale de l'Étude Rhône Phase 4 sera validée en Comité Technique puis en Comité de Pilotage au second semestre 2012.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES (NON EXHAUSTIF)

Bady P. (2001). Stabilité spatiale des structures temporelles des peuplements de macro-invertébrés benthiques sur le Bas-Rhône: impacts potentiels des facteurs climatiques. Mémoire DEA, Univ. Lyon 1.

Bady P. & Dolédec S. (2003). Importance de la variabilité hydroclimatique régionale sur les peuplements de macro-invertébrés benthiques du Bas-Rhône. In D. Pont (Ed.), Conséquences potentielles du changement climatique sur les biocénoses aquatiques et riveraines françaises, Rapport Final programme GICC-Aquabio, MEDD, Paris.

Bady P., Dolédec S., Dumont B. & Fruget J.F. (2004). Multiple co-inertia analysis : a tool for assessing synchrony in the temporal variability of aquatic communities. C.R. Biologies, 347, 29-36.

BRAVARD, J.-P., ROUX, A.L., AMOROS, C. & REYGROBELLET, J.-L. (1995): The Rhône River: a large alluvial temperate river. - In: CALOW, P. & PETTS, G.E. (Eds), The River Handbook. Hydrological and ecological principles. Blackwell Science, Oxford, pp. 426-447.

Carrel G., Olivier J.-M., Poirel A. & Breil P. (2003). Variabilité inter-annuelle de la reproduction des poissons cyprinidae dans le Rhône à l'aval de Lyon : rôle de la température. In D. Pont (Ed.), Conséquences potentielles du changement climatique sur les biocénoses aquatiques et riveraines françaises, Rapport Final programme GICC-Aquabio, MEDD, Paris, 94-108.

Cattanéo F., Lamouroux N., Breil P. & Capra H. (2002). The influence of hydrological and biotic processes on brown trout (Salmo trutta) population dynamics. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 59, 12-22.

Daufresne M., Roger M.-C., Capra H. & Lamouroux N. (2003). Long-term changes within the invertebrate and fish communities of the Upper Rhône River: effects of climatic factors. Global Change Biology, 10, 124-140.

Dessaix J., Fruget J.F., Olivier J.M. & Beffy J.L. (1995). Changes of the macroinvertebrate communities in the dammed and by-passed sections of the French Upper Rhône after its regulation. Regulated Rivers, 10 (2-4), 265-279.

Dolédec S., Dessaix J. & Tachet H. (1996). Changes within the Upper Rhône River macrobenthic communities after the completion of three hydroelectric schemes: anthropogenic effects or natural changes? Archiv für Hydrobiology, 136 (1), 19-40.

Fruget J.F. (2003). Changements environnementaux, dérives écologiques et perspectives de restauration du Rhône Français : bilan de 200 ans d'influences anthropiques. VertigO, 4 (3), 1-17.

Fruget J.F., Centofanti M., Dessaix J., Olivier J.M., Druart J.C. & Martinez P.J. (1999). Synthèse des dix premières années de suivi hydrobiologique du Rhône au niveau de la centrale nucléaire de Saint-Alban. Hydroécologie Appliquée, 11 (1-2), 29-69.

Fruget J.F., Centofanti M., Dessaix J., Olivier J.M., Druart J.C. & Martinez P.J. (2001). Temporal and spatial dynamics in large rivers : the example of a long term monitoring of the Middle Rhône. Annales de Limnologie, 37 (3), 237-251.

Ginot V., Souchon Y. & Roger P. (1996). Impact de l'élévation artificielle de température induite par le fonctionnement du CNPE du Bugey (fleuve Rhône) sur les communautés de poissons. Hydroécol. Appl. 8 (3), 1-33.

GRENOUILLET, G., HUGUENY, B., CARREL, G., OLIVIER, J.M. & PONT, D. (2001) : Large-scale synchrony and inter-annual variability in roach recruitment in the Rhône River : the relative role of climatic factors and density-dependent processes. - Freshwat. Biol. 46: 11-26.

OLIVIER, J.M., CENTOFANTI, M., FRUGET, J.F., PERSAT, H. & BOISSON, C. (1994) : Characterization and evolution of the fish community of the regulated middle Rhône river: results of a 10 years survey period, Sixth International Symposium on Regulated Streams, Ceske Budejovice, Czech Republic.

Roger M.C. & Faessel B. (1989). Effets de l'échauffement artificiel de l'eau du Rhône sur le développement et la production des Gammaridae. Hydroécol. Appl. 1/2, 53-83.

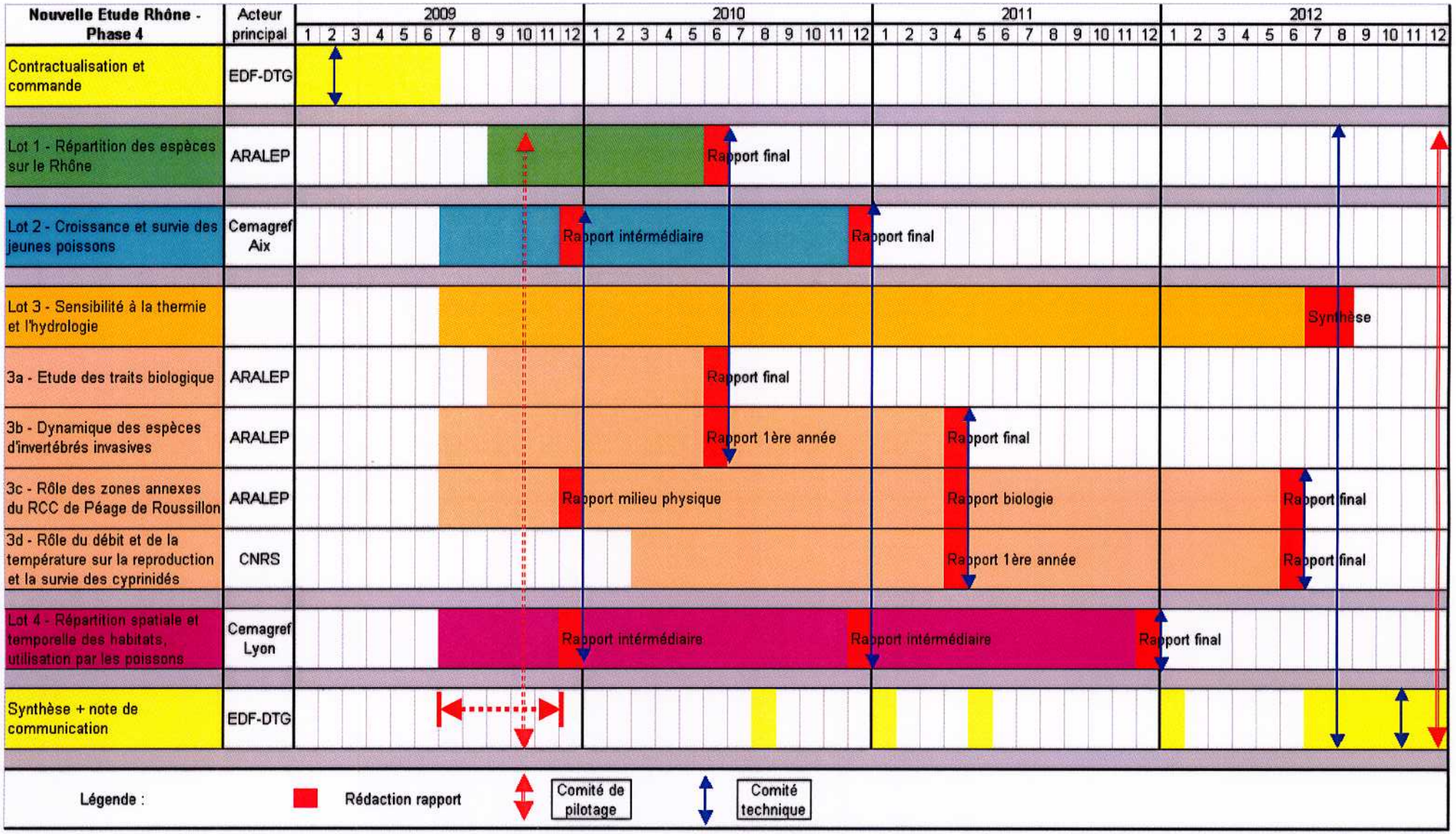
Roger M.C., Faessel B. & Lafont M. (1991). Impact thermique des effluents du Centre de Production Nucléaire du Bugey sur les invertébrés benthiques du Rhône. Hydroécol. Appl. 1 (3), 63-110.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

6. ANNEXES

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

6.1. ANNEXE 1 – ECHÉANCIER



Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

6.2. ANNEXE 2 – PROJET DE PROPOSITIONS TECHNIQUES

6.2.1. Projet de Propositions du Cemagref de Aix

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Étude Rhône - Phase 4

La croissance des jeunes poissons sur l'axe rhodanien : implication du contexte hydroclimatique et des processus de densité-dépendance

En étroite collaboration depuis 2000 avec les ingénieurs EDF des services "Environnement", dont Alain Poirel (DTG-Grenoble), nous poursuivons des activités de recherche appliquée en hydroécologie fluviale. Dans ce vaste domaine, l'évaluation environnementale du changement climatique constitue un véritable enjeu en raison du rôle majeur de la température et de l'hydrologie dans le fonctionnement écologique des hydrosystèmes. Ces recherches ont pour finalité d'apporter des réponses aux interrogations et préoccupations des industriels en regard des évolutions thermiques actuelles. L'assise de cette collaboration repose sur le partage des longues chroniques environnementales acquises dans la surveillance des sites industriels nucléaires ou à flamme.

Dans ce cadre, nous avons réalisé en 2006 une synthèse multi-partenariale sur le Rhône permettant de faire le point sur les connaissances biologiques acquises sur ce fleuve en regard des 4 grands sites nucléaires (centrale de Bugey, de Saint-Alban–Saint-Maurice-l'Exil, de Cruas-Meysse et du Tricastin). Cette étude importante (étude Rhône Phase III) a permis d'évaluer les nombreux changements enregistrés sur plus de deux décennies et entre autres les plus récents liés à la hausse des températures. Toutefois, ce document n'a pas apporté de réponses claires quant aux évolutions futures des peuplements sous l'impulsion du changement climatique. La compilation et l'analyse de ces données obtenues sur la base d'un protocole général élaboré à la fin des années 70 et au début des années 80 ont montré la nécessité d'entreprendre des recherches plus détaillées et nettement ciblées sur les réponses physiologiques des organismes dans un contexte hydroclimatique nouveau en regard des perceptions environnementales initiales.

En 2007, une étude acceptée et financée par EDF-R&D Chatou, a porté sur la croissance des jeunes poissons (DELAIGUE et al., 2007).

Cette étude analyse les paramètres de croissance (taille et poids) et de condition (coefficient de condition de Fulton) en regard du contexte thermique et de la taille des populations chez de jeunes Cyprinidae (poissons d'âge 0+) capturés en fin d'été sur le Bas-Rhône. Elle concerne trois espèces abondantes, le gardon *Rutilus rutilus*, le chevaine *Leuciscus cephalus* et l'ablette *Alburnus alburnus*. Les données piscicoles proviennent des campagnes d'échantillonnage de l'unité de recherche Hydrobiologie du Cemagref d'Aix-en-Provence, effectuées depuis 1980 entre les points kilométriques 148 et 277, de la retenue de Montélimar à l'amont d'Arles. Les données thermiques sont celles enregistrées par les services EDF-DTG Grenoble depuis 1977 sur l'axe fluvial. L'analyse est précédée par une étude des effets de la fixation par le formol à 4 % sur des juvéniles d'âge 0+ de ces trois espèces.

Parmi les résultats de ce travail, il faut signaler le contexte particulier du rejet thermique du CNPE du Tricastin. Le panache a des effets exacerbés sur les paramètres bio-métriques des trois espèces. La taille moyenne, les poids et coefficients de condition moyens sont nettement plus élevés que sur les autres stations. Ils montrent également une forte variabilité. En excluant ce secteur fortement impacté par le panache thermique, les principaux résultats associant la thermique - **exprimée sous la forme d'une somme de degré-jours au-delà du seuil thermique 12°C : $\sum dj > 12°C$** - et les paramètres de croissance montrent :

(1) que la taille (LT en mm) des jeunes gardons n'est pas liée significativement à cette variable,
(2) que les effectifs de jeunes gardons (juvéniles 0+) capturés en fin d'été augmentent avec le nombre de degré-jours $\sum dj > 12$ °C en juin,
(3) que la taille moyenne des jeunes gardons diminue lorsque les effectifs de poissons capturés augmentent mettant en exergue un effet de densité-dépendance,
(4) qu'aucun effet significatif de la variable thermique retenue n'est relevé sur les effectifs et la croissance des chevaines et des ablettes,
(5) mais que des effets de densité-dépendance existent également pour ces deux dernières espèces.

Cette étude soulève également un certain nombre d'interrogations.

Les échantillons sont caractérisés par la grande variabilité des effectifs et par la forte hétéroscédasticité des paramètres étudiés (taille, poids et condition). Ces contraintes limitent l'usage des statistiques paramétriques et impliquent également l'élimination d'échantillons à faibles effectifs. Un petit échantillon étant le reflet d'une réponse des peuplements à un contexte hydroclimatique défavorable, sa mise à l'écart peut conduire à l'élimination progressive des années froides de la chronique temporelle, à la conservation "involontaire" des années chaudes au détriment des années froides et à une minimisation du contraste inter-annuel des conditions hydroclimatiques. L'absence de réponse directe et significative entre la taille des juvéniles et la thermique pourrait être la conséquence d'une analyse "partiellement tronquée" de la donnée.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

En écartant le secteur "anormal" du rejet de Tricastin, la donnée biologique a été appréhendée sur une gamme de variabilité thermique plus réduite. Par ailleurs, l'échelle spatiale de perception des phénomènes étudiés est limitée en regard de la longueur totale du fleuve.

L'analyse des données a montré l'implication des processus de densité-dépendance susceptibles d'agir sur la croissance des cohortes. Dans ce travail initial, seuls ont été pris en compte les effectifs de jeunes de l'année (âge 0+) alors que les juvéniles (1+) parfois fort abondants à la suite de bonnes années en terme de reproduction sont également des compétiteurs.

Parmi les évolutions climatiques observées, les hivers sont actuellement moins froids et la durée de la saison froide a diminué. Ces conditions hivernales "douces" peuvent permettre une meilleure survie des individus nés au cours du printemps et de l'été précédents, contribuer également à un allongement des périodes favorables de croissance, et accroître indirectement les processus biotiques évoqués.

Dans cette étude, l'échantillonnage n'a permis qu'une comparaison des valeurs moyennes prises par les variables biologiques. Il s'avère que les conditions climatiques actuelles tendent à générer des distributions très étalées. A la fin d'une année favorable pour la reproduction et la croissance des individus, il est possible d'observer à la fois des individus très grands mais aussi très petits, un phénomène accentué chez des espèces à pontes multiples. La taille moyenne de la classe d'âge peut être équivalente à celle d'une année de moindre succès. Cela suppose donc d'appréhender la croissance en s'intéressant davantage à la forme de la distribution du paramètre considéré.

En regard des éléments obtenus dans cette première étude, nous proposons d'étoffer cette analyse en intégrant des stations supplémentaires situées sur l'axe rhodanien et faisant l'objet de suivis à long terme de la part de nos partenaires de l'université de Lyon (CNRS) et du Cemagref de Lyon.

Nous envisageons de regrouper des données piscicoles acquises par les ichtyologues dans le cadre d'activités contractuelles et de programmes de recherche. Ces données concernent des sites proches des stations d'enregistrements thermiques. Les stations sont situées sur le Haut-Rhône (secteurs de la Chautagne et de Bugey), sur le Bas-Rhône (Péage-de-Roussillon, Cruas, Viviers, Donzère, Caderousse et Aramon) et également sur la Saône. Dans la mesure du possible, nous travaillerons sur les mêmes espèces et intégrerons les juvéniles de deux années (0+ et 1+) dont les effectifs sont généralement dominants dans un échantillonnage par pêche électrique. En raison de la nature des données disponibles sur l'ensemble des stations, seule la longueur totale sera étudiée.

Afin de réaliser ce projet, nous sollicitons auprès des partenaires financiers et au titre de l'accord-cadre Cemagref-EDF :

(1) le financement d'une vacation de 12 mois pour un ingénieur d'étude biométricien, jeune diplômé du Master "Approches Mathématiques et Informatiques du Vivant, parcours professionnel Biométrie Appliquée" de l'université Lyon 1, ainsi que les frais liés à son accueil dans nos locaux (environ **40 000 euros**) ;

(2) le financement du travail de deux chercheurs de l'UR Hydrobiologie et d'un chercheur du Cemagref de Lyon, participation au titre de l'extraction, de la mise en forme et de la vérification des données, ainsi qu'à la rédaction du document final (environ **12 000 euros**) ;

(3) le financement de frais de déplacement pour des réunions de travail sur Lyon (estimation de trois déplacements pour trois personnes sur la durée du projet), soit **1 350 euros**.

Par ailleurs, ce projet fait appel aux compétences de deux chercheurs du CNRS (Université de Lyon), qui contribueront également au titre de la fourniture de données, de leur extraction, de leur mise en forme et vérification, et qui participeront en tant qu'experts au projet et à la rédaction du rapport final (**environ 8 000 euros**).

L'estimation financière globale de ce projet serait d'environ **61 350 euros**.

En souhaitant que vos services accorderont une attention particulière à ce projet, veuillez agréer, Messieurs, l'expression de nos respectueuses salutations.

Georges Carrel – CR Hydrobiologie

Jacques Veslot – Ingénieur Biométricien

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

6.2.2. Projet de Propositions de ARALEP

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Étude Rhône - Phase 4

Études complémentaires sur les peuplements d'invertébrés et les RCC.

Propositions techniques et financières. Version mars 2009

J.F. FRUGET

Notre proposition vise à apporter des éléments de réponse aux **questions** suivantes :

- **Espèces thermosensibles** : essai de définition d'un "IBGN" thermique à travers l'étude des traits biologiques des invertébrés.
- Rôle des **RCC** : caractérisation thermique et physique du RCC de Péage-de-Roussillon préalable à une étude biologique sur les invertébrés et les poissons.
- Réponse, répartition et devenir des **espèces d'invertébrés introduites** : dynamique des changements dans la composition spécifique et l'abondance relative et remplacement des espèces natives par des espèces invasives chez les crustacés.
- Analyse de la **distribution des espèces autochtones et exogènes** d'invertébrés et de poissons sur le longitudinal du Rhône et de leur "histoire" dans le fleuve.

1 - Préambule

Dans le cadre de l'étude thermique Rhône phase 3 (Bady & Fruget, 2006), nous avions constitué une base de données (sous le logiciel Access) sur les invertébrés regroupant les données issues des suivis des sites de Bugey, St-Alban, Cruas et Tricastin s'étendant de 1985 à 2004. Outre sa durée, un des intérêts majeur de cette base réside dans le fait qu'une partie non négligeable des données se situe à un niveau de détermination systématique au genre, voire à l'espèce, permettant une appréhension fine des caractéristiques écologiques des taxons ainsi identifiés.

Cette base[1], qui nécessite d'être actualisée et complétée avec les données des suivis des 4 sites des dernières années, constitue un excellent support afin d'appréhender les 2 premières questions, au moins sur le Rhône dans un premier temps. L'extension aux autres cours d'eau français soumis à des rejets de CNPE en circuits ouverts est plus difficile car les déterminations taxonomiques y sont généralement effectuées au niveau de la famille pour laquelle les informations écologiques sont plus restreintes.

[1] Outre son intérêt vital dans le cadre de cette étude précise, la mise à jour régulière de cette base de données permettrait à EDF R&D des consultations et des extractions dans le cadre d'autres programmes à l'échelle nationale. Un budget et une prestation annuels seraient ainsi à étudier afin de « faire vivre » cette BD avec les données des 4 CNPE situés le long du Rhône. Cela correspondrait annuellement à quelques journées d'ingénieur.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

2 - Étude des traits biologiques

Le codage des taxons de la base de données précédente avec les caractéristiques fonctionnelles et les traits bio-écologiques propres à chaque taxon (Usseglio-Polatera et al., 2000 et 2001) puis l'analyse du jeu de données obtenu par des méthodes multivariées appropriées permettraient d'identifier :

- d'une part, des espèces, ou ensembles d'espèces, particulièrement thermosensibles traduisant les effets de la thermique, ainsi que la définition de "**métriques thermiques**" dans le même esprit que les métriques hydrauliques ;
- d'autre part, des **patrons d'invasion biologique** ainsi que les **changements fonctionnels induits** (Bij de Vaate et al., 2002 ; Devin et al., 2005 a et b ; Devin & Beisel, 2007) au sein des peuplements d'invertébrés du Rhône.

Cette analyse pourrait **débuter à l'automne 2009** avec un rendu mi-2010.

Le **coût** serait le suivant :

- Actualisation et mise à jour de la base de données invertébrés CNPE Rhône, analyses statistiques multivariées des données sous l'angle des traits fonctionnels, interprétation et rédaction du rapport d'étude : 40 jours d'ingénieur expert au tarif unitaire de 550 euros = **22 000 euros HT**.

Un acompte de 30% sera facturé en début d'étude, puis le solde à la suite de la remise du rapport annuel d'étude validé par EDF.

3 - Rôle du RCC de Péage-de-Roussillon

Concernant le **rôle biologique des RCC** par rapport aux hétérogénéités thermiques, cela concerne essentiellement celui de Péage-de-Roussillon directement sous l'influence du rejet de St-Alban. Toutefois, en préalable à l'étude biologique proprement dite (refuges, diversité, etc.), il s'avère nécessaire de **mesurer et caractériser cette hétérogénéité thermique** par la mise en place d'enregistreurs en différents endroits et milieux et par la réalisation de profils thermiques longitudinaux saisonniers. Une première approche exploratoire avait été menée en 1997 (Aralep, 1997) et mériterait d'être renouvelée et poussée.

Pour cela, de manière identique à 1997, une série de profils transversaux et verticaux pourrait être réalisée sur toute la longueur du RCC, tous les 500 m entre l'aval du barrage et la restitution à différentes conditions hydroclimatiques suffisamment contrastées (QR = 20 en conditions de température "moyenne" - juin - ; QR = 20 en conditions de température élevée durant l'été ; QR = 10 en conditions automnales ; par ex.). Selon les données disponibles auprès de la Réserve Naturelle de l'Ile de la Platière et/ou de la CNR (relevés récents effectués dans le cadre du programme de restauration) sur les niveaux d'eau, les fréquences de connexion et de submersion des différents milieux, etc., une rapide description physique longitudinale du RCC serait faite en parallèle afin d'identifier et de caractériser les différents types milieux présents (présence de milieux annexes, connexion avec le chenal, type de matériaux, etc.). Des enregistreurs thermiques seraient également mis en place afin d'avoir une première appréciation d'éventuelles hétérogénéités et de leur évolution temporelle (drainage de la nappe de versant par la radier d'Arcoules, influence locale des faibles débits et profondeurs, etc.). Les données des stations de mesure en continu EDF RCC et rivière de canoë-kayak, ainsi que celle située au seuil de Peyraud, seraient également utilisées.

Cette première phase d'étude pourrait **démarrer dès le printemps 2009** avec rendu d'un rapport fin 2009 afin de pouvoir enclencher dans la foulée la caractérisation biologique. Le **coût** serait le suivant :

- Terrain profil longitudinal (frais de personnel 3 personnes, frais de mission et de déplacement, frais de matériel embarcation motorisée et sonde multiparamètres) : 1400 euros x 3 dates = 4200 euros HT.
- Enregistrements thermiques : coût forfaitaire de 100 euros x 4 stations = soit 400 euros HT.
- Rapport d'étude : exploitation des données (profils, enregistreurs, stations EDF), cartographie sommaire du RCC, interprétation, rédaction : 8 journées d'ingénieur au coût unitaire de 450 euros = 3600 euros.

Soit un total de **8200 euros HT**.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Un acompte de 30% sera facturé en début d'étude, puis le solde à la suite de la remise du rapport annuel d'étude validé par EDF.

4 - Suivi du fonctionnement biologique de zones annexes refuges

A l'issue de la phase de caractérisation thermique et physique précédente du RCC lors de l'année 2009, un **suivi du fonctionnement biologique des milieux annexes sélectionnés** serait mis en place à partir de 2010. Il est souhaitable d'avoir une reproductibilité sur **2 années consécutives**.

En première approche, à partir de notre connaissance du milieu et d'un examen cartographique, et sous réserve d'échanges hydrauliques avec le chenal du RCC (connexion, submersion), **3 milieux** pourraient être sélectionnés : 2 casiers Girardon, le premier en rive gauche aux environs du pk 55,5, le second en rive droite aux environs du pk 56,5 ; la petite lône de la Boussarde en rive droite aux environs du pk 57,5 située derrière des digues et casiers.

Le **protocole de suivi biologique** des peuplements d'invertébrés et de jeunes poissons utilisé par Franquet et al. (1995), Poizat & Pont (1996), Pont & Nicolas (2001), sur le Rhône aval en amont d'Arles pour caractériser les échanges et le rôle des casiers Girardon et des autres milieux annexes avec le chenal principal pourrait être reproduit dans le cadre de cette étude. Par ailleurs, nous réalisons depuis l'automne 2008 le suivi piscicole de tels milieux sur le RCC de Vernaison (aménagement de Pierre-Bénite en aval immédiat de Lyon) dans le cadre d'un projet d'observatoire des milieux naturels voisins de la raffinerie TOTAL de Feyzin. On rencontre également des milieux similaires, les « dike fields », aux Etats-Unis sur le Mississippi et le Missouri (Anderson & Day, 1986 ; Beckett et al., 1983 ; Hesse et al., 1982).

Pour les **invertébrés**, l'échantillonnage faunistique serait réalisé à l'aide de substrats artificiels (2 par site) des différents milieux particulièrement caractéristiques identifiés précédemment, avec un relevé parallèle des paramètres physico-chimiques de base (température, pH, conductivité, O2 dissous, transparence, chlorophylle afin d'appréhender la production primaire du milieu) et la mise en place d'enregistreurs thermiques. Afin de bien appréhender les différentes époques thermiques, l'échantillonnage serait effectué à toutes les saisons, en le resserrant en période estivale : **6 campagnes annuelles** pourraient ainsi être réalisées, selon le pas de temps : mars-avril – juin-juillet-août-septembre – novembre. Les résultats seraient comparés avec ceux obtenus sur le chenal à la station RCC du suivi du rejet du CNPE (substrat artificiel au pk 54,25, 4 campagnes annuelles réparties de façon saisonnière).

Pour les **poissons**, chaque milieu serait échantillonné par EPA à l'aide d'un matériel de pêche électrique portable et d'une embarcation pneumatique à raison d'une campagne mensuelle sur la période juin – octobre, soit **5 dates**, globalement parallèles aux invertébrés. Les adultes et les juvéniles seraient recherchés et les variables d'habitat des différents points seraient relevées. Une comparaison serait faite de la même manière que les invertébrés avec les données du chenal obtenues dans le cadre d'autres études en cours (suivi du rejet du CNPE, plan de restauration, proposition spécifique Olivier-Carrel sur les juvéniles dans le cadre du présent programme, etc.).

Cette étude pourrait **démarrer dès le printemps 2010**. Un rapport d'étude de l'année 1 serait rendu au printemps 2011, puis un rapport d'étude de l'année 2 comprenant également une synthèse des 2 années serait remis au printemps 2012.

Le **coût annuel** serait le suivant :

Invertébrés :

- Terrain et laboratoire (pose, retrait, dépouillement des substrats artificiels - Tri et détermination à l'espèce) : 550 euros par station x 3 stations x 2 substrats x 6 dates = 19 800 euros HT
- Frais de déplacement et de mission (2 personnes) : 100 euros x 6 dates = 600 euros HT
- Mesures physico-chimiques (dont chlorophylle a) : 15 euros x 3 stations x 6 dates = 270 euros HT
- Enregistrements thermiques : coût forfaitaire de 150 euros x 3 stations = soit 450 euros HT
- Rapport d'étude (synthèse des données invertébrés, traitement statistique, rédaction, etc.) : 10 journées d'ingénieur au coût unitaire de 450 euros = 4 500 euros HT.

soit un **total annuel invertébrés** de = **25 620 euros HT.**

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Poissons :

- Terrain (pêches électriques) et laboratoire (identification des juvéniles) : 1 300 euros par station x 3 stations x 5 dates = 19 500 euros HT
- Frais de mission/déplacement (3 personnes) et de matériel (matériel de pêche – embarcation) : 200 euros x 5 dates = 1 000 euros HT
- Mesures physico-chimiques et enregistrements thermiques : groupés avec invertébrés
- Rapport d'étude (synthèse des données poissons, traitement statistique, rédaction, etc.) : 10 journées d'ingénieur au coût unitaire de 450 euros = 4 500 euros.

soit un **total annuel poissons** de = **25 000 euros HT.**

Un acompte de 30% sera facturé en début d'étude, puis 30% à la fin des campagnes d'échantillonnage et le solde de 40% à la suite de la remise du rapport annuel d'étude validé par EDF.

5 - Dynamique des espèces invasives

Par ailleurs, nous avions réalisé en 2006 une étude spécifique sur la dynamique temporelle des populations de crustacés sur le site de St-Alban, ce groupe étant celui où le plus grand nombre d'espèces invasives était enregistré et pour lequel les modifications observées étaient les plus rapides (Aralep, 2007). Les résultats montrent que cette dynamique évolutive est particulièrement instable à l'échelle d'une année et nous avons posé plus de questions que répondu aux hypothèses de départ. Depuis, un nouveau crustacé invasif ponto-caspien a été capturé sur le Rhône, *Jaera istri*. Par rapport à la question sur le **devenir des espèces introduites** dans le cadre du changement thermique, la poursuite de cette **étude de dynamique temporelle** basée sur un échantillonnage mensuel sur un laps de temps plus long (moyen terme, soit 2 à 3 ans) s'avérerait intéressante afin d'avoir suffisamment de recul par rapport aux interrogations soulevées ainsi que par rapport à l'arrivée de cette nouvelle espèce. Des travaux récents sur le Rhin (Bernauer & Jansen, 2006) ont en effet montré des changements dans la composition spécifique et l'abondance relative indiquant d'une part le remplacement des espèces natives par des espèces invasives, d'autre part une succession rapide de dominance entre les invasifs anciens (principalement nord-américains tel que *Gammarus tigrinus*) et les plus récents (essentiellement ponto-caspiens tels que *Dikerogammarus villosus* et *Jaera istri*). Une hypothèse (parmi d'autres) repose sur le fait que les espèces exotiques seraient favorisées par un caractère "thermophile" dominant. La typologie des réponses des espèces de crustacés invasifs seraient analysées au travers de leurs caractéristiques fonctionnelles basées sur les traits bio-écologiques.

Afin de s'affranchir un minimum des phénomènes de variabilité inter-annuelle, il est souhaitable d'avoir une reproductibilité sur **2 années consécutives**.

Cette étude pourrait **démarrer dès le printemps 2009**. Un rapport d'étude de l'année 1 serait rendu à la suite des 12 premiers mois de suivi, puis un rapport d'étude de l'année 2 comprenant également une synthèse des 2 années incluant également l'étude initiale 2006.

Le **coût annuel** serait le suivant :

- Terrain et laboratoire-1 (pose, retrait, dépouillement des substrats artificiels - Tri et détermination des crustacés) : 200 euros par station x 3 stations x 12 dates = 7200 euros HT
- Laboratoire-2 (montage-mesure-sexage des crustacés) : 1 jour d'ingénieur au coût unitaire de 450 euros x 12 dates = 5400 euros HT
- Frais de déplacement : 45 euros x 12 dates = 540 euros HT
- Enregistrements thermiques : coût forfaitaire de 100 euros x 3 stations = soit 300 euros
- Rapport d'étude (synthèse des données, traitement statistique, rédaction, etc.) : 10 journées d'ingénieur au coût unitaire de 450 euros = 4500 euros HT

soit un **total annuel** de = **17 940 euros HT.**

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Un acompte de 30% sera facturé en début d'étude, puis 30% aux 2/3 des campagnes de l'échantillonnage avec la remise d'un CR d'avancement, et le solde de 40% à la suite de la remise du rapport annuel d'étude validé par EDF.

6 - Analyse de la distribution des espèces d'invertébrés et de poissons sur le longitudinal du Rhône

Réalisée en collaboration avec J.M. Olivier et G. Carrel, cette partie correspond à une présentation détaillée de la **distribution des espèces autochtones et exogènes** et de **leur "histoire"** dans le Rhône.

Notre contribution portera sur les peuplements d'**invertébrés**. Si des synthèses existent déjà (Fruget & Michelot, 2001 ; chapitre spécifique d'ouvrage de J.M. Olivier en 2008), une actualisation est nécessaire avec l'arrivée accélérée de plusieurs espèces invasives ces dernières années d'une part, et les données récoltées depuis quelques années dans le cadre du suivi du plan de restauration du Rhône d'autre part. Par ailleurs, un approfondissement des informations disponibles sur les milieux annexes semble nécessaire (Haut-Rhône en particulier avec les travaux de Castella, Richoux, Coulet et al. sur les gradients transversaux durant les années 1980).

Le **coût** de notre intervention (contribution – coordination) se monterait à 20 jours d'ingénieur-expert au tarif unitaire de 550 euros HT, soit **11 000 € HT**.

Cette analyse pourrait **débuter à l'automne 2009** avec un rendu mi-2010.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

6.2.3. Projet de Propositions du CNRS (UMR CNRS 5023)

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Étude Rhône - Phase 4

Analyse du rôle du débit et de la température sur le succès de reproduction des espèces de cyprinidés sur deux sites du Bas-Rhône : Péage de Roussillon et Baix-Logis-Neuf

(coordination **J.M. Olivier** et G. Carrel)

L'analyse de la variabilité hydro-climatique et son rôle sur la reproduction des poissons Cyprinidae (1982-2004) réalisée dans le cadre de la phase III de l'étude thermique Rhône a montré la complexité de l'effet des facteurs thermique et hydrologique sur le succès de la reproduction de 14 espèces de cyprinidés bien représentées dans le Bas-Rhône. Les données biologiques utilisées dans cette étude provenaient des échantillonnages réalisés dans le cadre des suivis hydrobiologiques des CNPE du Bas-Rhône. Pour des raisons pratiques et en particulier la fréquence d'échantillonnage, seules les données collectées en fin d'été avaient été utilisées. Dans ce contexte, le succès de la reproduction avait été estimé à partir des quantités de juvéniles capturés en fin d'été et des proportions d'individus appartenant à chacune des espèces. Des variables synthétiques permettant de décrire le régime thermique et l'hydrologie avaient été calculées à partir des chroniques de mesures.

L'analyse a montré que les événements climatiques au cours du printemps et de l'été (période de reproduction et de croissance des larves et juvéniles de poissons) avaient une influence importante sur la quantité de juvéniles présents dans le système fluvial en fin d'été, que les différentes espèces étaient affectées différemment par ces événements. Cependant, seul un

suivi régulier au cours de la période printanière et le début de l'été permettrait de mettre en évidence l'impact réel des modifications de débit et de température au cours de cette phase critique du développement des poissons.

Dans ce contexte et compte-tenu des résultats obtenus sur la chronique 1982-2004, il apparaît important de changer d'échelle d'observation afin de mieux caractériser et comprendre la dynamique du peuplement de cyprinidés et de rechercher le rôle d'événements hydro-climatiques particuliers dans le succès de reproduction des différentes espèces.

L'existence des jeux de données collectés dans le cadre des suivis hydrobiologiques classiques implique que ces études soient réalisées sur les sites déjà suivis.

En regard des conclusions de l'étude Rhône Phase III, nous proposons donc un programme de recherche dont les objectifs principaux sont :

- d'étudier précisément **la dynamique temporelle de reproduction des espèces de cyprinidés** du peuplement piscicole de deux secteurs du Bas-Rhône (Péage-de-Roussillon et Baix-Logis-Neuf) en échantillonnant régulièrement les larves et juvéniles dans le système entre **mars et septembre**,
- de **prendre en considération, pour chacun des sites, la partie du système constituée par le Vieux-Rhône, l'aval de la restitution et le canal de fuite** afin d'étudier le rôle joué par chacun de ces milieux dans l'alimentation du fleuve en jeunes poissons, de **comparer les chroniques d'apparition** des premières larves entre les différents compartiments d'un même site et entre les sites,
- de mettre en évidence le rôle de la température et de l'hydrologie dans la **succession des phases de reproduction** des **différentes espèces** et des **cohortes** au sein des espèces, dans le maintien des larves et des juvéniles dans le système et sur la croissance des juvéniles,
- de **caractériser au mieux les habitats thermiques** dans les Vieux-Rhône (nécessité d'installer des enregistreurs thermiques en plusieurs points dans les Vieux-Rhône avec prise en compte du chenal principal, des lônes et des casiers Girardon).

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

A Péage-de-Roussillon, en aval du CNPE de Saint-Alban, l'analyse fine de la thermie du Rhône dans le Vieux-Rhône, couplée celle en amont et en aval de la centrale, permettra de montrer l'influence de l'échauffement dû au CNPE sur le régime thermique du Vieux-Rhône.

A Baix-Logis-Neuf, le peuplement piscicole du secteur au droit du CNPE de Cruas-Meysse et surtout dans la station située en amont du CNPE a considérablement évolué depuis les grands crues de 1993-1994 avec des effectifs et une richesse spécifique plus importants qu'auparavant. Néanmoins, l'origine des poissons capturés ici, en particulier les très grandes quantités de juvéniles de l'année, reste relativement incertaine. L'étude proposée permettra très probablement de mettre en évidence le rôle probable de site de reproduction et de croissance majeur que représente le Vieux-Rhône en amont.

L'échantillonnage sera réalisé par pêche électrique en bateau en adaptant les moyens de pêche à la taille des poissons, en particulier des très jeunes stades de développement. L'échantillonnage sera réalisé toutes les deux semaines à raison de deux jours d'échantillonnage par campagne de pêche et par site de mi-mars à septembre (14 campagnes de pêche par an) au cours de deux années consécutives (2009-2010). L'effort de pêche est évalué au minimum à 150 échantillons ponctuels d'abondance (E.P.A.) par secteur et par campagne.

Les données thermiques et hydrologiques seront fournies par EDF.

Compte-tenu de l'importance de ce travail, dans la mesure du possible, le frai des poissons sera observé et caractérisé.

L'important effort d'échantillonnage mis en oeuvre dans cette étude devrait permettre d'échantillonner des classes d'âge supérieures à celle des juvéniles de l'année, et en particulier des poissons d'âge égal ou supérieur à 1 an (1+). L'analyse des données devrait donc permettre d'estimer la part relative des poissons ayant franchi la saison hivernale et potentiellement capables d'intégrer ultérieurement la fraction reproductrice de la population.

De plus, l'échantillonnage réalisé en fin d'été viendra remplacé celui réalisé dans le cadre des suivis hydrobiologiques classiques avec néanmoins un effort d'échantillonnage nettement plus conséquent permettant de dresser un bilan post-estival beaucoup plus pertinent qu'avec l'effort d'échantillonnage développé habituellement.

La mise en œuvre d'un tel programme nécessite l'emploi d'un post-doc ou d'un ingénieur de recherche compétent en écologie et biologie des poissons et en particulier des jeunes stades sur une période de 30 mois minimum et un encadrement important au moins en début d'étude.

Le coût de l'étude est établi comme suit :

Salaires + environnement (version Post-Doc)

Coût salaire post-doc : **115 380 €**
Environnement (techniciens + matériel) : **92 304 €**

Total : **235 972 €**

Encadrement Chercheurs

Jean-Michel Olivier : 40 jours soit : 26 000 €
Georges Carrel : 25 jours soit : 16 250 €
Total : **42 250 €**

Déplacements (travail de terrain et coordination)

28 500 €

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Coût global de l'étude : **280 000 €**
Dont :
18 750 € pour le Cemagref (Aix-en-Provence)
261 250 € pour le CNRS (UMR CNRS 5023)

Pêche aux filets maillants tous les 2 ans (2009-2011)

J.M. Olivier & G. Carrel

L'objectif est d'augmenter la quantité d'information sur les espèces pélagiques ou vivant dans le chenal
Si possible a réaliser avec un pêcheur professionnel.

A chiffrer.

Analyse de la distribution des espèces d'invertébrés et de poissons sur le longitudinal du Rhône

J.F. Fruget J.M. Olivier & G. Carrel

Présentation détaillée de la distribution des espèces autochtones et exogènes et de leur "histoire" dans le Rhône.

Coût :

G. Carrel :	5 jours soit 4000 € HT
J.M. Olivier :	5 jours soit 4000 € HT (50% d'autofinancement soit 2000 €).
J.F. Fruget (ARALEP) :	20 jours soit 11 000 € HT.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

6.2.4. Projet de Propositions du CEMAGREF de LYON

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Etude Rhône - Phase 4

Projet Bugey 2D

Contexte de l'étude :

Les résultats du groupe de travail 'Rhône Phase III' (EDF, Drire, Agence de l'Eau, Diren, Univ. Lyon I, Aralep, Cemagref Aix et Lyon) illustrent clairement le besoin de prendre en compte la variabilité spatio-temporelle des conditions de débit, d'habitat et de température pour étudier la variabilité de la structure des communautés vivantes du Rhône (poissons, invertébrés, plantes); Cette prise en compte ne peut se faire que par l'intermédiaire d'une modélisation hydrodynamique et thermique.

Le développement d'une telle modélisation a pour objectif, outre l'augmentation des connaissances quant aux déterminismes de la structuration des peuplements de poissons (mais aussi d'invertébrés et de plantes), de mieux cerner l'impact réel des rejets d'eau chaude sur l'écologie des milieux d'eaux courantes. La modélisation de l'histoire hydrodynamique vécue par les peuplements en place, confrontée aux 27 ans de suivi de leurs évolutions, permettra d'étalonner le modèle. Ce dernier, utilisé pour prédire l'évolution de la structure des peuplements du Rhône sur la base de scénarios d'évolution des conditions de débit et de température, en entrée du système mais aussi au niveau des rejets, semble être l'unique outil de référence pour une discussion objective quant à la définition d'une gestion la plus durable possible. En effet, avec une modélisation maîtrisée et contrôlée par tous, il sera possible de définir des règles de gestion des débits et des rejets d'eau chaude plus précises et surtout plus adaptées aux conditions ambiantes que la simple application d'un principe de précaution. Ce principe, permettant certes d'éviter des catastrophes, ne se justifie que par un manque de connaissance et d'outils requis pour prendre une décision adaptée. L'objectif de notre projet est de pouvoir combler ce vide.

Le LHQ (Cemagref-Bely) dispose actuellement du plus long suivi biologique (poissons & invertébrés) réalisé sur le Rhône au cours des 27 dernières. Ces données associées aux connaissances du laboratoire quant aux préférences des poissons et à la modélisation des conditions d'habitat sont une garantie forte de la réussite scientifique du projet Bugey 2D. Même si ces données ne permettent pas actuellement d'aider à la définition de règles pour les rejets d'eau chaude, elles permettront dans un premier temps d'estimer la part de la variabilité des conditions d'habitat et de température dans la structuration des peuplements de poissons et d'invertébrés. Ces connaissances, qui n'existent pas actuellement, sont la garantie de la qualité des futures prédictions.

Le LHQ et RSW-Inc (Eric McNeil et coll.) travaillent actuellement sur un secteur prototype d'environ 1500 m situé entre la prise d'eau du CNPE de Bugey et l'aval du rejet principal. L'avantage de ce secteur prototype est de pouvoir arriver rapidement à des simulations hydrauliques et thermiques (intégrant la complexité liée aux rejets du CNPE) permettant de tester :

- la validité des modélisations hydrauliques et thermiques et le couplage avec les modèles biologiques ;
- la faisabilité des simulations de séries long terme ;
- la faisabilité de protocole de suivis comportementaux in situ à l'échelle du Rhône.

Dans le même temps, un travail similaire de modélisation est effectué en collaboration avec l'INRS-ETE de Québec à l'échelle des 35 km du secteur complet. Ce travail est beaucoup plus long du fait des dimensions du secteur étudié.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Programme d'étude envisagé :

Comprendre et modéliser la dynamique des peuplements de poissons (et d'invertébrés) dans le fleuve Rhône, en analysant simultanément les conditions d'habitat hydrauliques et thermiques.

1° étape

Modélisation des conditions hydrodynamiques (hydraulique et thermique) du Rhône entre la retenue de Sault-Brenaz et le barrage de Jons (35 Km). Cette modélisation est la condition préalable et sine qua non du projet car toutes les étapes suivantes seront basées sur ces simulations. Cette modélisation débutera spécifiquement par le secteur prototype au niveau du CNPE Bugey.

2° étape

Simulation de l'histoire d'habitat (hydraulique et thermique) des 27 dernières années pour évaluer la part de la disponibilité en [habitat–température] dans la structuration des peuplements. Pour ce faire, les simulations seront confrontées aux 27 années de suivi biologique réalisé sur le Rhône par le Cemagref.

3° étape

Les simulations précédentes requièrent des modèles biologiques qui rendent compte des préférences des individus (différents taxons) pour les différentes variables modélisées (profondeur d'eau, vitesse du courant, température). Certains de ces modèles sont disponibles (et seront utilisés pour les premières simulations), d'autres sont à développer (surtout ceux relatifs à la température). Le développement de ces modèles sera couplé à l'étude comportementale in situ de la réponse individuelle des poissons soumis à des variations spatio-temporelles de débit (habitat hydraulique) et de température.

4° étape

L'échantillonnage des peuplements de poissons (et d'invertébrés) se poursuivra et sera renforcé pour évaluer précisément la dynamique temporelle des différentes populations présentes dans le secteur. A terme un modèle de dynamique des peuplements spatialisé sera développé, avec comme variables clefs indépendantes les conditions hydrodynamiques et thermiques.

Collaborations :

Pour réaliser ce projet des collaborations sont déjà engagées :

- une collaboration étroite avec Hervé Pella (Ingénieur Géomaticien – LHQ – Cemagref Lyon) pour tous les aspect SIG, cartographie, et liens entre les mesures terrain (topo, DGPS, GPS...) et la cartographie. J'estime son temps de travail sur ce sujet à environ 8 à 10 semaines min / an ;
- une collaboration étroite avec Pascal Roger (Technicien – LHQ – Cemagref Lyon) ;
- un stagiaire Licence SIG – Cartographie [Marceau Reynard], qui aura pour objectif de finaliser le MNT des 35 km et le maillage correspondant pour la modélisation hydraulique ;
- un stagiaire à recruter, qui aura pour objectif de réaliser la modélisation hydraulique du secteur prototype ;
- une collaboration étroite avec l'INRS–ETE de Québec (M. Leclerc, Y. Secretan et A. St Hilaire), J. Morin (Env. Canada) pour la modélisation du secteur global. Une aide financière pour des échanges de courte durée de personnel permanent et de stagiaires a été utilisée en 2006 pour démarrer cette collaboration.
- une collaboration étroite avec E. McNeil (RSW – Montréal) et ses collaborateurs (MC Bouillon et C. Alfaro) pour la modélisation du secteur prototype. Cette collaboration n'est pas soutenue financièrement pour le moment.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

Matériel :

Le matériel nécessaire aux campagnes de terrain est pratiquement entièrement disponible au Cemagref :

- Bateaux (Boston, Barque et petit Zodiac, avec les moteurs associés) ;
- ADCP, Tachéomètre et DGPS ;
- Thermographes enregistreurs ;
- 2 postes de travail pour les deux stagiaires (ordinateur et mobilier), ainsi qu'une gratification de 376 €/mois,
- Licences pour le logiciel Modeleur (offertes par l'INRS),
- Licences ArcView, MapInfo,

  ou chez les partenaires :
- Licence Telemac 2D utilisée par RSW-Inc.

Présentations du travail à l'extérieur :

En mai 2006, une première analyse du secteur prototype au droit du CNPE de Bugey avec un MNT grossier (encadrement C. Alfaro, Maîtrise à l'Université de Montréal, en collaboration avec Eric McNeil, RSW) à permis de réaliser les premières simulations. L'objectif de ce travail était de démontrer le potentiel scientifique d'une telle approche. Nous avons proposé une présentation orale de ces résultats aux colloques :

- Congrès du Rhône – juin 2006
  (http://www.congres-rhone.ch/presentation.php)

  Tisor II – août 2006 - conférence introductive d'une session
  (http://www.sbes.stir.ac.uk/riversconference)

Depuis, le projet :

- à été présenté à la Diren Rhône Alpes en octobre 2006 ;
- à été présenté au Séminaire REGLIS (CNES – Maison de la télédétection) de décembre 2006 à Montpellier (Intérêt de la Bathymétrie Multi-Faisceaux pour réaliser un MNT de grande précision) ;
- sera présenté brièvement à EDF - Chatou le 16 mars 2007 (réflexion sur les études menées/à mener à propos du rôle de la température sur les écosystèmes aquatiques) ;
- sera présenté brièvement à l'Agence de l'Eau RM&C le 29 mars 2007 (accord cadre Cemagref – Agence RM&C), avec l'objectif d'être intégré pour partie dans le programme prévisionnel du Plan Rhône.

Financement :

Après de gros investissements opérés sur fonds propres du laboratoire, nous sommes à la recherche de financements pour la réalisation des étapes futures.

Références aux fiches projet Plan Rhône

Lecture de quelques fiches du Plan Rhône, permettant d'analyser en quoi le projet Bugey 2D peut être intéressant et utile aux travaux envisagés dans le plan Rhône.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation

VOLET QUALITE DES EAUX, RESSOURCE ET BIODIVERSITE

Fiche 1-01 : Lutte contre la pollution par les substances toxiques....
Surtout centrée sur agglomération lyonnaise et vallée de la chimie...
Mais surveillance de l'amont, ET « Action de surveillance » particulière soulignée pour les PCBs : « diagnostic de l'état de contamination des sédiments et des poissons [...] sur une période de trois ans »
Cf. proposition pour étude PCBs (cf. projet M. Babut).

Fiche 2-10 : Site d'intérêt écologique
Le linéaire Sault-brénaz- Jons (masse d'eau n° 2004) est clairement identifié.
Comme nécessitant une restauration des espaces associés au lit majeur et des mesures visant à favoriser la connectivité.
Envisager d'abord une étude « préalable » (état des lieux, objectifs et scénarios de restauration – 120 k€ par site) (fiche II – 14, volet énergétique).

Fiche 2-08 et 2.09 : Augmentation des débits réservé et restaurer les milieux annexes des tronçons du SDAGE 1996.
Dans ce cadre, l'idée d'avoir un secteur « témoin » (tel que Sault–Jons) paraît une bonne idée, notamment pour l'évaluation des évolutions observées dans les RCCs (approche classique de comparaison pour les études de Qres dans cours d'eau plus petits).

Fiche 3-11 : Restauration de l'axe de migration Rhône et affluents.....
Surtout aval et amphialins, mais possibilité de réflexions particulières (autres espèces ; enjeux locaux et communications latérales). Mais centré sur l'aval (sauf pour l'Apron).

Fiche 4-12 : Espaces emblématiques
La présence d'îles, d'une confluence importante (réserve écologique ?), et de nombreux bras secondaires ou bras morts.

Fiche 5-18 : Suivi scientifique
Vouloir analyser le rôle respectif de la thermie et de l'hydrologie, sans modélisation déterministe, à l'échelle du poisson = surprenant.

Fiche 5-19 : récolte données et mise à disposition

- Mise à dispo de la bathymétrie pour « base de données topographiques du Rhône » (proposition déjà faite à Claire Floury, Agence).
- Mise à disposition de l'outil pour d'autres scientifiques sur d'autres thèmes.....(espèces végétales et animales).

VOLET ENERGETIQUE
Ce volet semble être encore plus adapté aux questions posées par le projet Bugey 2D.

Copyright EDF - 2009. Ce document est la propriété d'EDF. Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation