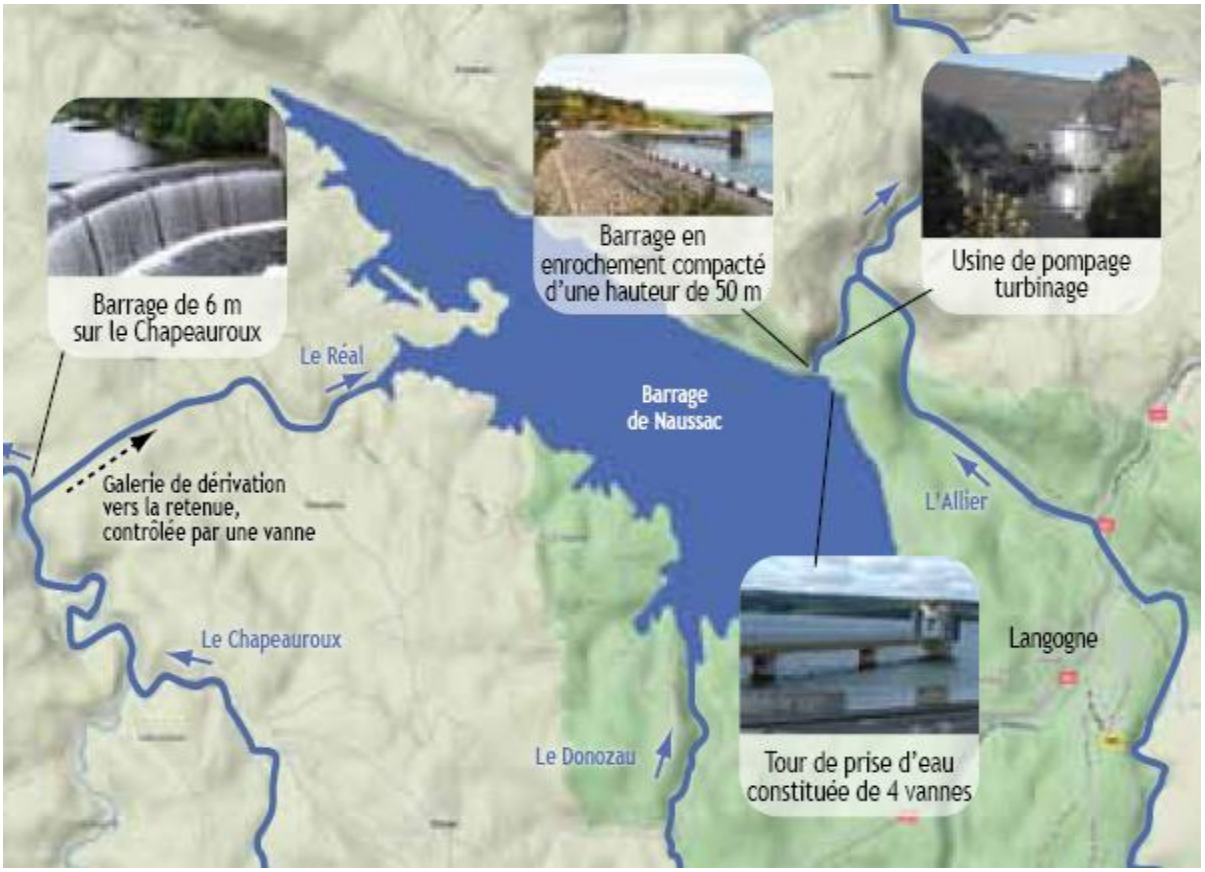
Valorisation de l'aménagement de Naussac par l'implantation d'une microcentrale dans le canal de dérivation du Chapeauroux

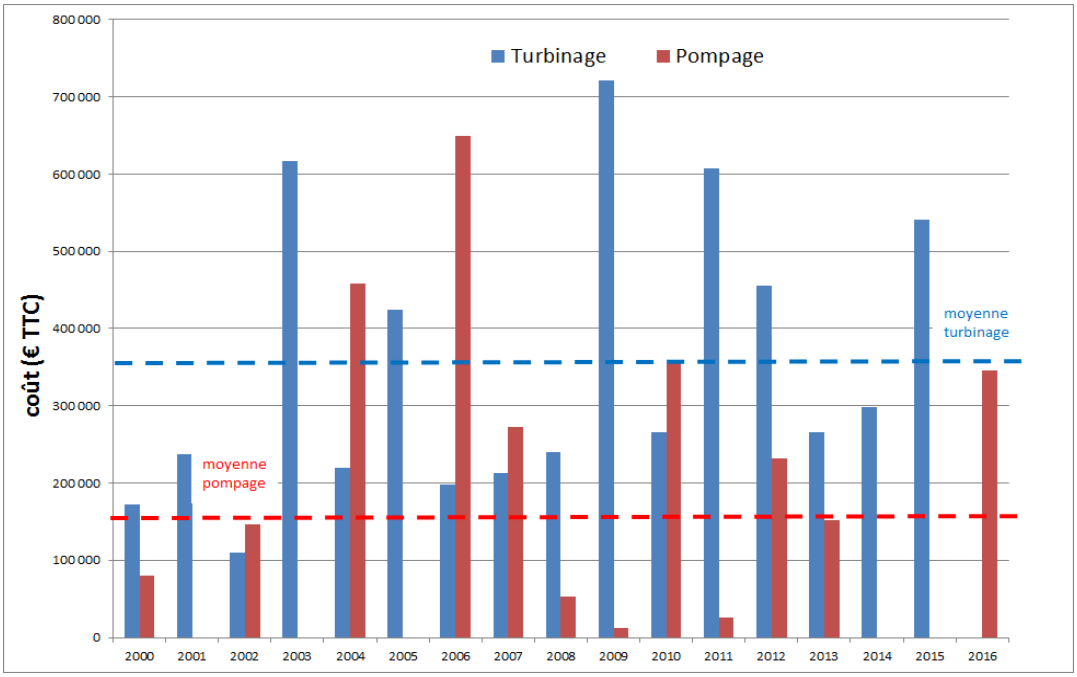
L'aménagement de Naussac a pour fonction d'assurer le soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire. Il est intégré au système de gestion de réserves hydrauliques sur le haut bassin de la Loire, dont le barrage de Villerest est la seconde composante. Il possède une hauteur de 50 m au-dessus de sa fondation, et forme une retenue qui a une capacité normale de 190 millions de m³ et une superficie maximale de 1 050 hectares, à la cote 945 m NGF.

Le remplissage de la retenue s'effectue par :

- le Donozau (bassin versant de 53 km²), cours d'eau sur lequel est construit le barrage, (environ 20%) ;
- une dérivation, placée sur le cours d'eau du Chapeauroux (bassin versant de 205 km²), qui permet d'orienter l'eau vers la retenue via une galerie, tout en laissant un débit réservé dans le Chapeauroux (environ 50%) ;
- le pompage dans l'Allier, sous certaines conditions (environ 30%).



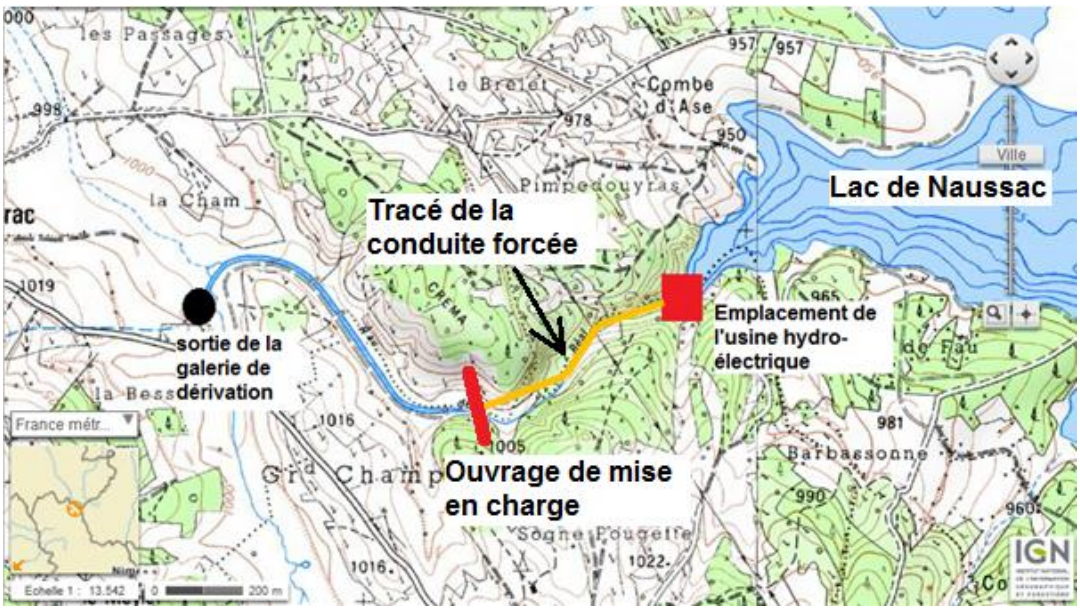
Le différentiel moyen entre les recettes de turbinage et les frais de pompage de l'usine de Naussac s'élève sur la période 2000-2015 à 174 000 € TTC.



Compte tenu à la fois de l'importance des débits dérivés et de la configuration du site, valoriser l'aménagement de Naussac en équipant la dérivation d'une microcentrale permettrait notamment de compenser les coûts liés au pompage.

C'est dans ce contexte que, en décembre 2012, a été signée une convention de partenariat avec l'ESIGELEC de Rouen dans le cadre de l'étude d'opportunité technique et financière de la mise en place d'une microcentrale sur la dérivation du Chapeauroux (Cf. Extrait du rapport final produit en annexe). Dans la continuité de cette première analyse, un travail de stage ingénieur réalisé en 2014 a permis de confirmer l'intérêt du projet (Cf. Extrait du rapport de stage produit en annexe), prolongé par une note de faisabilité établie par BRLi en 2015, en tant qu'assistant à maitrise d'ouvrage (Cf. Note de faisabilité produite en annexe). Il est donc envisagé d'engager en 2016 la réalisation de cette microcentrale, pour une mise en service à l'horizon 2018.

L'emplacement du projet est décrit sur la carte ci-dessous.



La microcentrale devra comprendre :

- un ouvrage de mise en charge d'une hauteur comprise entre 2,5 m et 4 m, équipé d'un dispositif de dégrillage, afin d'éviter le passage d'embâcles dans la turbine ;
- une conduite forcée, d'une longueur de 600 m qui sera enfouie sous le terrain naturel, et dont la pente moyenne serait de 6% ;
- une usine hydro-électrique, constituée d'une turbine et d'un alternateur, au niveau du lac.

Les caractéristiques attendues sont précisées ci-après.

- Débit d'équipement : .....1,5 m^3/s
- Rendement moyen global de l'installation : 0.78
- Chute brute : ..... 41.3 m
- Chute nette moyenne : .....38 m
- Puissance maximale : ..... 436 kW
- Productible .....1 330 000 kWh

Le bilan prévisionnel des dépenses est présenté dans le tableau ci-dessous.

Poste	**Montant (€ TTC)**
Accès, terrassement et génie civil	500 000
Conduite forcée	800 000
Turbine, alternateur	400 000
Electricité et automatisme	200 000
Vantellerie, chaudronnerie	100 000
Etudes, maitrise d'œuvre	300 000
Divers	400 000
Total investissement	**2 700 000**
Prévision des coûts de maintenance/an	*50 000*
Prévision de recettes/an	*150 000*

En termes de retour sur investissement de l'opération projetée, il s'établit à 23 années – 27 années s'il n'est pas tenu compte de la perception du FCTVA. Etant précisé que la durée d'amortissement serait de 30 ans, correspondant à une installation technique spécifique.

Le planning prévisionnel est le suivant :

- Consultation pour le marché de maîtrise d'œuvre : juillet-août 2016
- Notification du marché de maîtrise d'œuvre : octobre 2016
- Réalisation des études d'avant-projet : novembre 2016 à juin 2017
- Démarches administratives (permis, dossiers d'études d'impact, dossier loi sur l'eau, etc.)
- Dépôt du permis de construire : juin 2017
- Consultation des entreprises : septembre 2017
- Démarrage des travaux : décembre 2017
- Travaux : décembre 2017 à juin 2018
- Réception des travaux : juillet 2018

Le montant estimatif des travaux est de 2,7 M€ TTC, en hypothèse la plus probable. Il est envisagé que l'opération soit financée sans recours à un emprunt, *via* la mobilisation d'une partie du montant des provisions pour gros travaux déjà constituées, à hauteur actuellement de 5,9 M€.

Il est proposé d'acter l'autorisation de programme d'un montant de 2,7 M€ TTC réparti comme suit : 0,013 M€ en 2016 ; 0,737 M€ en 2017 et 1,95 M€ en 2018.

Il est proposé au Comité syndical d'approuver la délibération correspondante.

Vincent AUBLANC
Arnaud CHRISTEN
Matthieu LE SAOS
Alban MORISSE
Jean MUR

Rapport d'activité

Etude de faisabilité d'une microcentrale hydroélectrique

Ping 24

Binôme encadrant		Instructeur	Commanditaire
M. Berradia	M. Neveux	M. Cité	M. Tombozafi Etablissement Public Loire

Sommaire

Sommaire 2
Introduction 3
1. Contexte 4
1.1. Présentation des acteurs 4
1.2. Présentation du site 4
1.3. Cahier des charges 6
1.4. Etat de l'art 7
2. Etude des débits 11
2.1. Etude des données existantes 11
2.2. Détermination du débit nominal : 13
3. Solution envisagée 16
3.1. Conduite forcée 16
3.2. Calcul de la conduite forcée 19
3.3. Choix des turbines 22
3.4. Mecaflux 23
3.5. Raccordement au réseau 27
4. Etude économique 32
4.1. Coût estimatif 32
4.2. Gain potentiel 33
4.3. Amortissement et rentabilité 34
5. Poursuite de l'étude : 35
5.1. Aspect juridique : 35
5.2. Raccordement sur ligne inférieure : 36
5.3. Devis : 38
Conclusion 39
Annexe 1 : Carte des infrastructures de transport de l'énergie électrique dans le Massif Central 40
Annexe 2 : Eléments requis pour l'exploitation d'une microcentrale 41

Jean Mur
3ème année EDD

Ecole Supérieure d'Ingénieurs ESIGELEC

Rapport de stage Ingénieur

Conception d'une microcentrale hydroélectrique

Stage réalisé du 17 mars au 14 août 2014

ETABLISSEMENT PUBLIC Loire

Maître de stage : Mamy Tombozafy

Sommaire

1 Contexte du stage 6
1.1 Présentation de l'Etablissement 6
1.2 Budget annexe 8
1.3 Ouvrage de Naussac 8
1.4 Objet du stage 10
2 Travail réalisé 11
2.1 Analyses préalables 11
2.1.1 Cadre réglementaire 11
2.1.2 Questions foncières 12
2.1.3 Sensibilité du site et hydrologie du Réal 13
2.1.4 Fiscalité 16
2.1.5 Possibilités de contrat d'achat et de vente auprès d'EDF 16
2.2 Etude de plusieurs scénarios d'installation 18
2.2.1 Estimation des débits turbinables 18
2.2.2 Choix des scénarios 21
2.3 Dimensionnement des installations 21
2.3.1 Dimensionnement de la conduite forcée 21
2.3.2 Choix des turbines 30
2.3.3 Installations électriques 34
2.3.4 Raccordement au réseau 38
2.4 Etude comparative des différents scénarios 39
3 Bilan du stage 42
4 Conclusion 43
5 Glossaire : 44
6 Bibliographie : 48
7 Annexes : 50

Table des illustrations

Tableaux :

Tableau 1: Domaines de tensions 17
Tableau 2: Composantes TURPE 17
Tableau 3: Pertes de charges et puissances hydrauliques cas 1 27
Tableau 4: Pertes de charges et puissances hydrauliques cas 1 27
Tableau 5: Productible et Recettes cas 1 28
Tableau 6: Puissances hydrauliques et amortissements de la conduite: moyenne chute 29
Tableau 7: Puissances hydrauliques et amortissements de la conduite: basse chute 30
Tableau 8: Puissance des turbines 31
Tableau 9: Turbines en fonction du débit et de la hauteur de chute 32
Tableau 10: Prix des turbines 33
Tableau 11: Energie produite 33
Tableau 12: Protection basse tension 34
Tableau 13: Courant admissible et section de câble 35
Tableau 14: Caractéristiques du transformateur 35
Tableau 15: Caractéristiques de la cellule interrupteur-fusible 37
Tableau 16: Bilan financier: moyenne chute 39
Tableau 17: Bilan financier: basse chute 40

Figures :

Figure 1: Carte des départements membres de l'Etablissement public Loire 6
Figure 2: Organigramme des services 7
Figure 3: Le barrage de Naussac 9
Figure 4: Présentation du Chapeauroux 9
Figure 5: Carte IGN des terrains appartenant à l'EPL 12
Figure 6: Carte IGN représentant le bassin versant du Réal 14
Figure 7: Tableau des contrats EDF 16
Figure 8: Tarif de Revente H07 de EDF (Source : BRL Exploitation) 18
Figure 9: Débits classés 19
Figure 10: Comparaison du volume turbiné dans différents cas 20
Figure 11: Carte géologique du site 22
Figure 12: Carte montrant les relevés topographiques 23
Figure 13:Topographie du relief nord (en haut), du chemin sud (en bas) 24
Figure 14: Profil en long des cas cités précédemment 24
Figure 15: Carte IGN présentant les différentes solutions d'implantation 25

NOTE DE FAISABILITE
—
MICROCENTRALE DE LA DERIVATION DU CHAPEAUROUX

	BRL ingénierie **1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001** **30001 NIMES CEDEX 5**
Cotraitant 1	**Sans objet**

Date du document	**01/04/2015**
Contacts	**VUILLERMET Eric / BENVEGNU Romain**

Titre du document	Note de faisabilité turbinage du Chapeauroux
Référence du document :	800322-CHAP-Hydroélectricité-indA
Indice :	a

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
01/04/2015	a	Première émission	Romain BENVEGNU	Eric VUILLERMET

NOTE DE FAISABILITE
—
MICROCENTRALE DE LA DERIVATION DU CHAPEAUROUX

1. CONTEXTE GENERAL 5

1.1 Objet de la note 5

1.2 Données et hypothèse de base 5

2. ASPECTS TECHNIQUES..... 6

2.1 Hydrologie 6

2.1.1 Etude des débits de la dérivation 6

2.1.2 Etude des débits naturels du Chapeauroux 7

2.1.3 Comparatif hydrologie 8

2.2 Etude topographique 9

2.3 Matériels et ouvrages 10

2.3.1 Prise d'eau 10

2.3.2 Conduite forcée 10

2.3.3 Bâtiment usine 10

2.4 Productible et chiffre d'affaire 11

2.5 Estimation investissement 11

3. PERTINENCE DU PROJET ET CONCLUSION..... 12

BRL Ingénierie

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de situation 5
Figure 2 : Débits classés dérivation du Chapeauroux 6
Figure 3 : Bassin versant intermédiaire entre la station de Pierrefiche et le seuil d'Auroux 7
Figure 4: Débits naturels du Chapeauroux au droit du seuil d'Auroux, débit réservé déduit 8
Figure 5 : Comparatif hydrologie 8
Figure 6 : Schéma de l'aménagement 10

1. CONTEXTE GENERAL

1.1 OBJET DE LA NOTE

L'aménagement de Naussac, en Lozère, comprend principalement les éléments suivants :

- Un barrage d'une cinquantaine de mètre de hauteur créant une retenue de 190 Mm3
- Une usine de pompage / turbinage de 8.8 MW
- Un système de dérivation de la rivière Chapeauroux

La retenue de Naussac possède peu d'affluents naturels. En régime gravitaire, la dérivation du Chapeauroux représente l'alimentation principale de cette retenue.

Figure 1 : Carte de situation

Comme l'indique la figure ci-avant, le Chapeauroux est dérivé depuis le barrage d'Auroux, par l'intermédiaire :

- d'un barrage
- d'une prise d'eau
- d'une galerie (qui ne peut pas être mise en charge d'après MOUV / exploitant)
- d'un canal ouvert
- du lit naturel du Réal, un petit cours d'eau alimentant la retenue de Naussac.

La chute brute entre la prise d'eau du Chapeauroux et le niveau normal de la retenue de Naussac (945 m NGF) étant de l'ordre d'une cinquantaine de mètres, le maître d'ouvrage souhaite établir une note de faisabilité traitant de la réalisation d'un aménagement hydroélectrique sur cette chute.

1.2 DONNEES ET HYPOTHESE DE BASE

La dérivation du Chapeauroux est soumise à arrêté d'autorisation. Cet arrêté fixe les règles suivantes :

- Pas de dérivation pendant les mois de Juillet et Aout
- Pas de dérivation en situation d'étiage de l'Allier
- Pas de dérivation lorsque la retenue de Naussac est à sa cote nominale (945 m NGF)
- Débit maximum de 12 m^3/s
- Débit réservé de 600 l/s à laisser dans le Chapeauroux

2. Aspects techniques

2.1 HYDROLOGIE

Pour identifier le potentiel hydroélectrique mobilisable du site, plusieurs approches comparatives sont menées concernant l'hydrologie, à savoir :

- Etude des débits de la dérivation
- Etude des débits naturels du Chapeauroux

2.1.1 Etude des débits de la dérivation

La dérivation du Chapeauroux fait l'objet d'un suivi quantitatif quotidien. Les données issues de ce suivi nous ont été fournies par l'exploitant du barrage (BRLe).

Nous considérons la période de relevé comprise entre 1995 et 2013.

Nous avons réalisé l'analyse, au pas de temps journalier, des débits dérivés du Chapeauroux.

NB : ces débits respectent le débit réservé actuel, soit 600 l/s.

Nous avons obtenu les courbes de débits classés fournies ci-après :

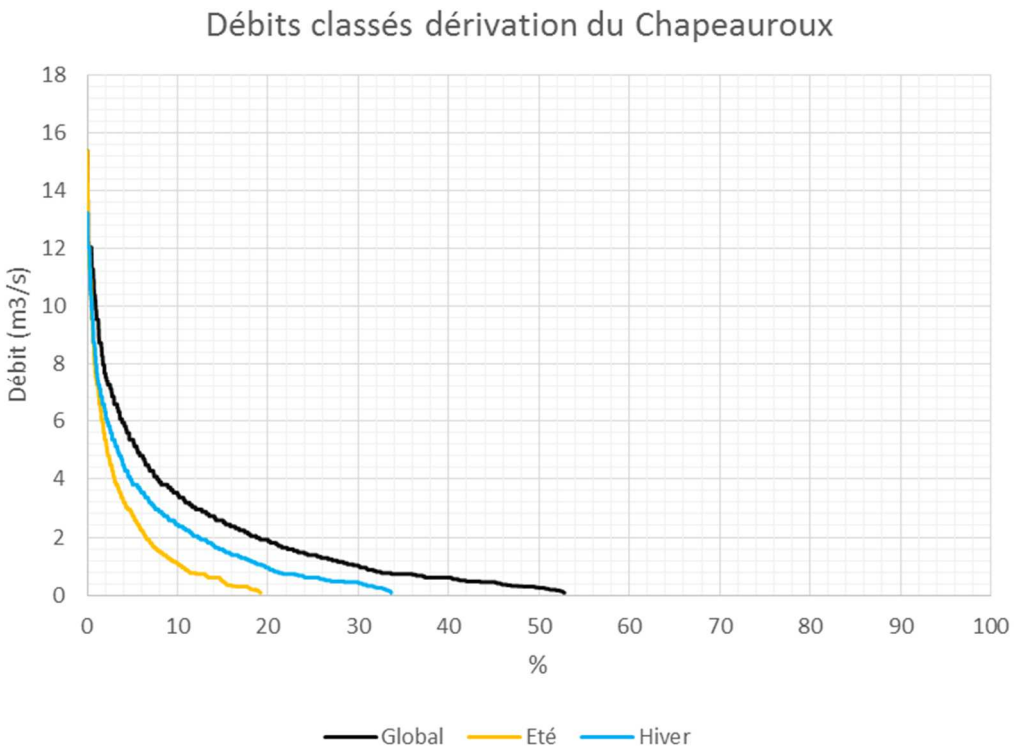


Figure 2 : Débits classés dérivation du Chapeauroux

Nous constatons sur ces courbes les points suivants :

- Au global, le débit turbinable envisageable est de l'ordre de 1.5 m^3/s
- La quantité d'eau dérivée est nettement plus importante en hiver qu'en été (importance pour les saisons tarifaires)
- Sur la période étudiée (soit environ 20 ans), la dérivation ne fonctionne pas près de 50 % du temps.

2.1.2 Etude des débits naturels du Chapeauroux

Une station débitmétrique est en fonctionnement sur le Chapeauroux au niveau de Pierrefiche. Les caractéristiques de la station sont fournies ci-après :

- Période d'exploitation : 1971-2014
- Bassin versant : 113 km²
- Module : 1.59 m^3/s

Le bassin versant intermédiaire entre Pierrefiche et le seuil d'Auroux (seuil de la dérivation) est estimé à 70 km². Le Chapeauroux au niveau du seuil d'Auroux a donc un bassin versant d'environ 180 km².

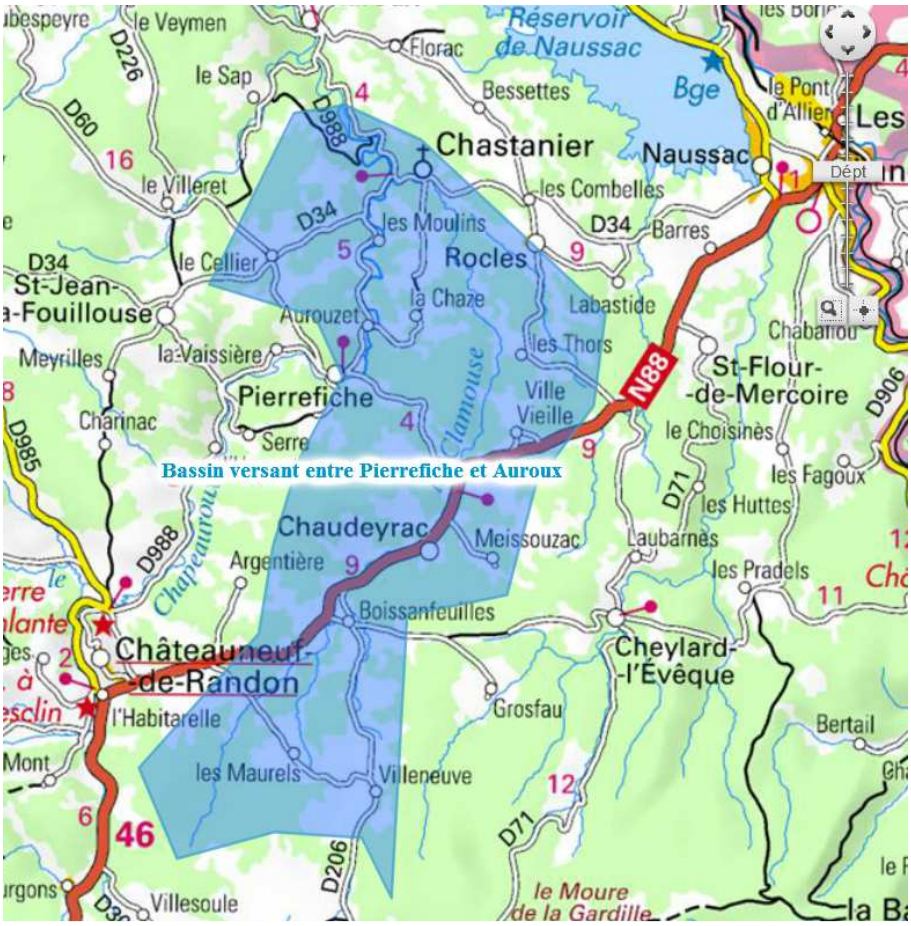


Figure 3 : Bassin versant intermédiaire entre la station de Pierrefiche et le seuil d'Auroux

Au stade de la note de faisabilité, nous réalisons une transposition des débits du Chapeauroux de Pierrefiche au seuil d'Auroux par application d'un simple coefficient de pondération de bassin versant lié à la surface. Une pénalisation est toutefois appliquée au bassin versant intermédiaire (30%). Nous obtenons le coefficient de pondération de bassin versant suivant :

$$PBV = 1.43$$

Nous obtenons le tableau des débits mensuels suivants :

Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Moy
Chapeauroux à Pierrefiche [1971-2014] en m³/s 113km²	2,1	2,2	2,5	2,7	2,1	1,1	0.4	0.3	0,4	1,0	1,7	2,3	1,8
Chapeauroux depuis Pierrefiche transposé à Auroux [1971-2014] en m³/s 180km²	3,1	3,2	3,6	4,0	3,0	1,6	0,6	0,4	0,6	1,5	2,6	3,3	2,3

Figure 4: Débits naturels du Chapeauroux au droit du seuil d'Auroux, débit réservé déduit

Nous déduisons que, hors contraintes de fonctionnement propres à l'aménagement de Naussac, le Chapeauroux « naturel »peut être équipé pour environ 2.7 m³/s au droit du seuil d'Auroux (débit réservé de 600 l/s déduit).

2.1.3 Comparatif hydrologie

Les deux analyses menées ci-avant, l'une concernant les débits de la dérivation du Chapeauroux et l'autre concernant le débit naturel du Chapeauroux, nous permettent d'apprécier le « degrés » d'exploitation du Chapeauroux.

Le graphe ci-après illustre ce comparatif :

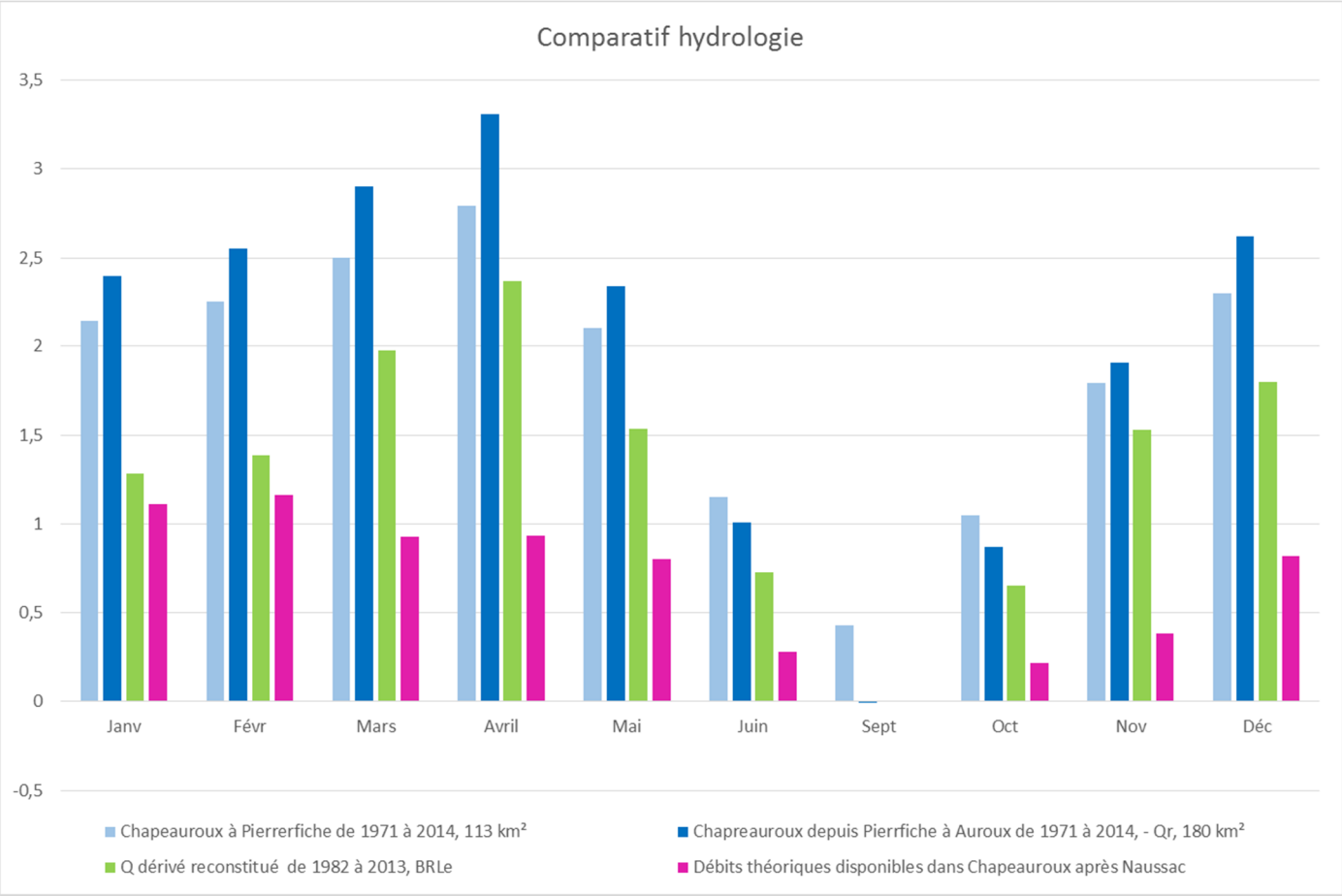


Figure 5 : Comparatif hydrologie

Nous voyons que la dérivation du Chapeauroux ne tire pas pleinement partie des débits naturels de la rivière, et que, dans le cadre d'une production hydroélectrique, la redéfinition du fonctionnement de cette dérivation pourrait impacter très significativement le productible de la microcentrale (notamment en saison tarifaire hivernale).

A titre d'exemple, sur les 30 ans d'exploitation de la dérivation, celle-ci a été fermée environ 15 % du temps pour cause de retenue de Naussac pleine. En augmentant le volume turbiné par la microcentrale principale de Naussac, il serait ainsi possible d'augmenter d'autant le volume turbiné sur le Chapeauroux.

Au niveau de la microcentrale du Chapeauroux, nous aurions ainsi :

- Soit la possibilité de turbiner un débit de l'ordre de 2.7 m^3/s
- Soit la possibilité de turbiner un débit moindre (ex : 1.5 m^3/s) mais pendant un nombre d'heure annuel plus important.

Pour cette note de faisabilité, nous considérons les débits réellement dérivés, soit ceux fournies par l'exploitant / le maître d'ouvrage.

2.2 ETUDE TOPOGRAPHIQUE

Le relevé topographique effectué à la demande d'EP Loire le long du Réal met en avant les éléments suivants :

- Il y a environ 1700 m de la sortie de la galerie de dérivation du Chapeauroux (990 m NGF approx) à la retenue de Naussac (945 m NGF variable)
    - Sur la première partie (1000 m environ), la pente est très faible. Le dénivelé est de l'ordre de 5m.
    - La pente s'accentue sur la deuxième partie (à partir du profil P8). Le dénivelé atteint 40 m environ pour un linéaire d'environ 700 m (jusqu'au lac).

Par ailleurs, la visite de terrain effectuée en 2014 permet de constater :

- L'implantation d'un barrage de 2 m de hauteur est possible sans débordement à la fin du Réal canalisé (Crête approx à 986.3 m NGF). La stabilité des berges du Réal canalisé serait toutefois à vérifier. La longueur de la retenue serait de l'ordre de 300 m.
- De l'amont vers l'aval, la rive gauche du Réal est favorable au cheminement d'une conduite forcée enterrée entre deux passerelles, soit une longueur d'environ 120 m. La rive droite du Réal est ensuite plus favorable au cheminement d'une conduite forcée jusqu'au lac.
- Une zone à proximité du lac est favorable à l'implantation d'un bâtiment usine (dim approx 10m*10m). L'aménagement d'un accès à cette zone serait facilement accessible par la clairière indiquée sur le schéma ci-après.

La chute brute obtenue est donc comprise entre 986.3 mNGF et 945 m NGF, soit 41.3 m.

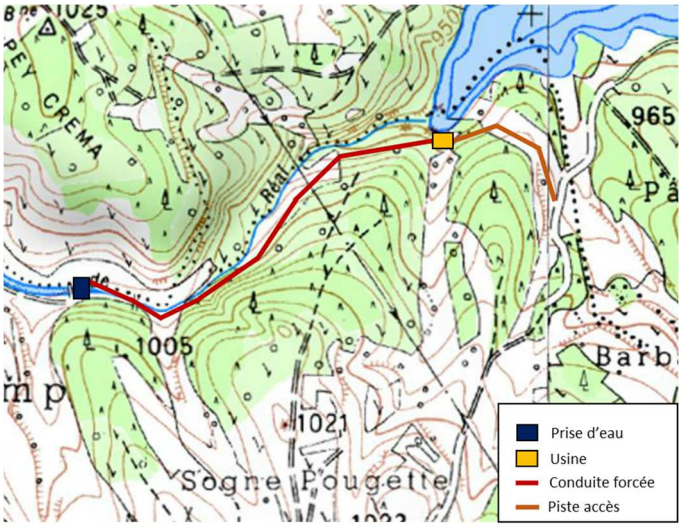


Figure 6 : Schéma de l'aménagement

2.3 MATERIELS ET OUVRAGES

2.3.1 Prise d'eau

La prise d'eau, de type latérale, serait constituée :

- Un seuil d'environ 2 m de hauteur, crête à 986.3 m NGF approx comportant une vanne de dégravement
- D'un champ de grilles et d'un dégrilleur (si besoin)
- D'un décanteur avec vanne de dessablage
- D'une chambre de mise en charge avec vanne d'isolement de la conduite forcée
- D'un local technique (dimensions 3m*2m approx) abritant le groupe hydraulique vanne / dégrilleur, l'automatisme, etc

2.3.2 Conduite forcée

La conduite forcée aurait les caractéristiques suivantes :

- Longueur : 900 m linéaires approx
- Diamètre : 1200 mm
- Matière : acier (variante fonte ou PRV possible)
- Epaisseur : variable
- Revêtement : époxy intérieur, PE exterieur

La conduite serait enterrée afin de

- réduire l'impact visuel du projet
- limiter les problématiques liées au gel
- éviter tout risque de dégradation par chute d'arbre ou autre.

La chute nette obtenue avec une telle conduite serait de l'ordre de 38m.

2.3.3 Bâtiment usine

Ce bâtiment (approximativement 10m*10m) abriterait :

- une vanne de pied de type papillon
- une turbine Francis, 1.5m^3/s sous 38 m de chute nette
- un alternateur de 500 kVA approx
- un transformateur élévateur de tension
- un ensemble de cellules 20kV
- les armoires de commande et d'automatisme
- les groupes hydrauliques
- les appareils de manutention

Le rejet de la turbine serait maintenu constant par la création d'un seuil dans le canal de fuite arasé à la cote 945 m NGF.
L'usine serait desservie par une piste d'accès de largeur approx 4 m et d'une longueur de 300 m approx.

2.4 PRODUCTIBLE ET CHIFFRE D'AFFAIRE

Au stade étude de faisabilité, nous réalisons un calcul de production simplifié.

Nous prenons pour hypothèse :

- hydrologie : .....données MOUV/exploitant [2001-2013]
- débit d'équipement : .....1.5 m^3/s (démarrage des turbines à partir de 450 l/s)
- Rendement moyen global de l'installation : 0.78
- Chute brute : .....41.3 m
- Chute nette moyenne : .....38 m
- Tarification H07 v 2014 2 tarifs inf à 400 kW.....hiver 0.1378 c€, été 0.0728 c€

Nous obtenons les résultats suivants :

- **Productible de 1 330 000 kWh, pour une puissance maximale de 436 kW. En appliquant la tarification H07 2014, le chiffre d'affaire moyen est de 143 900 € (hors prime MQ).**

- **Pour une puissance installée de 400 kW. La production est alors de 1 255 000 kWh, pour un chiffre d'affaire annuel moyen de 143 500 € (hors prime MQ). Dans ce scénario, le chiffre d'affaire minimal est obtenu pour l'année 2003 (fermeture de la dérivation sur presque toute l'année). Il est de 41 000 €. 2003 et 2009 semblent être deux années très défavorables (travaux sur la galerie ?)**

NB : si la dérivation utilisait le potentiel réel du Chapeauroux en terme de débit, la production moyenne atteindrait 1 600 000 kWh (+27%) pour une turbine limitée à 400 kW (période étudiée : 2001-2013, Qr=0.6 m^3/s), générant un chiffre d'affaire moyen de 182 000 € (+27%). Le chiffre d'affaire minimal passe à 131000 € (obtenu en 2007).

2.5 ESTIMATION INVESTISSEMENT

En ordre de grandeur, nous estimons les principaux points suivants[1] :

Accès, terrassement et génie civil bâtiments :..... 400 000 €
Conduite forcée (fourniture) : ..... 300 000 €
Conduite forcée (pose) :..... 500 000 €
Turbine, vanne de pied, alternateur :..... 250 000 €
Electricité et automatisme : ..... 200 000 €
Vantellerie, chaudronnerie :..... 70 000 €
Etudes et maitrise d'œuvre :..... 200 000 €
Divers :..... 150 000 €
TOTAL : ..... 2 100 000 €

Nota : cet estimatif ne tient pas compte des coûts fonciers et des coûts de raccordement ERDF.

1 Cette estimation donne, dans le cadre de cette note de faisabilité, une première enveloppe financière du projet. Suivant le contexte économique lors de la phase construction (charges de travail des entreprises, nombre d'entreprises participants à l'appel d'offre, etc), des variations dans les prix pourront être constatées.

3. Pertinence du projet et conclusion

Cette note de faisabilité permet de faire émerger plusieurs points déterminants pour l'évaluation de la pertinence d'un aménagement hydroélectrique sur la dérivation du Chapeauroux.

Nous observons ainsi que les débits dérivés actuellement permettent d'envisager un débit d'équipement de 1.5m^3/s sous une chute nette de 38m, donnant une puissance installée d'environ 400 kW.

La morphologie du site nous conduit à favoriser l'équipement de la partie basse de la dérivation du Chapeauroux (celle du ruisseau de Réal naturel). En effet, la partie haute du ruisseau, soit celle canalisée, présente une pente très faible qui pénaliserait le projet.

Des implantations préliminaires des ouvrages sont proposées (prise d'eau, bâtiment usine, accès). De plus, un tracé préliminaire de la conduite forcée est indiqué, impliquant notamment une traversée de cours d'eau et une zone de pose dans un dévers notable.

A ce stade, nous estimons le chiffre d'affaire de l'aménagement projeté à environ 143 000 € (soit environ 1 255 000 kWh sous condition de l'obligation d'achat H07) pour un investissement de 2 100 000 €. Nous observons donc un rapport I/CA légèrement supérieur à 14, traduisant une faisabilité technico-économique possible mais fragile (voir notamment les modalités de financement de l'ouvrage).

Nous notons toutefois que le fonctionnement intrinsèque de la dérivation limite le productible de l'aménagement projeté de façon significative. Comme nous l'avons montré dans la partie hydrologie, un gain de productible est en effet possible en optimisant le fonctionnement de la galerie de dérivation et en tirant pleinement profit des débits du Chapeauroux. Il serait alors possible de turbiner :

- Soit un débit supérieur, approximativement 2.5 m^3/s
- Soit augmenter le nombre d'heure de fonctionnement de l'ouvrage. Cette solution génèrerait un productible de 1 600 000 kWh pour un CA de 182 000 € (augmentation d'environ 27 % du CA). Le cout de l'ouvrage n'étant pas modifié dans ce scénario, le ratio I/CA descend aux alentours de 11.5, traduisant une faisabilité plus réaliste. A noter également que l'augmentation du débit dérivé dans la galerie impliquerait une augmentation de la production hydroélectrique de Naussac II (vraisemblablement dans le même ordre de grandeur).

Sous les hypothèses actuelles, le projet d'aménagement hydroélectrique de la dérivation du Chapeauroux semble, dans sa globalité, relativement fragile. Les modalités de financement de cet ouvrage s'avèrent déterminantes.

Enfin, le changement du fonctionnement de la dérivation constitue une amélioration significative du bilan économique de ce projet. Un tel changement de fonctionnement doit toutefois faire l'objet d'études d'impact approfondies (environnemental et pour les microcentrales situées à l'aval d'Auroux) et de démarches auprès de l'administration.