

nantes-citoyennete.com

Conseil de développement Nantes métropole

Délégation "Enjeux du développement durable"

10 mars 2010

Contribution de Manoel DIALINAS et Alain-Louis GOURDY

Complément d'information sur les centrales marémotrices

Microcentrales hydroélectriques à Nantes Métropole

- Quelques définitions et chiffres...
- L'électricité à Nantes Métropole
- L'hydroélectricité en France
- Les rivières et retenues d'eau à Nantes Métropole
- Le projet

Energie et Puissance

- L'énergie, grandeur physique multiforme, c'est ce qui peut produire de la chaleur, un travail, un déplacement, une force motrice, de la lumière.
- L'unité d'énergie est le Joule, mais c'est le kWh qui est principalement utilisé.

- La puissance est la quantité d'énergie par seconde.
- L'unité de puissance est le watt (W)
- Exemple :

four micro-ondes 1000W (ou 1 kW),	chaudière courante 24 kW,
TV LCD 32" 70-90 W,	TV Plasma 40 " 200-300 W
1 feu cuisinière induction 2 kW,	aspirateur 1.5 kW

- **Le kilowatt-heure (kWh) est l'énergie produite (ou consommée) par une puissance de 1 kW pendant une heure.**

- machine à laver : 2 kWh / cycle,
- réfrigérateur 250 l 200-300 kWh / an,
- 1 PC ouvert 24 h / 24 h, 365 jour / an 1500 kWh / an
- 1 TV LCD 32", 4 h / jour, 365 jour / an 117 kWh / an

- Consommation moyenne 2009 en France 7945 kWh / an / pers
soit une puissance continue de 907 W / pers.
augmentation consommation 3.3% / an en L.A. (secteur domestique)
→ **impact des politiques d'économie d'énergie ?**

L'électricité à Nantes Métropole

- Pas de production d'électricité sur le territoire métropolitain.
- La centrale électrique la plus proche est Cordemais, centrale au charbon et fioul de 2600 MW, 15^{ème} plus gros émetteur de CO2 de France, fonctionnant surtout aux heures de pointe, pour les régions pays de Loire et Bretagne.
- Le fourniture de base d'électricité pour la métropole nantaise est principalement assuré par les centrales nucléaires de Flamanville et Chinon.
- Le 07.01.2009, le réseau Ouest a consommé 17150 MW en pointe, et 16700 MW le 05.01.2010, avec environ 3200 MW thermiques, 12200 MW nucléaire, 200 MW éolien, et 1500 MW importés de l'étranger (au prix fort), car en heure de pointe la production électrique est devenue insuffisante en France.

La problématique « électricité » à Nantes Métropole

- Nantes métropole est en bout de réseau, éloignée des source de puissance, donc très sensible aux aléas pouvant survenir sur le réseau, particulièrement aux heures de pointe : coupures (délestages) possibles pour les jours "les plus froids" et "les plus chauds" : *que devient l'attractivité de la Métropole dans ces conditions ?*
- *Pour sécuriser la fourniture d'électricité sur l'agglomération en période pointe, il faudrait une production d'électricité à proximité de l'agglomération, disponible à l'heure de pointe, à temps de réponse court.
Il n'est pas pertinent d'investir actuellement dans une source d'énergie non disponible aux heures de pointe.*
- On est **très loin**, à Nantes Métropole, en période de pointe, des 20% d'électricité d'origine renouvelable préconisés par le Grenelle de l'environnement.
- *L'hydroélectricité est l'une des solutions "énergie renouvelable ", parmi les différentes solutions possibles pour la pointe de consommation :*
turbine à gaz, centrale à cycle combiné, diesel électrogène, hydroélectricité, centrale thermique sur biomasse.
Centrale à cycle combiné (430 MW) en construction à Montoir

L'hydroélectricité en France

- Puissance installée totale 22000 MW sur 447 barrages
- Energie produite 70 TWh / an
soit 8.73% de l'électricité totale (54.67% en 1960)
- Potentiel restant à équiper 28 TWh / an (qui augmente avec le prix de l'énergie)
- Energie renouvelable (contrairement au nucléaire, au charbon, au gaz et au fioul)
- Energie prédictible (contrairement à l'éolien et au solaire)
- Energie modulable (contrairement au nucléaire)
- Capacité de démarrage immédiat : 3 à 10 min (nucléaire > 48 h, thermique > 4 h)
- Energie d'origine locale
- Energie stockable
- Energie non émettrice de GES
- L'hydroélectricité est un élément significatif d'un "mix énergétique" qui permettrait d'équilibrer les avantages et inconvénients des différentes sources d'électricité.
- Pays de la Loire : aménagement Mayenne, 3.7 MW
- Ouest France : 300 MW (dont 240 MW usine marémotrice de la Rance)

Microcentrales à Nantes

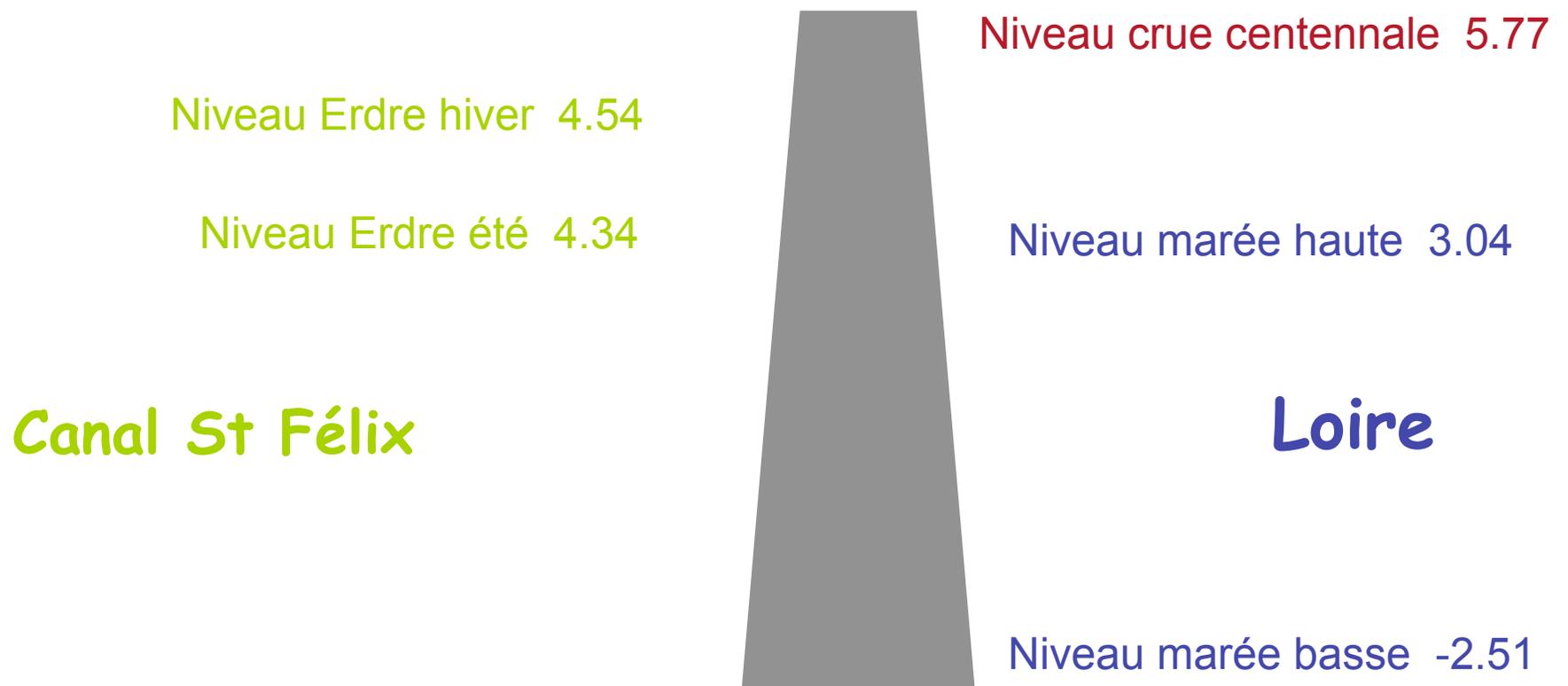
- Il y a dans l'agglomération nantaise, plusieurs rivières, barrées à leur confluent avec la Loire.
- Derrière certains barrages se trouvent des retenues d'eau de grand volume, donc possibilité de faire un "stockage" intermittent.
- Pour l'Erdre, l'installation ne serait pas conçue pour fonctionner en continu mais pour **fonctionner aux heures de pointe**.
par exemple en hiver 2 heures à la pointe de 8h00 du matin, et 2 heures à la pointe de 19h00, soit 4 heures / jour, et en été 1/4 heure vers 8h00 du matin et 1/4 heure vers 19h00.
- Cela veut dire que pour une même énergie produite quotidiennement, ou pour une même quantité d'eau passée dans les turbines, la puissance serait 6 fois supérieure à celle d'une installation fonctionnant en continu.
- On ne modifierait pas le niveau d'eau des retenues existantes :
la quantité d'eau passant quotidiennement par les turbines serait identique que le fonctionnement soit continu ou intermittent, donc pas d'assèchement ou de crue artificielle, mais une marée haute avant le lâcher d'eau, et une marée basse à la fin du lâcher, marnage de l'ordre de 5 mm pour l'Erdre.
- Etant dans une problématique « heures de pointe » on raisonnera en termes de puissance (kW) et non pas en termes d'énergie (kWh).

Le barrage St Félix sur l'Erdre



Volume de la retenue : environ 8 millions m³

Le barrage St Félix sur l'Erdre



Aménagement proposé de l'écluse St Félix

- **Aménagement "classique"**
- Turbine fonctionnement en continu, au fil de l'eau, puissance à marée basse 470 kW, puissance à marée haute 100 kW.
→ puissance trop faible, non adaptée à la pointe de consommation

- **Aménagement proposé**
- Turbine à fonctionnement intermittent, pendant dans les heures de pointe de consommation, puissance à marée basse 2800 kW, puissance à marée haute 600 kW

En pratique, la puissance aux heures de production serait comprise entre 600 et 2800 kW selon la marée, la durée de production dépendant du débit de la rivière, longue en saison de pluies, courte en saison sèche.

Le barrage de Pont Rousseau sur la Sèvre



Barrage fermé

Barrage ouvert (marée haute)



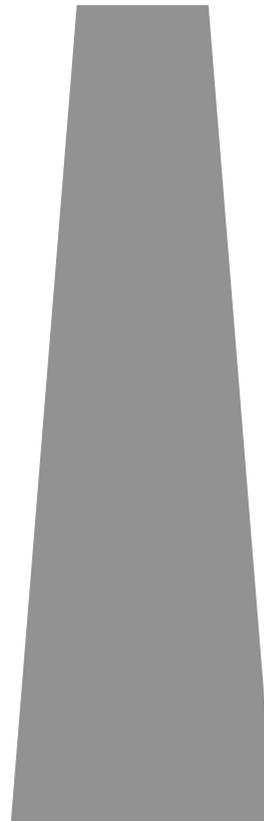
Volume de la retenue
environ 3 millions m³

Le barrage de Pont Rousseau sur la Sèvre

Niveau normal Sèvre 2.97

Niveau bas Sèvre 1.75

Sèvre



Niveau crue centennale 5.77

Niveau marée haute 3.04

Loire

Niveau marée basse -2.51

Aménagement proposé du barrage Pont Rousseau

- **Option "classique"**
- Turbine fonctionnement en continu, au fil de l'eau,
puissance à marée basse, 3400 kW
puissance à marée haute. 0 kW (différence niveau nulle)

- **Option "intermittent" de type marémotrice**
- Turbine fonctionnant dès que la différence de niveau atteint 1.50 - 2.0 m, soit 12 h / jour environ
puissance à marée basse 6800 kW
puissance minimum 1590 kW

En pratique, pendant un cycle de 12h, pendant les mois de pluie, (moins en aout), la puissance oscillerait entre 1600 et 6800 kW, les autres 12h il n'y aurait rien.

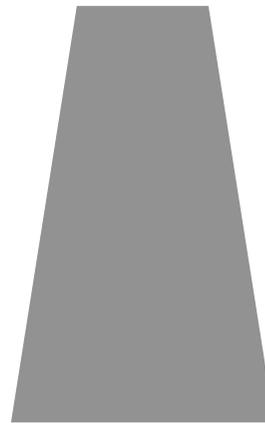
Le fonctionnement basé sur les heures de pointe envisagé pour l'Erdre, serait plus difficile à réaliser, le niveau de la Loire étant élevé par rapport à celui de la Sèvre. Toutefois, à intervalles réguliers il y aura concordance entre le cycle de fonctionnement basé sur la marée et une des 2 pointes de consommation quotidiennes.

Chaussée des Moines (Vertou)



Chaussée des Moines

Niveau Sèvre amont 3.72



Niveau Sèvre aval haut 2.97

Niveau Sèvre aval bas 1.75

Chute de faible hauteur, débit relativement important

Aménagement Chaussée des Moines

- Aménagement classique, au fil de l'eau
500 à 1300 kW en fonction du niveau Sèvre entre Vertou et Pont Rousseau

Chaussée aux moines

Pont Rousseau 6h

Pont Rousseau 6h

- Aménagement proposé
Turbine à fonctionnement intermittent, 20 h / 24 h environ,
ou en heure de pointe (attendre étude faisabilité)
puissance comprise entre 550 kW et 1500 kW selon différence de
niveau amont et niveau aval, et type de fonctionnement.

En période de crue, les turbines fonctionneraient en permanence à Vertou et Pont Rousseau afin d'éviter la montée des eaux dans le bassin Sèvre : cela correspond aux périodes de forte consommation d'hiver.

Générateur à vis d'Archimède envisageable pour site de Vertou



Ce type de générateur n'a pas d'effets négatifs pour les poissons

Impact sur la fourniture d'électricité

- De 2500 kW à 10000 kW (2.5 à 10 MW) possibles en heure de pointe dans le réseau à Nantes : en valeur absolue, cela est faible et marginal par rapport à la consommation totale de l'agglomération, mais cela contribuerait un peu à sécuriser le réseau nantais, pourrait être une contribution en énergie renouvelable aux périodes de pointe, et pourrait initier d'autres programmes plus productifs en dehors du territoire métropolitain.
 - à comparer aux 200 kW du programme solaire Beaulieu, non utilisables aux heures de pointe

Ces MW ont de la valeur (bien plus élevée que la valeur de rachat du MW hydroélectrique par RTE), car actuellement ils sont achetés au prix fort à l'étranger, et doivent traverser toute la France avant d'arriver à Nantes (problème de pertes sur le réseau).

- 4000 à 16000 personnes concernées en supposant que cette puissance représente 20% de la puissance consommée (recommandations Grenelle environnement).

Ou 800 à 3200 personnes concernées, en supposant qu'elles sont alimentées à 100 % par les installations hydroélectriques du projet (ce qui est une vue de l'esprit compte tenu du fonctionnement du réseau).

Démarche proposée

1. Faire une étude de faisabilité par un bureau d'études spécialisé en microcentrales et/ou aménagements hydroélectriques, afin d'avoir les coût et performances réels du projet.
2. Faire une étude d'impact pour recenser les éventuelles perturbations possibles sur les 3 cours d'eau, en association avec l'agence de l'eau Loire-Bretagne, et préconiser les mesures à prendre pour qu'elles ne se produisent pas.
3. Chercher un opérateur éventuel pour la maîtrise d'œuvre de la construction, le raccord au réseau RTE et l'exploitation.
4. Présenter l'ensemble des 3 dossiers aux instances de décision politique concernées : Nantes Métropole, Conseil général, Région, Etat.

Combien cela coûte ?

- Pas possible de le dire avant d'avoir le rapport de faisabilité.
 - Les barrages existent, donc le gros du génie civil est déjà réalisé, l'investissement serait limité par rapport à des projets entièrement nouveaux, car les barrages représentent 75% du coût total d'un équipement :
 - 14 M€ pour barrage Pont Rousseau (coût effectivement payé)
 - soit estimation 5 M€ pour le système générateur d'électricité,
 - Pour info, coûts d'exploitation (construction incluse) :

- Hydraulique	20 à 90 € / MWh
- Cycle combiné	20 à 40 € / MWh
- Nucléaire	25 à 35 € / MWh
- Thermique	35 à 40 € / MWh
- Éolien	40 à 100 € / MWh
- Photovoltaïque	250 à 700 € / MWh
- L'hydroélectrique est une des moins chère des énergies

Potentiel hydroélectrique des environs

- Selon le Comité de bassin Loire-Bretagne, potentiel de 12 MW / 42 GWh pour le bassin Loire aval+ côtiers vendéens.
- On ne considèrera que les ouvrages existants, sans projet de construction de barrages.
- Barrage d'Arzal sur la Vilaine, 50 millions m³, marémotrice
- Barrage du seuil de la Maine à Angers, ?? m³, heure de pointe
- Barrage du Ribou sur la Moine, 3.2 millions m³, heure de pointe
- Barrage du Verdon sur la Moine, 14.6 millions m³, heure de pointe
- Vanne de Bouaye (lac de grand lieu), 50-100 millions m³, heure de pointe
- Ecluses sur le canal de Nantes à Brest, heure de pointe
- Ecluses sur la Vilaine, heure de pointe

+ potentiel énergies marines ?
(hydroliennes, houle, vagues)

Entreprises spécialisées dans l'hydroélectricité

- **SOCIETE HYDROTECHNIQUE DE France** 75015 PARIS
- ENERGIE
- Centrale petite hydraulique
- Syndicat, groupement, association d'intérêt professionnel

- **ISL ENVIRONNEMENT** 75019 PARIS
- STOCKAGE DES DECHETS : EQUIPEMENT ET SERVICES
- Réalisation de centres de stockage et étanchéité
- HYDROELECTRIQUE
- Centrale petite hydraulique

- **ALSTOM POWER HYDRAULIQUE** 92309 LEVALLOIS-PERRET CEDEX
- HYDROELECTRIQUE
- Centrale petite hydraulique
- Composantes mécaniques mini-hydraulique

- **TENMAT** 77370 NANGIS
- HYDROELECTRIQUE
- Composantes mécaniques mini-hydraulique
- Turbines