



ASSOCIATION DES « PETITS » PRODUCTEURS D'HYDROELECTRICITE DES ALPES



**Panorama sur la petite hydroélectricité. Chiffres clés, technologies, contraintes**

**Colloque HYDRO 21- Vendredi 3 novembre 2017**



- **Depuis janvier 2014, plus de 80 adhérents aujourd'hui**  
dont la moitié producteurs de petite hydroélectricité (moins de 12 MW)
- **Rayon d'action:**  
Commencé autour du lieu historique de Belledonne, puis toute l'Isère, la Savoie et la Haute-Durance, et maintenant l'Ain, la Haute Savoie et les Alpes de Haute Provence.
- **Objet: La défense et la promotion de la « petite » hydro dans les Alpes en respect de l'Environnement et le Développement Durable:**
  - Participation aux réunions organisées par l'administration
  - Participation aux objectifs nationaux de transition énergétique
  - **Lien et soutien** aux adhérents et porteurs de projet
  - RV avec les adhérents eux-mêmes, les collectivités, les DDT, l'ONEMA, DREAL, etc...
  - Notes d'opportunité
  - Participation aux événements sur la petite hydro
  - Organisation de portes ouvertes



## POURQUOI?

- **Parce que l'énergie propre est rare et chère**



- **Parce que l'eau est stockable** (malgré une réglementation et une tarification pas encourageantes)
- **Parce que la « petite hydroélectricité » est flexible et non intermittente**
- **Parce qu'elle est renouvelable et disponible 24h/24**
- **Parce qu'elle s'inscrit pleinement dans le développement durable** (la durée de vie d'une centrale hydro est supérieure à 100 ans)
- **Parce qu'elle évite des lignes électriques et participe entre autres à « la tenue du réseau »** (coûts évités)
- **Parce que la centrale hydroélectrique du 21<sup>ème</sup> siècle est respectueuse de l'environnement**
- **Parce qu'elle crée de l'emploi**
- ...

# L'HYDROELECTRICITE EN FRANCE:

(source France Hydro Electricité)



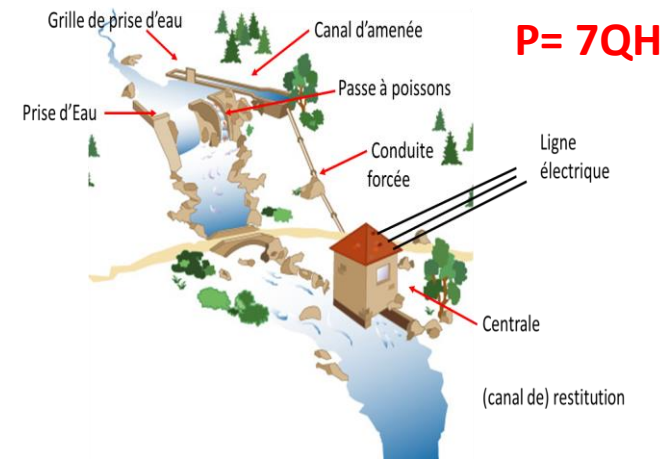
	Toute l'hydro		Part de la petite hydro	
Puissance installée	23 440 MW		2 178 MW (1 868 centrales)	
Productible annuel	67 TWh		7 TWh	
Nombre d'heures moyennes de fonctionnement/an	4 000 h			
Nombre d'emplois 2012	20 700			
<b>Objectif de développement 2020</b>	<b>3 TWh</b>			
Potentiel de développement	11,7 TWh		5,5 TWh	
<i>se répartissant en :</i>	10.3 TWh de projets en sites vierges 1,4 TWh sur sites existants			
Nombre d'emplois 2030	30 000			
Taxes et redevances	2012	970 M€	2030	1 500 M€
Impôt sur les sociétés	(toute	250 M€	(toute	470 M€
TVA	l'hydro)	1 500 M€	l'hydro)	2 500 M€



## Chiffres

- Pour une puissance de **100 kW**, une centrale « standard » de montagne peut produire environ **400 000 kWh/an** soit 400 MWh/an (*source EREMA*)
- Ce qui correspond d'après les ratios de l'ADEME (*guide montage centrale hydro 2003*) à :
  - La consommation électrique de 102 foyers « moyens »
  - Une économie de 88 tonnes de pétrole, ou de 134 tonnes de charbon
  - Une économie de 200 tonnes de CO<sub>2</sub>.
  - Il faudrait planter 10 000 arbres pour obtenir la même réduction

La petite hydroélectricité contribue en conséquent à un mix énergétique très intéressant et sans impact pour la planète (si respect de l'environnement: passes à poissons, dispositifs de dévalaison, vannes de dégravage, mode d'exploitation, etc...), sans CO<sub>2</sub> ni aucun GES, en créant de l'emploi...





# Chiffres

## **2 225 installations (en 2010) dont 2000 environ de petite hydroélectricité**

- 1 420 installations d'une puissance < 1 MW
- 290 installations d'une puissance > 10 MW

25400 MW dont 12000 mobilisables en quelques minutes, indispensables au réseau

**2000 petites centrales = 2000 MW installés = 2 tranches nucléaires**

## Auvergne-Rhône-Alpes:

### **Ouvrages neufs:**

Auvergne: 502 MW / 1629 GWh potentiels dont 76 % impactés par les classements de rivière (listes 1 et 2)

Rhône- Alpes: 755 MW / 3002 GWh potentiels dont 66 % impactés

### **Seuils existants:**

Auvergne: 38 MW / 134 GWh potentiels

Rhône- Alpes: 25 MW / 88 GWh potentiels dont 66 % impactés *(chiffres UFE – DREAL)*

### **Turbinage des Adductions d'Eau Potable et des eaux usées:**

- Obligation d'Achat uniquement si écoulement gravitaire
- Les Alpes = la région où il y a le plus de possibilités (zones de montagnes, hauteurs de chute élevées)



## Chiffres: la PPE

Programmation Pluriannuelle de l'Énergie, introduite dans la loi sur la Transition Énergétique

- > jusqu'en 2018: compensation de l'augmentation des Débits Réservés, 10% du module pour tout le monde (sauf sites stratégiques EDF, CNR, SHEM)
- > + 3 TWh en 2023, par le biais des nouveaux tarifs (H16) et les Appels d'Offre.

## Les tarifs d'OA:

Une centrale n'a droit qu'à une seule fois à l'obligation d'achat.

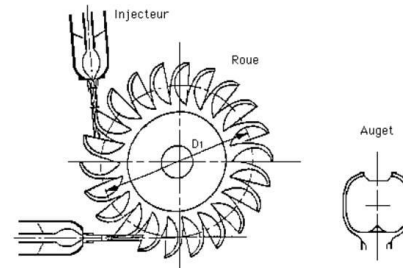
- > marché libre pour les anciennes centrales non rénovés
- > tarif rénovation maintenant différent du tarif neuf
- > Obligation d'Achat si  $P < 500$  kW et complément de rémunération si  $500$  kW  $< P < 1$  MW
- > Appel d'Offre CRE si  $P > 1$  MW : 3 sont en cours (un par an).
- > Durée contrat OA 20 ans, durée autorisation 30 ou 40 ans.
- > Tarif cible en OA et CR: 12 ct€/kWh en haute chute et 13,2 en basse chute.
- > Tarif bi-composantes été-hiver existant.

Complément de rémunération: le producteur vend sa production au marché libre et facture au gouvernement (CRE) le complément par rapport au tarif cible, proche de l'OA.

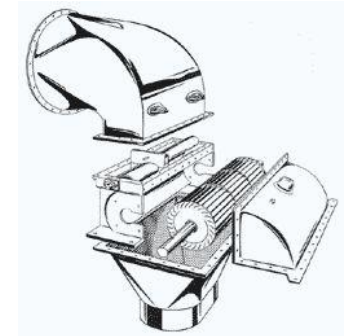
# Technologies: Les turbines « conventionnelles »



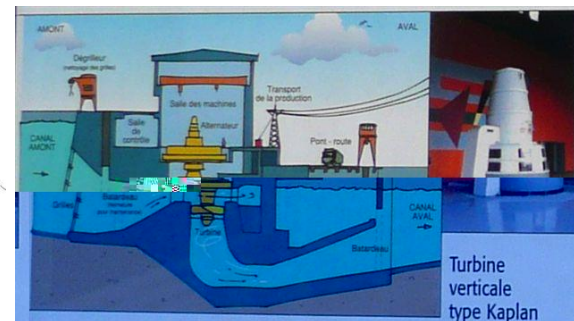
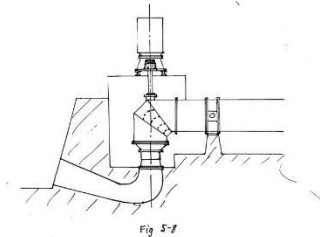
Hautes chutes, turbine Pelton:  
cout élevé de réalisation de la conduite,  
ses reprises d'effort, de confortement de la  
montagne



Moyennes chutes, turbines Francis ou  
Banki:  
couts conduite+ prise d'eau importants



Basses chutes, turbine Kaplan:  
Les débits sont importants.  
Cout de la prise d'eau élevé.  
Vitesse faible, obligation de  
multiplicateur ou de générateur cher.



Turbine  
verticale  
type Kaplan



# Technologies: Les innovations

(voir colloque Hydro21 2015)



- **Les rendements des turbines** conventionnelles peuvent atteindre 92 ou 93% , permettant globalement aux nouvelles centrales hydroélectriques d'atteindre des rendements proches de 80%. C'est la seule production d'énergie atteignant de tels rendements.

- **Les aimants permanents** permettent d'obtenir des basses vitesses sans multiplicateur, rendant possible les équipements de très basse chute, le couple dans le multiplicateur étant trop important en solution conventionnelle



VLH



Vis d'Archimède



Hydrolienne

Turbinage eaux brutes pour potabilisation

Poggio Cuculo (SUEZ)  
Vitesse variable  
(retenues collinaires)

## Génératrices immergées :

**SAVE :**  
alimentation sites isolés ou instrumentation en conduite



Turbiwatt



Autres

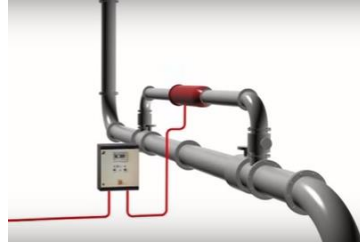


# Les innovations

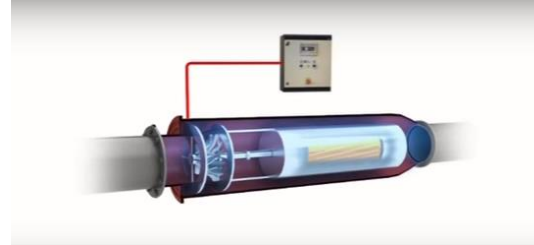
## - Innovations technologiques hors aimants permanents:



-> Kaplan grande vitesse  
6 ou 8 pales



-> PERGA (turbinage d'eau potable d'Annonay)  
commercialisée par PAM  
Contre-Pression



-> Diagonale  
(à l'étude)

## - Les anciennes technologies qui « ressortent »:

**Turbine à Vortex:**



**Les roues à aubes:**



**+ les vis  
d'Archimède**

## - Innovations filières (hors groupe de production):

Moyens: Surveillance par drones et caméras, mesures de débit par caméra, etc..

Type de productions: Production d'eau chaude ou d'Hydrogène – avec production d'électricité quand elle est plus chère.

**- Innovations administratives:** -> Autoconsommation, turbinage des eaux usées et pluviales  
-> A quand les « petits stockages » et « mini-STEPS »?

**Et le poisson  
là-dedans?**





# Réponse de l'AFB (ex ONEMA):



Voir exposé de Dominique Baril sur la Continuité Ecologique, Hydro21 2015:

- **Les enjeux:** accès des poissons aux zones de reproduction, croissance et refuge, communication avec les réservoirs biologiques et diversité génétiques
- **Franchissabilité selon les espèces, leurs performances et les écoulements:** Montaison et dévalaison. A chaque ouvrage, une solution adaptée. On ne restaure pas totalement la continuité biologique en installant un dispositif de franchissement (passe à poisson)
- **Mortalité des poissons dans les turbines:** 100% si Pelton, <5% si Kaplan basse vitesse
- **Transit sédimentaire:** Vannes, clapets, modalités de chasses et vidanges...
- **Les outils:** cahier des charges Agences de l'Eau/ONEMA, guide de conformité (France HydroElectricité), guide ONEMA diagnostic passes à poissons, le référentiel RefMadi et les formations des Bureaux d'Etudes.



**L'AFB est bureau d'étude de l'Administration et organisme de contrôle**

# L'ICHTYOCOMPATIBILITE:

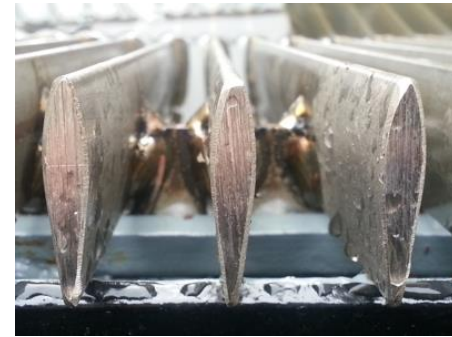


**Passes à poissons**

## Grilles d'entrée de canal ou de chambre ichtyocompatibles:



**COANDA**



**GRILLES FINES  
à barreaux ou à trous**

## Dévalaisons



**Contrôle d'ichtyocompatibilité (pommés)**

**Turbines reconnues ichtyocompatibles:** VLH, vis hydrauliques, certaines Kaplan basses vitesses.  
La reconnaissance de l'ichtyocompatibilité est sujette à des tests et rapports significants.



## Des tarifs satisfaisants:

Tarifs 2016 pour toutes les EnR normalement incitatifs avec un TRI calculé en 2015 de 8 %.

Calcul amputé par la dérive des taxes, impôts et redevances et le non cumul de l'OA et le CR avec les subventions publiques.

## Mais des contraintes de plus en plus sévères:

- **Réglementaires**: entre autres,

- La maîtrise foncière
- L'accord de la commune (délibération avec mise en concurrence – loi SAPIN2)
- Le dossier d'autorisation ou le règlement d'eau et les délais d'instruction
- Les règlements d'urbanisme (permis de construire)
- Les recours ...

- **Environnementales** (⚠ l'environnement ne doit pas être une contrainte, mais une série de règles concertées en faveur des énergies propres et de la biodiversité) :

- Les classements des rivières en liste 1 et 2
- Eviter Réduire Compenser (la production d'énergie propre n'est pas considérée comme une compensation suffisante)
- Les règlements de ZNIEFF, NATURA 2000, etc...
- Le défrichement, la continuité écologique...

## Des tarifs satisfaisants mais des contraintes:

### - Financières:

- Les contraintes bancaires: garanties, nantissements, apports ...
- Les coûts de raccordement au réseau électrique
- Les impôts et taxes (une passe à poisson est sujette à la CFE et la TF)
- Les redevances communales: les communes ont tendance à demander plus de 8% !!
- Redevance ONF
- etc...

### - Et celles que le porteur de projet s'impose:

ISO 14001 et autres, conceptions et suivis de chantiers écologiques, attention portée aux espèces invasives, etc...

- =>
- Projets en général difficiles et couteux
  - Développement de sociétés citoyennes participatives
  - Crowdfunding, appels à participation, fonds publics (OSER en ARA), etc...
  - Création de SEM, SIC, SAS, etc...

**Un projet hydroélectrique demande du temps, de l'énergie humaine et des compétences de métier.**

## Petit panorama dans le temps

### 2000 avant JC:

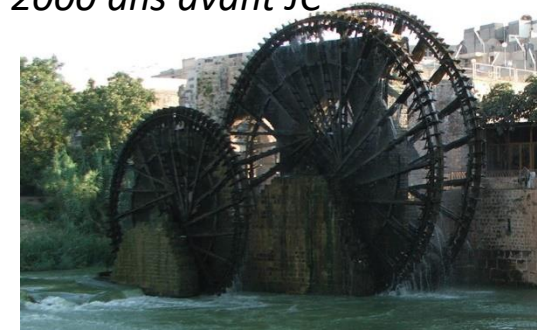
*Le moulin le plus ancien dont on a retrouvé des traces daterait de 2000 ans avant JC et se trouvait dans le palais du roi Mithridate, roi du Pont.*

### 3ème siècle avant JC:

*Les premières roues élévatrices apparaissent en Egypte à la fin du IIIème siècle avant JC, sous le règne de Ptolémée IV.*

*[...] la « vis d'Archimède » (287-212 av JC), qui en eut probablement l'idée au cours d'un voyage en Egypte...*

*(extraits d'articles internet)*



### 18ème (Bernouilli, Euler...) et 19ème siècle (Fourneyron + la houille blanche):

*Etudes et recherches sur l'hydrodynamisme. Réalisation de la 1ère turbine alimentée par conduite forcée par Fourneyron en 1832. Houille Blanche et apparition de l'hydroélectricité*



### 1890:

*69 620 moulins sur 250.000 km de rivières dénombrés par le Service Hydraulique Agricole représentaient une puissance totale de 757 MW et une production équivalente à 4 TWh.*

*Soit 1 seuil tous les 3,5 km de rivière.*



Maintenant

## Petit panorama dans le temps

### **Maintenant:**

*2000 centrales sur 250.000 km de rivières représentent une puissance totale de 2000 MW et une production de 7 TWh.*

***Soit 1 seuil tous les 125 km de rivière.***

### **2023:**

*+ 3 TWh selon PPE, soit une production de 10 TWH*

### **2050 et plus:**

Possibilité maximale de + 11,6 TWh selon UFE et DREAL, chiffre surement pas atteint

Fin de la fonte des glaciers

Déplacement du climat méditerranéen vers le Nord.

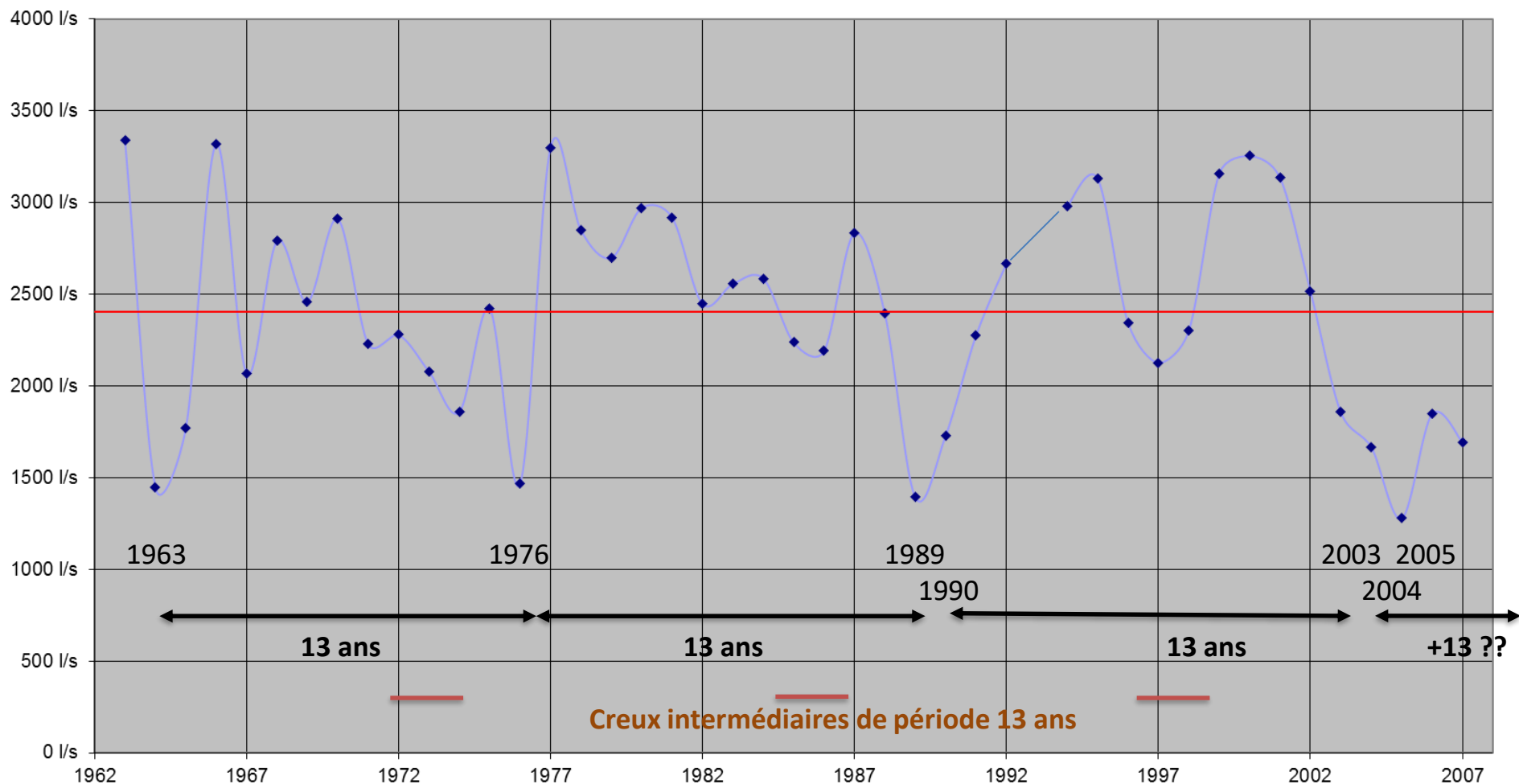
Mais pluies plus fortes et plus intenses (épisodes dits « cévenols ») dans les régions non arides, d'où l'utilité supplémentaire du stockage (voir colloque 2016 pour les autres utilités).

Pour les producteurs hydroélectriciens, le mieux est d'analyser la tendance des courbes de productible/ production de leurs installations.

# Productible/production d'une centrale type

Centrale située dans la zone dont le climat est en cours de changement, au sud de Grenoble.

Mise en service en 2011 suivant le productible calculé avec les débits connus des rivières alentours:

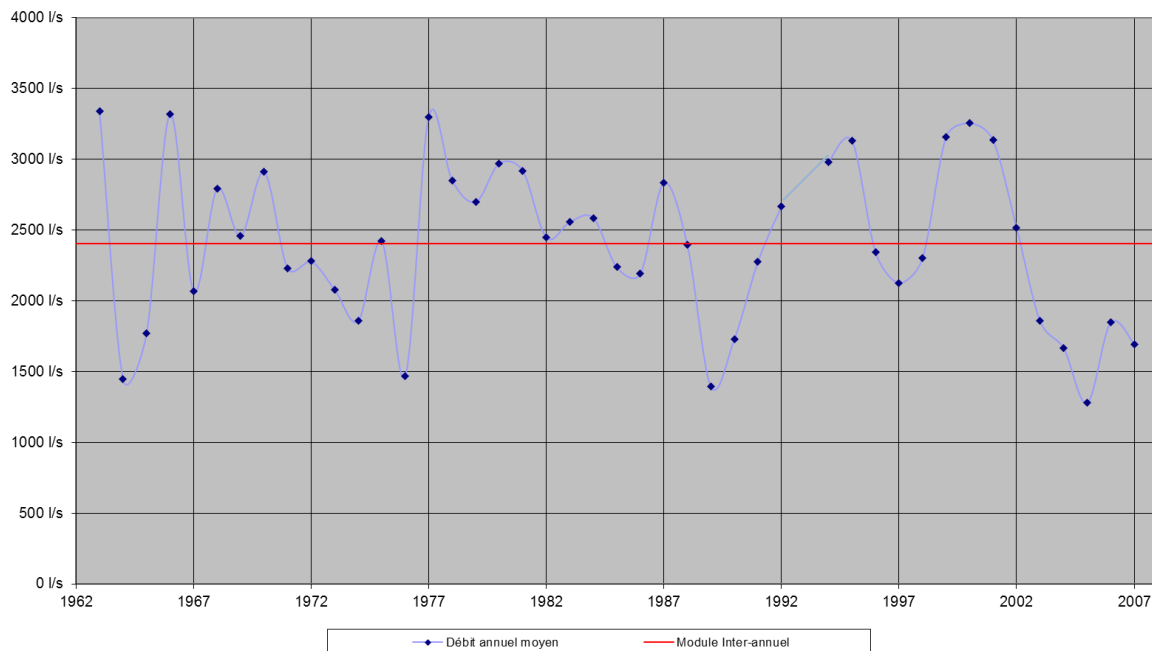




## Productible/production d'une centrale type

Comme prévu, les années ont été « normales » de 2007 à 2011.

Creux important en 2011, année de la mise en service, suivie de 3 excellentes années puis début sécheresse de 2017 amorcée dès 2015.



La période de 13 ans avec les mêmes années a été observée par l'ADEME Bourgogne Franche Comté comme période de seuil d'augmentation de la température.

Les conclusion que l'on peut tirer de ces courbes de productible est:

- La durée des sécheresse s'allonge
- La durée des périodes de bonne hydraulité s'allonge aussi
- Les périodes ne coïncident pas avec les taches et les intensités solaires. El Nino ?

**Il n'y a donc ni plus ni moins de précipitation et de débit dans la rivière qu'avant.**



Prise d'eau St Bueil



**Merci de votre attention !**



Centrale de St Bueil lors des Portes Ouvertes des JEP