

# DES BESOINS EN ENERGIE

## Nous consommons de l'énergie

Le mot énergie vient du grec "energeia" qui signifie *force en action* (en → dans ergon → action)

● **Les hommes consomment de l'énergie,** pour vivre, se chauffer, cultiver, se déplacer, transformer les matières premières, faire fonctionner les industries, fabriquer des objets, aménager leur environnement...

● **Pendant des millénaires,** les hommes n'ont disposé, pour seules sources d'énergie, que de celles de leurs bras, des animaux, de la chaleur du feu (cuire et chauffer), du vent (navigation à voile, moulins...) et de l'eau (scieries...).

● **Depuis 150 ans,** avec l'avènement de l'ère industrielle et le confort correspondant, la demande énergétique a beaucoup augmenté :

- Transformation de matières premières (fusion des métaux, fabrication de l'acier, cuisson du ciment...);
- Fonctionnement des machines (machines à papier, presses, machines-outils, pompes...);
- Moyens de transport individuels et collectifs (voitures, avions, trains...);
- Usages généraux, chauffage, éclairage (ascenseurs, appareils électroménagers...).



Les usages domestiques de l'électricité



Laminoir de l'usine Sollac de Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône)

# des besoins en énergie

N°1

## Les 4 principales sources d'énergie

Les 4 principales sources d'énergie, actuellement les plus utilisées par les hommes sont :

- Gaz/Pétrole
  - Charbon
  - Énergie nucléaire
  - L'eau des rivières et des lacs de barrage.
- Les combustibles fossiles

Il existe d'autres sources d'énergie comme le soleil, le vent, les marées et les courants marins, la géothermie, le bois, l'énergie chimique (piles...). EDF s'est engagée dans un programme ambitieux de développement de ces énergies.



Gaz/Pétrole



Eau des barrages et des rivières



Charbon



Énergie nucléaire

## L'électricité, une énergie pour tous

L'électricité est une forme particulière de l'énergie,

facile à transporter et à distribuer. Utilisable par tous, elle répond aux besoins individuels, collectifs et industriels.

- L'électricité est un phénomène naturel. La foudre en est sa manifestation la plus connue.
- L'électricité est un flux d'électrons au travers d'un matériau conducteur comme le cuivre ou le fer.



La foudre est une manifestation naturelle de l'électricité.



L'énergie électrique se mesure en térawattheures dont le symbole s'écrit TWh.

L'énergie totale consommée en France, en 2006, a été de 478,4 TWh

L'eau prend sa force de la hauteur dont elle chute et du débit avec lequel elle s'écoule.

# PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ

N°2 fiche pédagogique

## 3 façons de produire

On peut **produire de l'électricité de trois façons** : chimique, photovoltaïque (solaire) et mécanique.

### Chimique

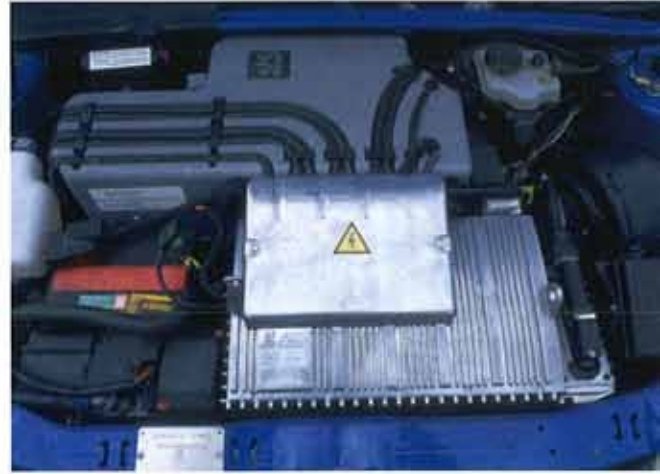
On utilise **les propriétés de certaines substances** pour créer et stocker l'électricité (mais en faible quantité). C'est **le principe des piles et des accumulateurs** réservés en général aux usages individuels.

### Photovoltaïque

On emploie des piles ou des panneaux solaires qui **fonctionnent grâce à la lumière**. Ils équipent les satellites, des pompes dans le désert, des maisons en pays ensoleillés... **Leur production est faible**.

### Mécanique

On fait tourner un aimant dans un bobinage de fil conducteur. C'est **le principe des dynamos et des alternateurs**. Ils permettent de produire l'électricité de façon industrielle.



Les batteries d'automobile figurent parmi les exemples de production chimique d'électricité.

Alternateur d'une centrale électrique.



Les panneaux solaires photovoltaïques transforment directement l'énergie des photons du soleil en électricité.

## Le principe

### Un générateur de courant

(dynamo ou alternateur) **transforme l'énergie mécanique d'un mouvement tournant en énergie électrique**. Le **mouvement tournant** est entraîné par des **forces** pouvant avoir des origines différentes : "muscles", vent, eau, vapeur d'eau.

La force musculaire entraîne la roue et crée de l'énergie. Une dynamo transforme cette énergie mécanique en courant électrique.

Dynamo



# produire de l'électricité

## Différents moyens de produire de l'électricité



### Turbine

Mouvement tournant qui entraîne le générateur de courant

## En France, 3 types de centrales

En France, on produit principalement de l'électricité dans trois types de centrales :

- Centrales thermiques à combustible fossile,
- Centrales thermiques à combustible nucléaire,
- Centrales hydrauliques.



#### Dans une centrale thermique,

la **combustion** du pétrole, du gaz ou du charbon permet de **chauffer l'eau** d'un circuit fermé qui se transforme en **vapeur**, et actionne les turbines qui entraînent les alternateurs.



#### Dans une centrale nucléaire,

c'est la **fission** du combustible nucléaire (**uranium**), qui permet de chauffer les circuits de vapeur qui actionnent les turbines.



#### Dans une centrale hydraulique,

les turbines sont directement mises en mouvement par la **force de l'eau**.

#### Les pales des éoliennes captent l'énergie du vent.

Cette énergie peut être stockée dans des batteries d'accumulateurs. Dans les départements français qui bénéficient d'un vent fort, des éoliennes sont raccordées au réseau électrique.

### Répartition moyenne de la production française d'électricité par source d'énergie en 2006

Thermique	Nucléaire	Energies renouvelables*
9,8%	78,1%	12,1%

\* dont 11,1% d'hydraulique

# L'HYDROELECTRICITE

N° 3 fiche pédagogique

## Caractéristiques

### L'hydroélectricité

consiste à produire du courant électrique à partir de la force de l'eau :

- force d'une **chute d'eau** ;
- force du **courant** au fil d'une rivière ;
- force des **marées**.

### L'énergie de l'eau dépend de 2 paramètres qui sont :

- la **hauteur de la chute d'eau** qui engendre une pression ;
- le **débit** qui correspond à la quantité d'eau qui passe en une seconde dans un endroit donné.

1 M<sup>3</sup> d'eau qui tombe de 450 mètres de haut produit une énergie d'environ 1 kWh. Cette énergie peut faire fonctionner un radiateur électrique de taille moyenne.

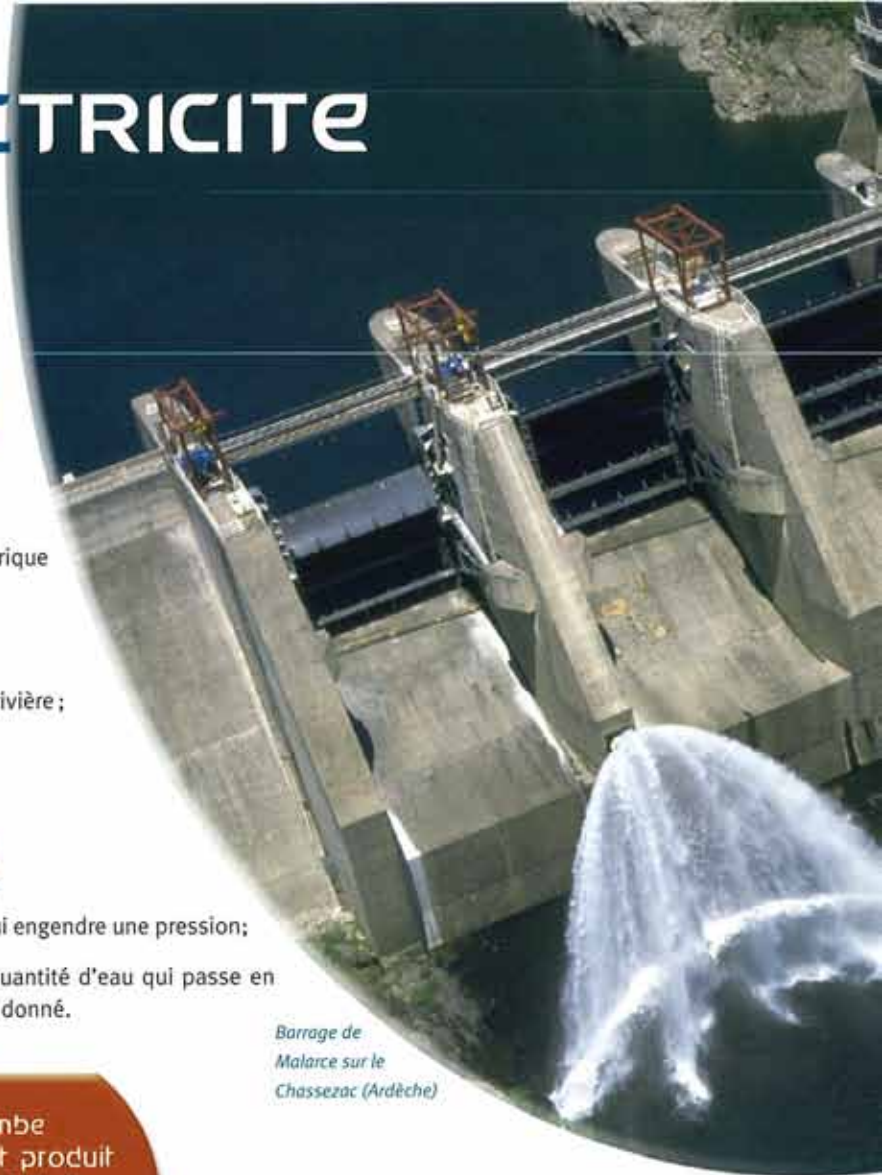
## Les centrales hydrauliques

L'hydroélectricité est produite dans des usines appelées **centrales hydrauliques** qui fonctionnent le plus souvent en association avec les barrages, en s'opposant à l'écoulement naturel de l'eau et en le dérivant.

### barrages et aménagements hydrauliques assurent deux fonctions différentes :

- permettre la **production d'électricité** grâce à la dérivation de l'eau et à la chute ;
- créer une réserve d'eau, le lac de barrage (de retenue), véritable **réserve d'énergie**.

L'ensemble des aménagements de la Durance, dans les Alpes du Sud, peut produire chaque année environ **6 milliards de kWh**, soit la consommation annuelle d'une agglomération urbaine comme celle de Bordeaux (environ 800 000 habitants).



Barrage de Malarce sur le Chassezac (Ardèche)



Barrage et retenue d'Eguzon sur la Creuse (Indre)

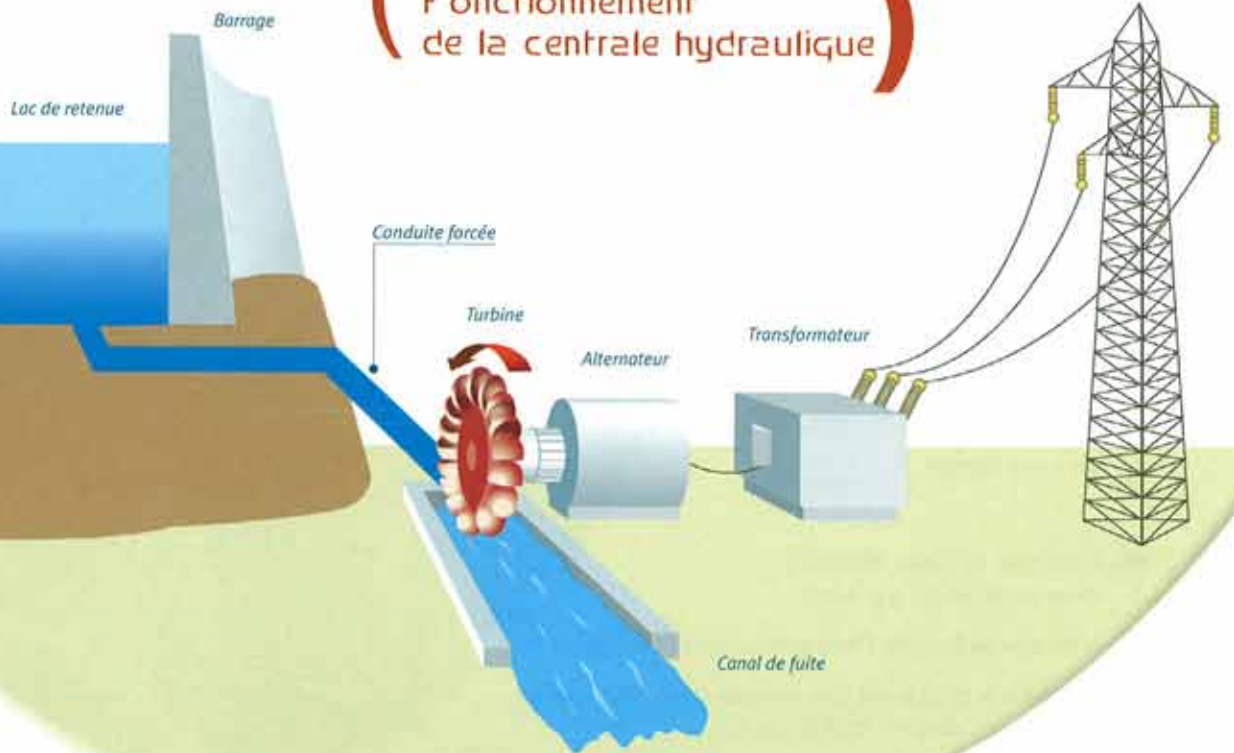


Barrage de Bort-les-Orgues (Corrèze)

# l'hydroélectricité

N° 3

## Fonctionnement de la centrale hydraulique



Entre la prise d'eau et l'usine, l'eau circule dans des **galeries, des conduites forcées ou des canaux d'aménée**.

Dans la centrale hydraulique, l'eau canalisée **actionne la turbine**.

Une turbine est constituée de **cuilères appelées augets, de pales ou d'aubes, montées sur un axe rotatif**.

L'ensemble est mis en **mouvement par la force de l'eau**.



La turbine **entraîne l'alternateur** (sorte de moteur fonctionnant à l'envers) qui **produit de l'électricité**.

Un poste de **transformation (transformateur)** élève ensuite la tension produite par l'alternateur (de 5 000 à 15 000 volts, moyenne tension) en **courant à haute et très haute tension** (de 63 000 volts à 400 000 volts) plus facilement transportable dans **les lignes à haute et très haute tension**.



# LES ATOUTS DE L'HYDROELECTRICITE

N° 4 fiche pédagogique

## Une énergie souple et économique

### L'hydroélectricité est une part essentielle de la production électrique

Jusqu'en 1966 et avant la mise en service des centrales nucléaires, elle représentait environ **50% de l'électricité** produite en France. Mais à cette époque, la demande était beaucoup moins forte qu'aujourd'hui.

L'hydroélectricité représente  
**16,4% de l'électricité mondiale,**  
**et 11% de l'électricité française.**  
*(chiffres 2004).*

Dans un pays comme la France, où la production d'électricité est essentiellement d'origine nucléaire, **l'hydroélectricité demeure indispensable.**

Elle possède des qualités de **souplesse et de rapidité** de mise en œuvre que n'ont pas toutes les autres sources d'électricité. Elle peut répondre rapidement aux exigences de la consommation. De plus, elle est **très économique.**



*Lors des périodes de grand froid, toutes les sources de production d'électricité sont mobilisées.*

## Une énergie stockable et disponible

→ **L'électricité est une forme d'énergie qui ne se stocke pas quand elle est sous la forme du courant alternatif que nous consommons dans la vie courante.**

→ La demande en électricité d'un pays varie en fonction :

- des saisons (été, hiver) ;
- des jours de la semaine (jours travaillés, dimanche) ;
- des heures de la journée (heures de travail, heures de repos, besoins d'éclairage) ;
- de la météorologie (présence de nuages, froid ou beau temps).

→ Les centrales nucléaires produisent toute l'électricité de base dont le pays a besoin régulièrement. Mais elles ne peuvent pas répondre immédiatement à une demande supplémentaire importante ou inattendue de courant : heures de pointe, incident sur le réseau de transport d'électricité, arrêt inattendu d'une autre centrale...

**L'électricité d'origine hydraulique est capable de répondre immédiatement à ce type de demande.**

Centrale hydroélectrique de Grand'Maison (Isère)



# les atouts de l'hydroélectricité

N°4

## De nombreux avantages

### Une énergie stockée

A la différence de l'électricité, l'eau peut être stockée. Barrages et lacs de retenue permettent de constituer des **réserves d'eau**, véritables réserves d'énergie et d'électricité potentielle, **disponibles à tout moment**.

### Rapidité et souplesse

Les centrales hydroélectriques peuvent **démarrer ou faire varier leur production très rapidement**, en quelques minutes. Il suffit d'"ouvrir" plus ou moins les arrivées d'eau, ce qui modifie les débits et permet de produire la **quantité d'électricité souhaitée**. Elles peuvent être arrêtées ou ralenties tout aussi rapidement.

Leur fonctionnement arrive alors immédiatement :

- **en complément** des autres sources quand la demande augmente brusquement ;
- **en substitution** d'une source défaillante.

Lâcher d'eau  
au barrage de Malarce  
sur le Chassezac (Ardèche).



Il suffit par exemple, de 2 minutes à l'usine de Grand'Maison, dans les Alpes pour fournir 1800 MW, soit l'équivalent de deux réacteurs nucléaires de 900 MW.

### Energie renouvelable

L'eau est une **énergie renouvelable**. Il suffit de laisser faire la nature et le cycle de l'eau. Fontes des neiges et des glaciers, pluies, torrents et rivières alimentent les lacs de barrage et reconstituent **les réserves en eau**, donc en énergie.

### Economique

Malgré les lourds investissements nécessaires pour implanter les ouvrages, l'hydroélectricité est économique à deux titres :

- La ressource de base - l'eau - est gratuite et inépuisable (cycle de l'eau) ;
- Sa souplesse d'utilisation permet d'économiser le combustible nucléaire ou le combustible fossile.

Barrage et retenue  
de Monteynard sur le Drac (Isère).



## Non polluante

En utilisant uniquement l'eau comme moteur de son fonctionnement, l'énergie hydroélectrique ne pollue pas. Elle ne produit pas de déchets. Elle ne dégage pas de fumée. Elle ne réchauffe pas l'atmosphère.

### Nationale

L'hydroélectricité est une **énergie nationale**. Son fonctionnement ne dépend pas de l'achat de combustibles aux pays étrangers (charbon, pétrole, uranium). Elle contribue à la sécurité d'approvisionnement du territoire.

# DIVERSITE DES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES

## ( A chaque situation une solution )

Il existe une **grande diversité d'aménagements hydro-électriques** en fonction de leur situation géographique, du type de cours d'eau, de la hauteur de la chute, de la nature du barrage et de sa situation par rapport à l'usine de production électrique.

Barrage de Petit-Saut (Guyane)



## Nomenclature simplifiée des installations hydroélectriques

Dénomination habituelle des installations	Situation géographique habituelle	Hauteur de la chute d'eau	Emplacement de la centrale
Centrale de lac ou de haute chute	Montagnes, torrents, glaciers	Supérieure à <b>300 mètres</b>	Eloignée du barrage
Centrale d'écluse ou de moyenne chute	Moyenne montagne, collines, rivières	Comprise entre <b>30 et 300 mètres</b>	Au pied du barrage
Centrale au fil de l'eau ou de basse chute	Plaines, fleuves, rivières	Inférieure à <b>30 mètres</b>	Dans le barrage ou sur un canal de dérivation
Usine marémotrice	Bord de mer, estuaires		Dans le barrage

## ( Les records de France )

- ➔ Le barrage le plus haut : Tignes (Savoie), **180 mètres**.
- ➔ La plus grande hauteur de chute : Portillon (Haute-Garonne), **1 420 mètres**.
- ➔ Le plus gros volume de béton : Roselend (Savoie), **940 000 m<sup>3</sup>** de béton.
- ➔ Le plus gros volume de terre : Le Mont-Cenis (Savoie), **14 millions de m<sup>3</sup>** de terre.
- ➔ Les plus grandes réserves d'eau : Serre-Ponçon (Hautes-Alpes) : **1,2 milliard de m<sup>3</sup>** d'eau, Petit Saut (Guyane) : **3,5 milliards de m<sup>3</sup>** d'eau et **310 km<sup>2</sup>** de superficie.
- ➔ La centrale la plus puissante : La STEP de Grand'Maison (Isère), **1 800 MW**.
- ➔ Nombre de barrages EDF : **220** (dont **150** dépassant **20 mètres** de haut).
- ➔ Nombre de centrales EDF : Près de **450**.



# diversité des aménagements hydroélectriques

N° 5

## Des équipements adaptés à l'environnement

Les aménagements de haute chute équipent **les sites de montagne**. Ils bénéficient de dénivelées très importantes entre le barrage et l'usine. Cependant, les débits sont assez faibles. Le lac de retenue est alimenté par **les torrents, la fonte des neiges et des glaciers**.

## Les aménagements de moyenne chute

Ces équipements sont situés sur **des cours d'eau à pente assez forte et à débit important**, dans les régions de moyenne montagne et de collines. Traditionnellement, la centrale se situe au pied du barrage. **La chute est de l'ordre de 30 à 300 mètres**.

## Le cas particulier des STEP

Dans une **Station de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP)**, une retenue supérieure est reliée à un bassin inférieur situé au niveau de l'usine hydroélectrique. L'eau stockée sert à faire tourner les turbines **aux heures de forte consommation d'électricité**, et sera récupérée dans le bassin aval. Ensuite, aux heures de moindre consommation, on pompe cette eau vers le bassin supérieur en utilisant l'électricité des centrales nucléaires qui produisent de façon stable.



Barrage de Monteynard (Isère).



Barrage de l'Aigle (Cantal).



Station de pompage de Revin (Ardennes).



Barrage de Strasbourg (Bas-Rhin).

## Les aménagements de basse chute

Les équipements sont situés sur **de grands fleuves à faible pente et à très fort débit**. La chute est de l'ordre d'une dizaine de mètres. Le barrage permet de dériver l'eau vers la centrale grâce à un canal.

## L'usine marémotrice de la Rance

**La centrale de la Rance est la seule au monde** à produire de l'électricité de façon industrielle à partir de la **force de la marée**. Située à proximité de Saint-Malo, **elle barre l'estuaire de la Rance sur 700 mètres de large**. Son principe de fonctionnement est celui d'une basse chute utilisant la dénivelée créée par l'amplitude de la marée.



Usine marémotrice de la Rance (Ille-et-Vilaine).

Les STEP présentent un grand intérêt économique : elles permettent d'utiliser l'eau (énergie gratuite) à la place de combustibles plus chers (fioul et gaz).

# DIVERSITE DES BARRAGES

N° 6 fiche pédagogique

## Des ouvrages d'art bâties sur mesure

Il existe de très nombreux types de barrages, que l'on peut classer selon les matériaux utilisés pour leur construction, leur forme et leurs caractéristiques :

- ➔ Les barrages mobiles, piles en béton, vannes en acier
- ➔ Les barrages poids en terre ou en enrochement
- ➔ Les barrages en béton
  - barrages poids, barrages contreforts, barrages voûtes.



Barrage de Sainte-Marguerite  
(Lozère).

Barrage de Grand'Maison (Isère)



### ● Les barrages mobiles

Installés sur des rivières à fort débit, ils sont caractérisés par une partie supérieure constituée de vannes amovibles. On rencontre fréquemment ce type de barrage dans les basses chutes. En ouvrant les vannes, on facilite le passage de l'eau, et on évite l'élévation du niveau en amont, en particulier pendant les crues.

### ● Les barrages poids en terre ou en enrochement

Ils sont réalisés par l'empilement de matériaux juxtaposés, sans élément de liaison particulier : terre compactée ou enrochement de blocs. Ils possèdent une base très large. Ils comportent, sur toute la hauteur de la structure, un élément assurant leur étanchéité.

## ( Les barrages en béton )

### ● Les barrages poids

Ils sont caractérisés par une section triangulaire, avec une base large très implantée sur le sol. Ils présentent l'avantage de très peu solliciter la **résistance des berges**. Leur construction requiert une grande quantité de béton. **Le poids est utilisé pour résister à la poussée de l'eau.**

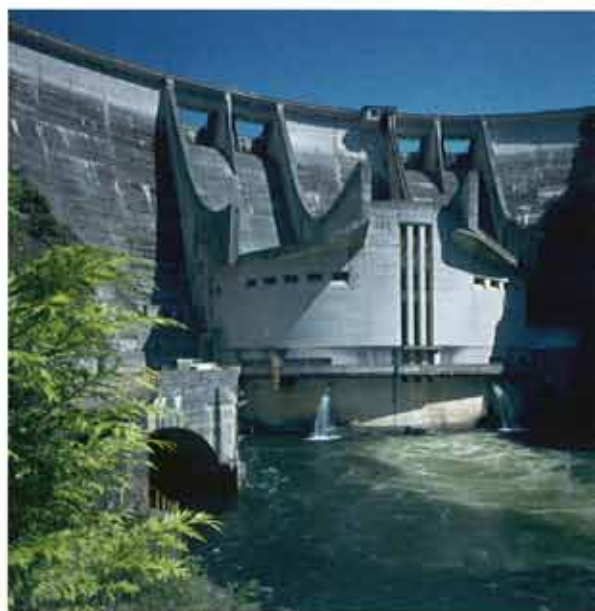
*Barrage et retenue de Fleix sur la Vienne Supérieure (Haute Vienne)*



### ● Les barrages voûte

Ils sont constitués d'une coque en béton courbée, le côté convexe dirigé vers l'amont. Ils sont généralement implantés dans des vallées étroites lorsque les rives sont formées de roches saines et très résistantes, car ils sollicitent beaucoup la résistance des berges. La poussée de l'eau est renvoyée vers les appuis ou les rives.

*Barrage de l'Aigle (Cantal)*



### ● Les barrages contreforts

Des contreforts en béton construits du côté aval supportent des voûtes de faible portée ou des dalles planes. Les contreforts **transmettent la poussée de l'eau vers le sol**. Ce type de barrage exige moins de béton qu'un barrage poids, et ne nécessite pas une vallée étroite comme les barrages voûtes. Il est néanmoins nécessaire que le rocher des rives soit de bonne qualité.



*Barrage de Tignes avec la fresque du Géant peinte sur le parement aval (Savoie)*

# LES CHEMINS DE L'EAU DANS LES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

N°7 fiche pédagogique

## Les principaux éléments des aménagements hydrauliques

- Les captages et prises d'eau
- Les bassins artificiels
- Les lacs de retenue
- Les barrages
- Les galeries et conduites forcées
- Les canaux d'amenée
- Les turbines dans les centrales
- Les canaux de fuite
- Les aménagements fluviaux



Les travaux effectués sur le site de l'ouvrage de captage des eaux glaciaires à Chamonix (Haute Savoie).

### Les captages et prises d'eau d'alimentation des barrages

Les captages et prises d'eau sont dispersés dans les différents vallons, et permettent de **recupérer l'eau de la fonte des neiges, des glaciers et des torrents** qui n'appartiennent pas au bassin versant du lac de retenue.

- Ils servent à augmenter le remplissage du lac lorsque le bassin versant est trop faible.
- L'eau est acheminée par des galeries souterraines ou collecteurs.
- Leur entrée est protégée par des grilles.
- L'évacuation de l'eau peut avoir lieu directement dans le lac de retenue, ou plus haut dans le lit d'un torrent dont le débit est alors augmenté.

Bassin supérieur de la centrale hydroélectrique de la Coche (Savoie).

### Les bassins artificiels

Ce sont des bassins maçonnés aux abords interdits et protégés par des clôtures en grillage.

**Ils permettent la régulation des débits, ainsi que des petits stockages d'eau ponctuels** pour répondre à des impératifs de fonctionnement.

# les chemins de l'eau dans les aménagements hydrauliques

N°7

Le plus grand lac de retenue d'Europe est celui du barrage de Serre-Ponçon, sur la Durance, dans les Hautes-Alpes. Il peut contenir 1,2 milliard de mètres cubes d'eau.

## Les lacs de retenue

- ➔ Ils se forment en amont des barrages, et noient en partie une vallée. Ils sont caractérisés par leur surface, leur profondeur et la quantité d'eau qu'ils retiennent.
- ➔ Le niveau du lac varie en fonction de la saison et du fonctionnement des centrales.
- ➔ Les lacs de retenue sont des réserves d'eau, et donc d'énergie potentielle, convertibles en électricité.

Les lacs de barrage EDF représentent **75% de l'eau douce** stockée artificiellement en surface en France.

*Les barrages au fil de l'eau, le long des fleuves, ne possèdent pas de véritable retenue. Leur rôle est de dériver l'eau et de créer la chute.*

## Les barrages

Les barrages possèdent des orifices qui permettent le passage de l'eau. Ceux-ci sont équipés de vannes qui assurent la régulation des débits.

## Les vannes de vidange

Situées à la base du barrage, elles permettent la vidange totale du lac de retenue pour pratiquer les inspections et les travaux d'entretien du côté amont.

## Les vannes de débit réservé

Situées à la base du barrage, elles assurent un minimum d'écoulement d'eau dans le fond de la vallée pour préserver la vie de la rivière à l'aval du barrage.

Lac de retenue du barrage de Serre-Ponçon (Hautes-Alpes).



Vanne de vidange du barrage de Crescent (Yonne).

# LES CHEMINS DE L'EAU DANS LES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

## Les barrages (suite)

### Les évacuateurs de crues

- Il s'agit :
- Soit d'un seuil libre ou déversoir au sommet du barrage,
  - Soit de vannes situées au sommet ou en fond de barrage.

Evacuateur de crue du barrage de Malarce (Ardèche).



Ils permettent d'éviter le débordement et la submersion de l'ouvrage en cas de crues (ou de trop plein dû à l'inactivité de la centrale lorsque le lac est déjà plein).



Barrage et retenue de Cadarache sur la Durance (Bouches-du-Rhône).

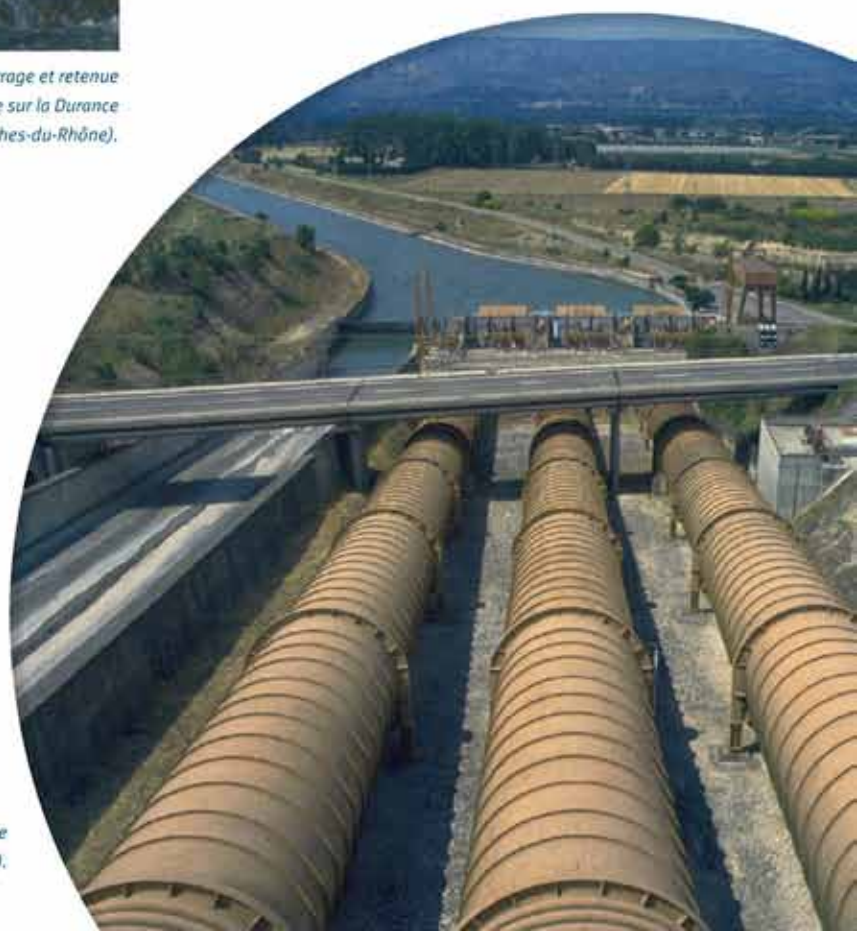
### Galeries et conduites forcées

Ce sont des canalisations qui conduisent l'eau depuis la prise d'eau dans le lac de retenue, jusqu'aux installations de la centrale.

- Ces canalisations peuvent être :
- soit des galeries directement creusées dans la roche, avec ou sans revêtement interne de béton ou métallique,
  - soit de gros tuyaux métalliques fixés à flanc de montagne ou enterrés : les conduites forcées.

### Les barrages mobiles

Dans ce type d'ouvrage, une partie est constituée de vannes qui peuvent être ouvertes pour permettre l'écoulement de forts débits lorsque la rivière est en crue.



Conduites forcées de la centrale hydroélectrique de Mallemort sur la Durance (Bouches-du-Rhône).

# les chemins de l'eau dans les aménagements hydrauliques

N° 7 bis

## Les canaux d'amenée

Ce sont des canaux à berges horizontales et à ciel ouvert. Ils permettent de **dériver l'eau jusqu'à la centrale dans les aménagements au fil de l'eau** (basses chutes).

## Les turbines

Dans les centrales, l'eau arrive sur chaque turbine par une conduite qui se ramifie. Elle est munie de vannes. L'eau qui actionne la turbine est évacuée par une conduite de fuite, après avoir libéré son énergie.

On distingue trois principaux types de turbine : FRANCIS, PELTON et KAPLAN.

Canal d'amenée de l'usine hydraulique de Mallemort (Bouches-du-Rhône).



## Le canal de fuite

A la sortie de la centrale, le canal de fuite permet **d'évacuer toute l'eau du fonctionnement de l'usine**.



C'est à la sortie du canal de fuite que se déverse dans la rivière l'eau utilisée pour la production de l'hydroélectricité.

## Aménagements fluviaux

Les aménagements de basses chutes ainsi que l'usine marémotrice de la Rance **comportent des canaux de dérivation et de navigation munis d'écluses pour permettre le transit des bateaux sur les voies navigables**.



Ecluse de Kembs, gérée par EDF, sur le Rhin (Haut-Rhin).



# LE DÉBIT DE LA RIVIÈRE ET SES VARIATIONS

## La rivière change

Installés sur le lit des rivières dont ils barrent et dévient le cours, les aménagements hydrauliques provoquent des variations du débit d'eau. Les différents lâchers d'eau modifient le débit de la rivière. Les phénomènes naturels comme les crues ou la sécheresse influent également sur le régime des cours d'eau.

### Le débit naturel

Le débit naturel d'un cours d'eau est la quantité d'eau qui passe en un endroit pendant une seconde. Il se mesure en mètres cubes par seconde (m<sup>3</sup>/s). **Le débit n'est jamais uniforme et dépend du climat et des conditions météorologiques.**

- Lorsqu'il est très fort, le cours d'eau occupe tout le lit et peut même déborder. On parle de crue.
- Lorsqu'il est très faible, on parle d'étiage qui peut aller jusqu'à l'assèchement total.

### Le débit réservé

Très souvent, un aménagement hydro-électrique court-circuite un tronçon du cours d'eau sur lequel il est implanté. Dans ce tronçon (cette partie de la vallée) comme sur le reste de la rivière, en aval, **EDF est tenue de maintenir un débit minimal compatible avec le développement de la vie aquatique** : c'est le débit réservé fixé par la loi. Il est assuré par des orifices situés à la base des barrages.

Barrage de Grandval (Cantal).

### Les crues

Une rivière peut entrer en crue de façon plus ou moins rapide en fonction des conditions climatiques. Les barrages sont alors surveillés spécialement, car il faut absolument éviter leur submersion. Cette submersion pourrait avoir comme conséquence grave la détérioration ou la rupture du barrage. Les évacuateurs de crue sont ainsi prévus pour laisser passer la crue sans nuire aux installations.

Lorsqu'ils ne sont pas pleins, les barrages permettent d'atténuer les effets de la crue, en retenant une partie de celle-ci. Ils jouent alors le rôle d'écrêteur de crue.



# le débit de la rivière et ses variations

N° 8

## ( Les causes des lâchers d'eau )

### Les lâchers d'eau liés à l'énergie hydraulique

Le fonctionnement normal des centrales pour la production électrique nécessite **des lâchers d'eau pour faire tourner les turbines.**

L'eau est ensuite restituée à la rivière par le canal de fuite situé à la sortie de la centrale hydroélectrique :  
soit **directement au pied du barrage** ;  
soit **plus en aval du barrage** lorsque l'usine est éloignée.

**Le débit de la rivière peut alors varier brusquement et de façon importante.**

Lâcher d'eau  
au barrage de Malarce  
(Ardèche).



### Les autres lâchers d'eau

On peut procéder à des lâchers d'eau pour d'autres raisons que celles de la production électrique :

- ➔ Maintenance et sécurité (essais des vannes...) ;
- ➔ Besoins agricoles ou industriels (irrigation...) ;
- ➔ Nécessité écologique (soutien d'étiage) ;
- ➔ Activités sportives (canoë-kayak...).

Barrage de Sainte-Croix du Verdon  
(Alpes-de-Haute-Provence).

## Attention !

Pour les centrales de haute chute, il existe généralement deux tronçons en aval du barrage :

**Le tronçon situé entre le barrage et la centrale**

**Le tronçon situé en aval de la centrale**

➔ Les variations de débit peuvent se produire sur chacun de ces tronçons.

➔ Les lâchers d'eau pour la production électrique ne peuvent pas être prévus à l'avance, les usines devant s'adapter à tout moment aux besoins du réseau national pour répondre à l'augmentation de la demande.

➔ Lors d'un lâcher d'eau, le débit du cours d'eau peut être multiplié de **10 à 100 fois**, ce qui change totalement son régime et sa force. Un lâcher d'eau constitue un réel danger pour les personnes se trouvant dans le lit de la rivière.

# LACHERS D'EAU ET SECURITE

N° 9 fiche pédagogique

( Prudence ! )

*Les lâchers d'eau entraînent de brusques variations de la physionomie de la rivière.*

## Hydroélectricité et lâchers d'eau

Comme réserve énergétique de sécurité et d'adaptation aux demandes de pointe et aux défaillances imprévues du réseau, les centrales hydroélectriques sont fréquemment amenées à fonctionner, de façon immédiate (en quelques minutes) et très irrégulièrement.



*Lâcher d'eau : torrent à l'aval d'un barrage.*

Les lâchers d'eau qui en résultent entraînent des augmentations de débit et des montées du niveau d'eau qui peuvent survenir à tout moment de la journée, même par beau temps.

Ces lâchers d'eau peuvent multiplier de **10 à 100 fois** le débit, et changent totalement le comportement du cours d'eau :

- ➔ Violence du courant;
- ➔ Déferlement de vagues successives;
- ➔ Submersion d'îlots ou de rochers isolés;
- ➔ Erosion des terrains meubles (sable).

*Dans certains cas, les lâchers d'eau sont assez spectaculaires.  
Barrage et retenue de Malarce (Ardèche).*

# lâchers d'eau et sécurité

( L'eau peut monter brusquement )

## Attention danger !

Les lâchers d'eau présentent un réel danger pour les personnes :

- ➔ Risque d'être emporté par le courant ;
- ➔ Risque d'être aspiré par un tourbillon ;
- ➔ Risque de tomber, de heurter un rocher, de se blesser ou de s'assommer ;
- ➔ Risque de se noyer même si l'on sait bien nager.

## Lire et respecter les panneaux !

Tout au long des berges des rivières à risque sont placés des panneaux " **Attention danger !** ".

Ils vous invitent à adopter un **comportement prudent**, et à ne pas vous avancer, circuler ou stationner dans le lit d'une rivière ou sur le bord d'un canal en dessous d'un barrage ou d'une centrale hydroélectrique.

**Attention !** Les installations peuvent être parfois loin du lieu où les personnes se trouvent. Le danger subsiste. La plupart des gens ignore les équipements hydrauliques situés en amont. Ils n'imaginent pas un tel danger.

Un simple déséquilibre dû à la surprise, à la panique, à la montée de l'eau, ou à l'augmentation du courant peut provoquer une chute, la noyade et la mort.

### Personne n'est à l'abri !

Même ceux qui pensent bien connaître la rivière ! Il est donc particulièrement **imprudent de s'avancer au milieu d'un cours d'eau équipé d'installations hydrauliques.**

ATTENTION DANGER

IL EST DANGEREUX

de s'aventurer dans le lit de ce cours d'eau ou sur les îles ou bancs de gravier l'eau pouvant monter brusquement et à tout moment par suite de fonctionnement des centrales hydroélectriques et des barrages.

DANGER !  
DAM AND POWER STATION  
RISK OF SUDDEN FLOODING  
EVEN GOOD SWIMMERS



ACHTUNG  
GEFAHR !

DANGER !

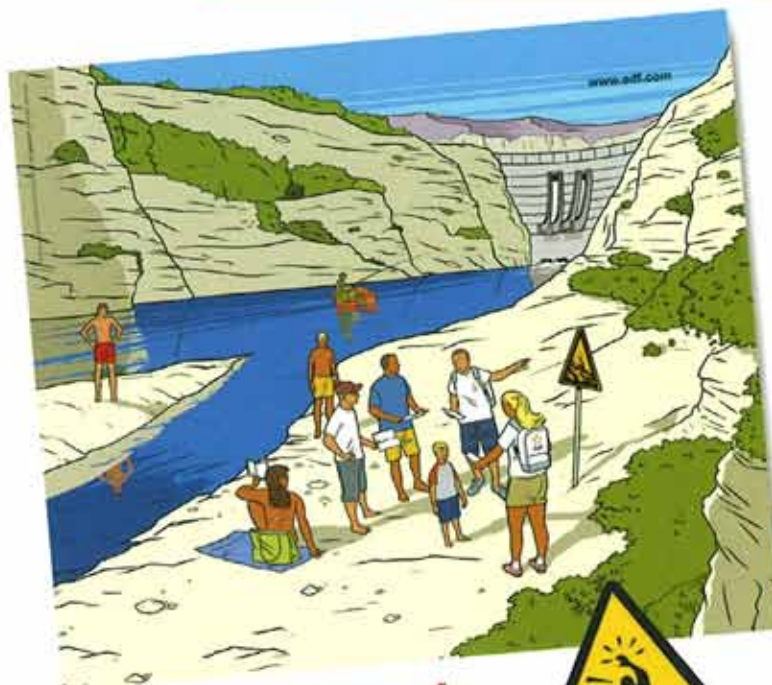
BARRAGES ET CENTRALES  
RISQUE DE MONTÉE BRUSQUE DE L'EAU, MÊME PAR BEAU TEMPS

Ce danger existe partout en aval des différentes installations.

Pêcheurs, sportifs, randonneurs, promeneurs, baigneurs, campeurs, enfants sont en danger !

## Des campagnes de sécurité

Par le biais d'affiches et d'interventions auprès des différents publics, EDF procède à des campagnes de sécurité de façon à : sensibiliser au danger; inciter à un comportement prudent.



**Calme apparent, risque présent !**

STILL WATERS CAN ALWAYS RUN HIGH! DIE SCHEINBARE RUHE BIRGT GEFAHREN! RUST BEDRIEGT GEVAARLIJK GEBIED! CALMA APPARENTE, RISCHIO PRESENTE! CALMA APARENTE, RIESGO PRESENTE!

# AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES, ENVIRONNEMENT ET LOISIRS

N°10 fiche pédagogique

## Une énergie respectueuse de l'environnement

En règle générale, un aménagement hydroélectrique modifie le régime du cours d'eau, et a une influence sur le milieu aquatique. Une telle installation a donc des impacts sur l'environnement : faune, flore, création de plans d'eau, sédimentation...

### Protéger la faune et la flore

Le débit réservé permet de conserver un minimum d'eau dans la rivière pour préserver la vie aquatique. Les principaux impacts des aménagements hydroélectriques se manifestent sur la faune aquatique, et en particulier les poissons : réduction des zones de frai (reproduction), obstacles à la circulation des poissons migrateurs.

Des actions concrètes sont entreprises pour pallier ces inconvénients :

- Création de frayères ;
- Ré-alevinage systématique (repeuplement) ;
- Installation d'ouvrages de franchissement (passes à poissons, ascenseurs à saumons...).

### Surveiller

La vidange fait partie des opérations de surveillance et permet des opérations de maintenance des barrages. De plus en plus, il est possible de procéder à des vérifications sans vidange, à l'aide de robots et de caméras spéciales.

Indépendamment de ces visites décennales, les barrages sont surveillés et auscultés en permanence par des pendules, des fils de fondation, des instruments de mesure noyés dans le béton, des capteurs... pour mesurer les fuites éventuelles, les déplacements et les déformations.

Ascenseur et glissière à saumons au barrage de Poutes sur l'Allier (Haute-Loire).

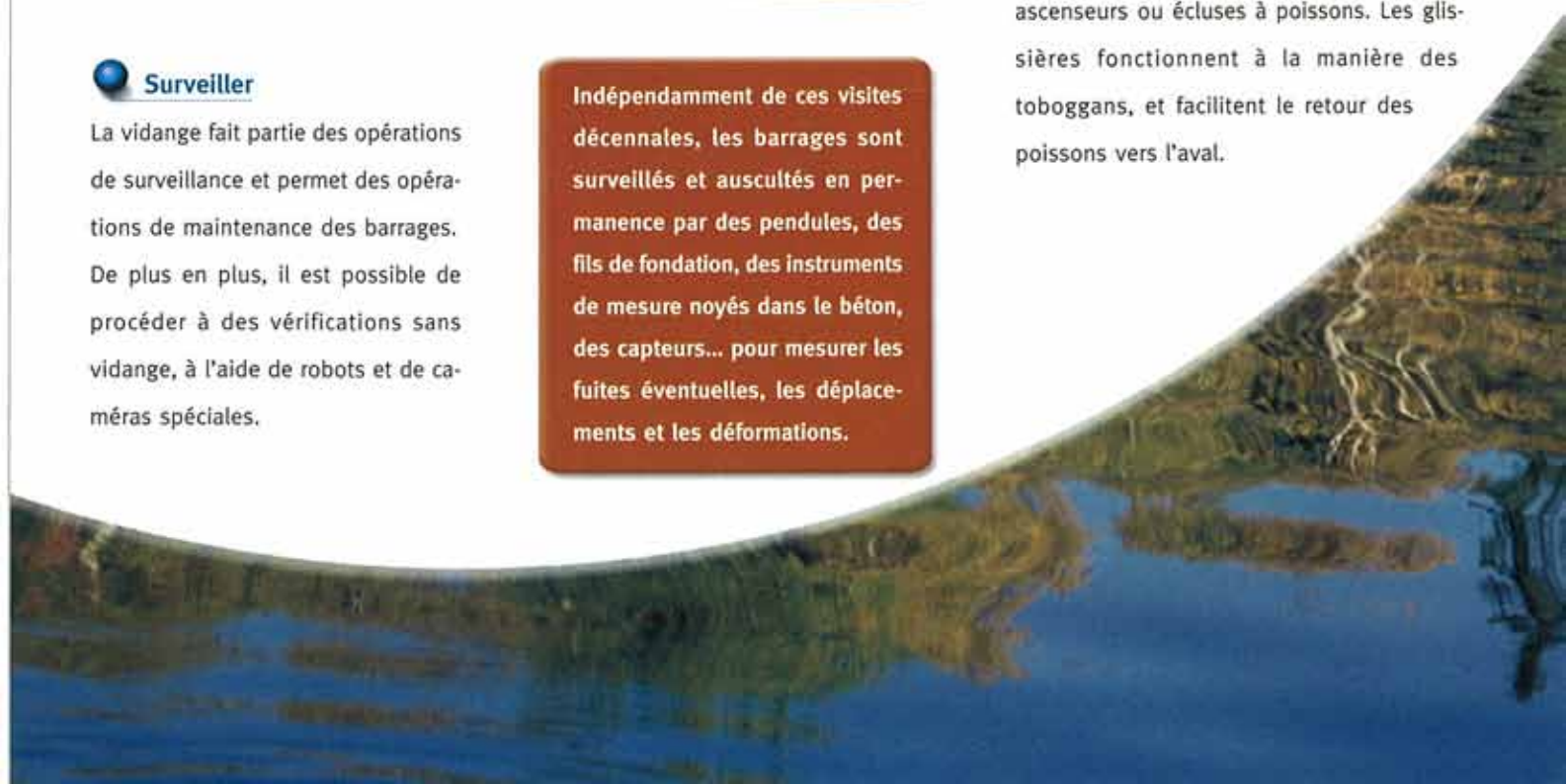


### Permettre la libre-circulation des poissons



Différents ouvrages de franchissement sont installés pour permettre aux poissons en particulier les migrateurs, de franchir les barrages et de remonter les cours d'eau : échelles, ascenseurs ou écluses à poissons. Les glissières fonctionnent à la manière des toboggans, et facilitent le retour des poissons vers l'aval.

Inspection par caméras spéciales



# Aménagements hydrauliques, environnement et loisirs

N°10

## ( L'eau multi-usage )

Planche à voile sur le lac de Serre-Ponçon (Hautes-Alpes).



Irrigation de cultures céréalières.

- ➔ En créant de nombreux lacs, EDF a aménagé quantité de plans d'eau ouverts aux activités nautiques et à la pêche. Ce nouveau paysage devient alors un pôle d'attraction régional.
- ➔ Des lâchers d'eau spéciaux sont effectués sur les rivières, pour permettre la pratique et les compétitions de canoë-kayak. Certains ouvrages sont équipés de passes à canoës ou d'écluses, pour faciliter les activités sportives et touristiques.
- ➔ Les lacs de retenue (de barrage) sont des réserves en eau qui peuvent servir à de multiples usages : réserve d'eau potable, irrigation, soutien de l'étiage par grande sécheresse, lutte contre les incendies (forêts...).
- ➔ Lacs et canaux de dérivation ont permis l'intensification de la production agricole par l'irrigation, en particulier dans la vallée de la Durance.
- ➔ L'aménagement et la régulation des fleuves ont permis d'améliorer et de développer la navigation fluviale sur le Rhin et le Rhône.



Compétition de canoë-kayak.