

Le barrage EDF de Malarce



*Un geste simple pour l'environnement,
N'imprimez ce message que si vous en avez l'utilité.*

Division Production Ingénierie Hydraulique
Unité de Production Centre - GEH Loire-Ardèche
Val de Mialaure – CS 40069
43002 LE PUY EN VELAY CEDEX
Tél. : 04 71 07 01 70

www.edf.com

EDF SA au capital 924 433 331 euros - 552 081 317 R.C.S. Paris

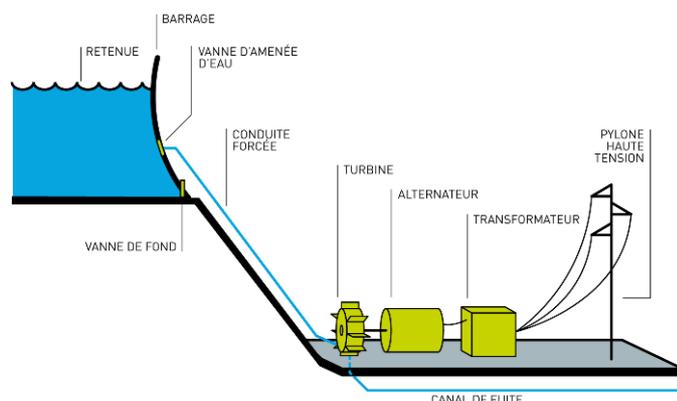
SOMMAIRE

1. Le barrage EDF de Malarce	3
Le fonctionnement du barrage	3
Un barrage et une usine	3
Les atouts de l'aménagement Malarce/les Salelles	4
L'hydroélectricité sur le Chassezac	5
2. Novembre 2011 - novembre 2012 : le chantier de l'évacuateur de crue complémentaire	6
Le nouvel évacuateur de crue : un dispositif innovant	6
Pourquoi avoir construit ce dispositif complémentaire ?	6
Un nouvel évacuateur de crue de type Piano Keys Weir	7
Une préparation minutieuse	7
Le dispositif en touches de piano	7
Fonctionnement en cas de crue	7
Un chantier long et complexe	8
3. Un chantier annexe : la construction d'une passe à loutres et à castors	9
4. Le risque de crue	10

1. Le barrage EDF de Malarce

Le fonctionnement du barrage

Un barrage hydroélectrique fonctionne selon le **principe d'un moulin** : l'eau, retenue derrière le barrage, est amenée par un tuyau sur une turbine qui se met en rotation. La turbine entraîne un alternateur qui génère le courant électrique. Le transformateur élève ensuite la tension pour faciliter le transport de l'électricité sur de longues distances.



Un barrage et une usine



Usine des Salelles

Le barrage EDF de Malarce se situe sur la rivière Chassezac. Il est de type « poids » et a été construit de **1966 à 1968**. Sa mise en eau a été réalisée de manière progressive en mars et avril 1968.

Le barrage de Malarce alimente en eau l'usine hydroélectrique des Salelles, située en aval, par une galerie d'amenée de 4,5 km de long se terminant par une conduite forcée. L'usine des Salelles, associée au barrage de Malarce, produit chaque année **l'équivalent de la consommation domestique de 20 600 personnes** (plus de deux fois la ville de Privas). La production de l'usine des Salelles est réalisée aux moments où **la demande en énergie électrique est la plus forte**.

L'aménagement de Malarce/Les Salelles est composé de la façon suivante :

- **un barrage** de 28 m de haut et 111 m de long ;
- **une retenue**, d'une capacité totale de près de 2,3 millions de m³ qui représente une superficie de 31 ha ;
- **2 groupes de production** et un groupe de restitution délivrant une puissance totale de 16 MW ;
- **3 vannes « évacuateurs de crue » et un évacuateur de type « Piano Keys Weir »**, permettant d'évacuer jusqu'à 4 600 m³ d'eau par seconde.

L'aménagement de Malarce/Les Salelles fait partie des 5 usines et 6 barrages hydroélectriques présents sur le Chassezac.

Les atouts de l'aménagement Malarce/les Salelles

L'eau, une énergie souple et renouvelable

Il n'existe aujourd'hui aucun moyen de stocker l'électricité en grande quantité. Les retenues d'eau formées par les barrages représentent **une solution écologique et économique** à ce problème.

L'eau accumulée derrière les barrages constitue en quelque sorte une **réserve d'électricité** : en France, EDF stocke 7,5 milliards de m³ d'eau douce, soit les 3/4 des réserves françaises et utilise cet élément naturel pour répondre rapidement aux variations de la consommation d'électricité.

Une énergie sans émission de gaz à effet de serre

L'usine des Salelles fournit une énergie **propre et renouvelable**, sans impact sur le climat car elle n'émet **aucun gaz à effet de serre** (CO₂).

Il permet d'éviter l'émission de près de **4 310 tonnes équivalent pétrole** ou **41 500 tonnes de CO₂**, en comparaison d'une centrale au fioul, soit les émissions moyennes annuelles de **19 550 voitures**.

La préservation du milieu aquatique

EDF travaille en permanence avec les acteurs locaux de l'environnement pour optimiser l'exploitation de ses ouvrages en fonction, notamment, de la sensibilité du milieu naturel et pour mettre en œuvre des solutions spécifiques à chaque ouvrage.

Sur Malarce, comme sur tous les aménagements, un **débit minimal constant** est garanti à l'aval du barrage afin de **préserver le développement de la vie aquatique**.



Vue aval du barrage avant travaux

Au carrefour des enjeux de l'eau

Outre la production d'énergie électrique, l'aménagement hydroélectrique Malarce/les Salelles joue d'autres rôles importants. En effet, une convention signée avec le département de l'Ardèche prévoit pour chaque saison estivale une augmentation, à partir du barrage de Malarce, du débit d'eau habituellement relâché dans la rivière.

Ce débit supplémentaire est primordial pour :

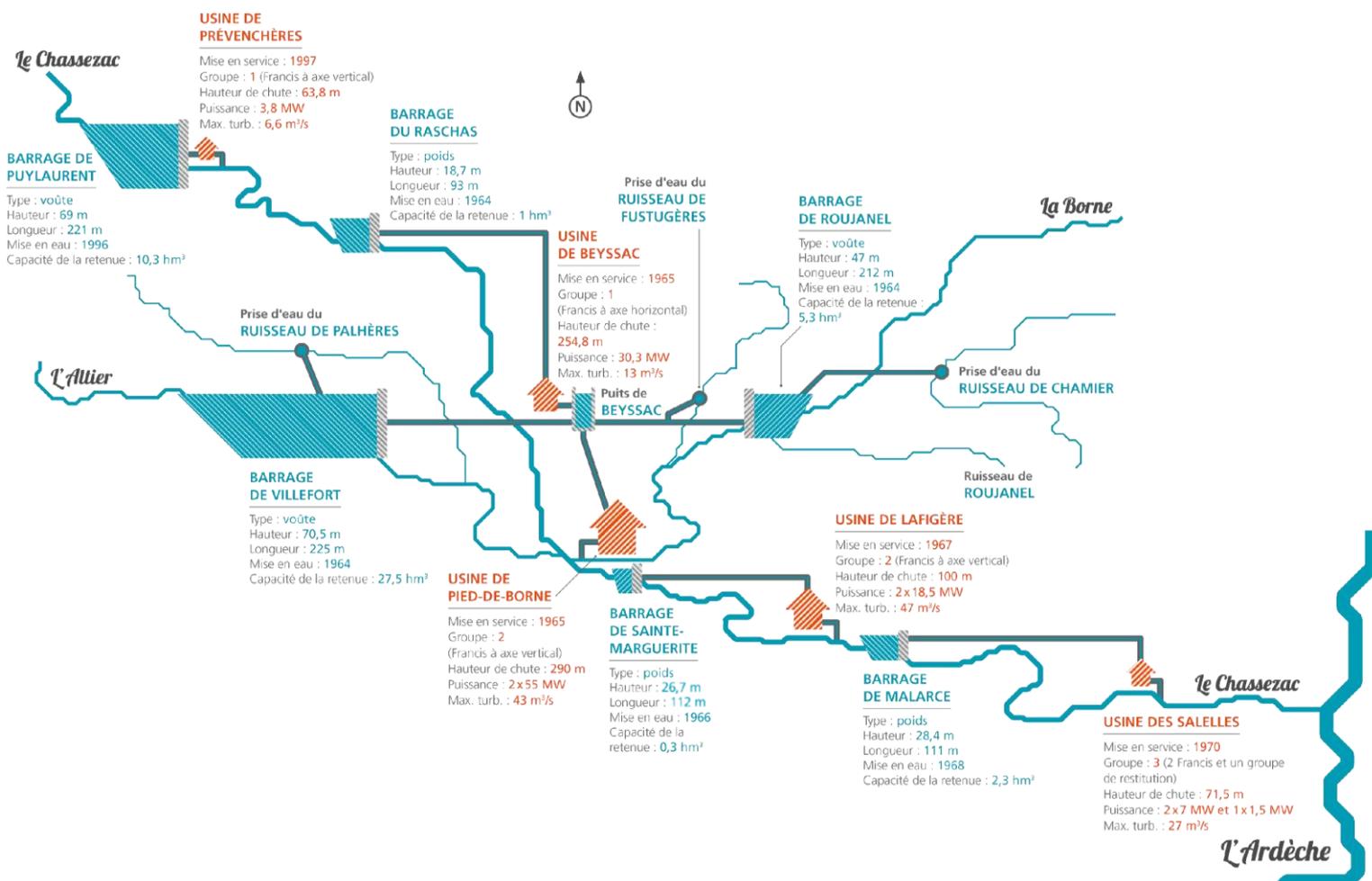
- **les stations d'eau potable** en aval ;
- **les prélèvements servant à l'irrigation** ;
- **le développement du tourisme et des activités d'eaux vives**. Dans le cadre des partenariats nationaux signés entre EDF et la Fédération Française de Canoë Kayak, l'usine des Salelles effectue les lâchers d'eau nécessaires au bon déroulement de plusieurs manifestations locales de canoë kayak.

L'hydroélectricité sur le Chassezac

Sur le cours d'eau du Chassezac, EDF exploite **5 usines hydroélectriques** :

- **L'usine de Prévencières**, alimentée par le barrage de Puylaurent qui est exploité par EDF pour le compte du SDEA (Syndicat Départemental des Eaux de l'Ardèche). EDF est propriétaire de l'usine.
- **L'usine de Beyssac**, alimentée par le barrage de Raschas.
- **L'usine de Pied-de-Borne**, alimentée par les barrages de Villefort et Roujanel.
- **L'usine de Lafigère**, alimentée par le barrage de Sainte-Marguerite.
- **L'usine des Salelles**, alimentée par le barrage de Malarce.

Puissance installée	Équivalent consommation domestique (hors industrie)
197 MW	162 000 habitants soit la consommation de deux fois la population du département de la Lozère ou de la moitié de la population du département de l'Ardèche



2. Novembre 2011 - novembre 2012 : le chantier de l'évacuateur de crue complémentaire

Le nouvel évacuateur de crue : un dispositif innovant

De novembre 2011 à novembre 2012, **des travaux importants se sont déroulés sur le site du barrage EDF de Malarce**. D'un coût global de 4 millions d'euros, ils visaient à **équiper l'ouvrage d'un évacuateur de crue complémentaire** de type « touches de piano » (Piano Keys Weir).

Un évacuateur de crue est un dispositif assurant **l'évacuation des eaux en excédant d'un barrage**, notamment en cas de crue. Avant la construction du dispositif Piano Keys Weir, le barrage comportait uniquement **3 vannes « évacuateurs de crue »**, d'une hauteur de 11,5 m et d'une largeur de 14 m chacune.

La construction des éléments de l'évacuateur de crue complémentaire permet maintenant d'atteindre une capacité d'évacuation supérieure, représentant **près de 290 fois le débit moyen naturel de la rivière Chassezac**.

Pourquoi avoir construit ce dispositif complémentaire ?

Au fil des ans et de ses recherches, **EDF a enrichi ses bases de données hydrologiques, développé de nouvelles méthodes d'estimation des débits de crue et ainsi réévalué les risques** en concertation avec les services de l'État. Lorsque cela est nécessaire, les experts d'EDF révisent les débits auxquels les barrages doivent faire face en période de crue et procèdent en conséquence au redimensionnement des évacuateurs de crues.



Dans une volonté **d'amélioration permanente de la sûreté et de la sécurité**, EDF a investi 4 millions d'euros pour construire sur le barrage de Malarce ce dispositif complémentaire. Fruit de nombreuses études, le dispositif retenu est dit Piano Keys Weir, signifiant en « **touches de piano** ».

Il permet **d'augmenter la capacité d'évacuation des crues** du barrage de Malarce de près de **600 m³ d'eau par seconde** (soit de 4 000 m³/s à 4 600 m³/s) afin de pouvoir évacuer une crue dite « **millénale** ». C'est-à-dire une crue de volume exceptionnel ayant une chance sur mille de se produire par an. Même si ce risque est très faible, les barrages doivent pouvoir évacuer les volumes d'eau d'une telle crue.

Un nouvel évacuateur de crue de type Piano Keys Weir



Une préparation minutieuse

Au lancement du projet, de nombreuses solutions ont été envisagées. Le choix d'une structure en « touches de piano » s'est basé sur **de nombreuses études, simulations et essais** réalisées par le Centre d'Ingénierie Hydraulique (CIH) d'EDF.

De nombreuses autres études portant sur la stabilité, les effets thermiques ou encore les contraintes appliquées à l'ouvrage ont également été menées pour préparer sa construction.

Le dispositif en touches de piano

Le résultat de ces recherches est la construction d'un dispositif d'évacuation complémentaire dit en « **touches de piano** », en raison de sa forme. Cette solution a l'avantage de pouvoir être mise en œuvre sur des sections de largeur limitée, sa forme crénelée offrant **une plus grande longueur de déversement de l'eau**.

L'évacuateur Piano Keys Weir du barrage EDF de Malarce possède une longueur de 42,5 m et une hauteur de près de 5 m. Il se compose d'une alternance de **12 bacs d'alimentation** et de **12 bacs d'évacuation**, ressemblant à des touches de piano. Chaque bac a une longueur de 13,5 m et une largeur de 1,25 m de base pour les bacs d'alimentation et de 1,58 m pour les bacs d'évacuation.



Le nouvel évacuateur de crue de Malarce est **le 6^{ème} dispositif Piano Keys Weir construit en France par EDF**. C'est, en outre, **le plus long**. Il a également **le débit d'évacuation le plus important** et **les portes à faux amont et aval les plus importants** (6,63 m à l'amont, 2 m à l'aval).

Fonctionnement en cas de crue

Cet évacuateur de crue complémentaire fonctionne **en seuil déversant**, c'est-à-dire que si le niveau de l'eau dépasse celui des bacs d'alimentation, le débit sera automatiquement déversé dans les bacs d'évacuation. L'eau ruissellera alors sur le coursier en rive droite du barrage avant de rejoindre la rivière en aval du barrage.

Pour des petites crues allant jusqu'à 200 m³ d'eau par seconde, c'est le nouveau dispositif qui évacuera l'eau par déversement afin de maintenir la retenue à son niveau habituel (220 m NGF¹).

¹ Nivellement Général de la France. Dans ce cas, cela signifie que la cote de retenue doit être maintenue à 220 m au dessus du niveau de la mer.

L'ouvrage déversera de manière automatique et ne nécessitera que très peu d'intervention humaine pour son fonctionnement lors de petites crues.

Pour des débits supérieurs à 200 m³/s, les vannes du barrage seront ouvertes en complément.

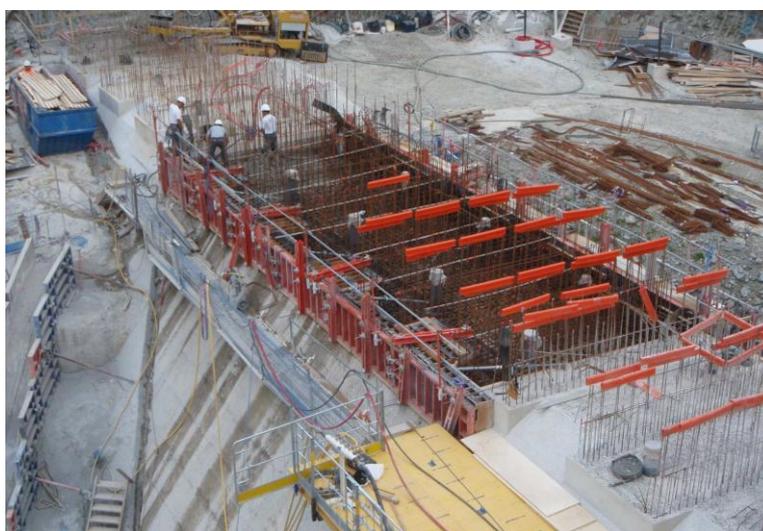
En cas de très forte crue, le nouvel évacuateur, ainsi que les trois vannes, sont utilisées simultanément pouvant évacuer **jusqu'à 4 600 m³ d'eau par seconde**. Un tel débit n'a **jamais été atteint** et correspond au débit estimé d'une crue « **millénale** », c'est-à-dire une crue de volume exceptionnel ayant une chance sur mille de se produire par an. Pour mémoire, la crue la plus importante connue avait atteint un débit de **2 700 m³ d'eau par seconde**.

Un chantier long et complexe

Initialement planifié sur 10 mois, le chantier a toutefois rencontré quelques retards dus aux conditions météorologiques rencontrées. Le mois de février a notamment vu l'arrêt du chantier pour une durée de 2 semaines à cause d'une vague de froid ; **la température étant descendue jusqu'à -15°C**. Au cours de l'année, d'autres retards ont été engrangés à cause **de fortes précipitations** nécessitant plusieurs déversements par les vannes du barrage.

Le chantier de construction de l'évacuateur de crue complémentaire aura ainsi duré près de 12 mois, ce qui représente **près de 61 000 heures de présence** sur le chantier. Au plus fort de l'activité **près de 60 personnes issues de 29 entreprises** (dont 11 locales) ont été mobilisées sur le chantier.

Malgré l'ampleur du chantier, sa complexité, la présence de nombreux intervenants et sa longue durée, le chantier s'est déroulé sans problème majeur. En effet, **aucun accident du travail avec arrêt n'est à déplorer sur le chantier** ; seule une blessure sans gravité est à mentionner n'ayant pas entraîné d'arrêt de travail du salarié.



3. Un chantier annexe : la construction d'une passe à loutres et à castors

A la suite de l'étude d'impact réalisée en amont des travaux, la présence de la loutre et du castor a été relevée. La proximité de ces animaux protégés a donc été intégrée dans la préparation du chantier. **EDF a ainsi décidé de construire une passe facilitant les déplacements aval/amont de ces animaux.** Cette passe est un escalier de 50 m de long comprenant une centaine de marches de 25 cm. Ce type d'installation permet à l'animal de passer d'un côté à l'autre du barrage. La taille et la forme des marches de l'escalier ont spécialement été étudiées en fonction des spécificités de déplacement de ces animaux.



4. Le risque de crue

Le régime de crue du Chassezac est de type « **cévenol** », c'est-à-dire qu'il est brutal et imprévisible de septembre à juin. La crue du 21 septembre 1980 est de loin la plus importante qu'ait connue le barrage de Malarce depuis sa mise en service. Le débit s'est élevé de **0,45 à 2 700 m³ d'eau par seconde en quelques heures** !

Le barrage de Malarce **n'a pas pour vocation de stocker les volumes d'eau importants** qui s'écoulent lors des périodes de crues du Chassezac. **Le barrage n'amplifie cependant jamais la crue naturelle**, car le débit d'eau évacué à l'aval du barrage par ses exploitants est toujours inférieur ou égal au débit d'eau maximum entrant dans la retenue. Le barrage est « transparent » en regard des écoulements des eaux du Chassezac.

Face à une crue, **EDF privilégie toujours la protection des personnes et des biens** sur la production électrique, notamment en protégeant le barrage.

