

## 0 RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

Conformément à la réglementation, le Responsable du barrage (EDF – Unité de Production Centre) a réalisé l'Etude de Dangers du barrage de l'Age par un organisme agréé (EDF – Centre d'Ingénierie Hydraulique).

Cette étude porte sur le barrage, ses organes de sécurité et ses dispositifs et moyens d'exploitation et de surveillance ; elle ne concerne pas les ouvrages et organes de production d'énergie.

### 0.1 L'OUVRAGE ET SON ENVIRONNEMENT

Le barrage de l'Age, implanté sur la Creuse, est situé sur les communes du Bourg d'Hem (en rive droite) et de la Celle-Dunoise (en rive gauche), dans le département de la Creuse (23). L'environnement du barrage est constitué par la retenue artificielle qu'il crée dans un paysage de plaine peu urbanisé. Les principaux enjeux de sécurité publique concernés par une éventuelle défaillance du barrage sont les barrages hydrauliques à l'aval de l'ouvrage (3 barrages EDF), les activités industrielles en bordure de la Creuse (2 carrières classées ICPE à Ciron ; zones industrielles à Argenton-sur-Creuse, Le Blanc et Saint-Gaultier), les pêcheurs, touristes, randonneurs, ainsi que les axes routiers et ferrés à proximité de la rivière et les agglomérations dont les communes de la Celle-Dunoise, Argenton-sur-Creuse et Le Blanc.

Les fonctions de sécurité du barrage sont de retenir l'eau de la retenue artificielle qu'il crée par sa présence, d'assurer en le maîtrisant le transit des crues naturelles de la rivière et de maîtriser le débit de l'eau relâché à l'aval.

La retenue alimente trois groupes de production hydroélectrique installés directement dans le corps de l'ouvrage. Par ailleurs, la présence de la retenue a permis le développement d'activités touristiques ainsi que de loisirs nautiques et aquatiques.

EDF, concessionnaire du barrage, l'exploite au titre du décret de concession du 29 juin 1982.

Etude de dangers du barrage de l'Age

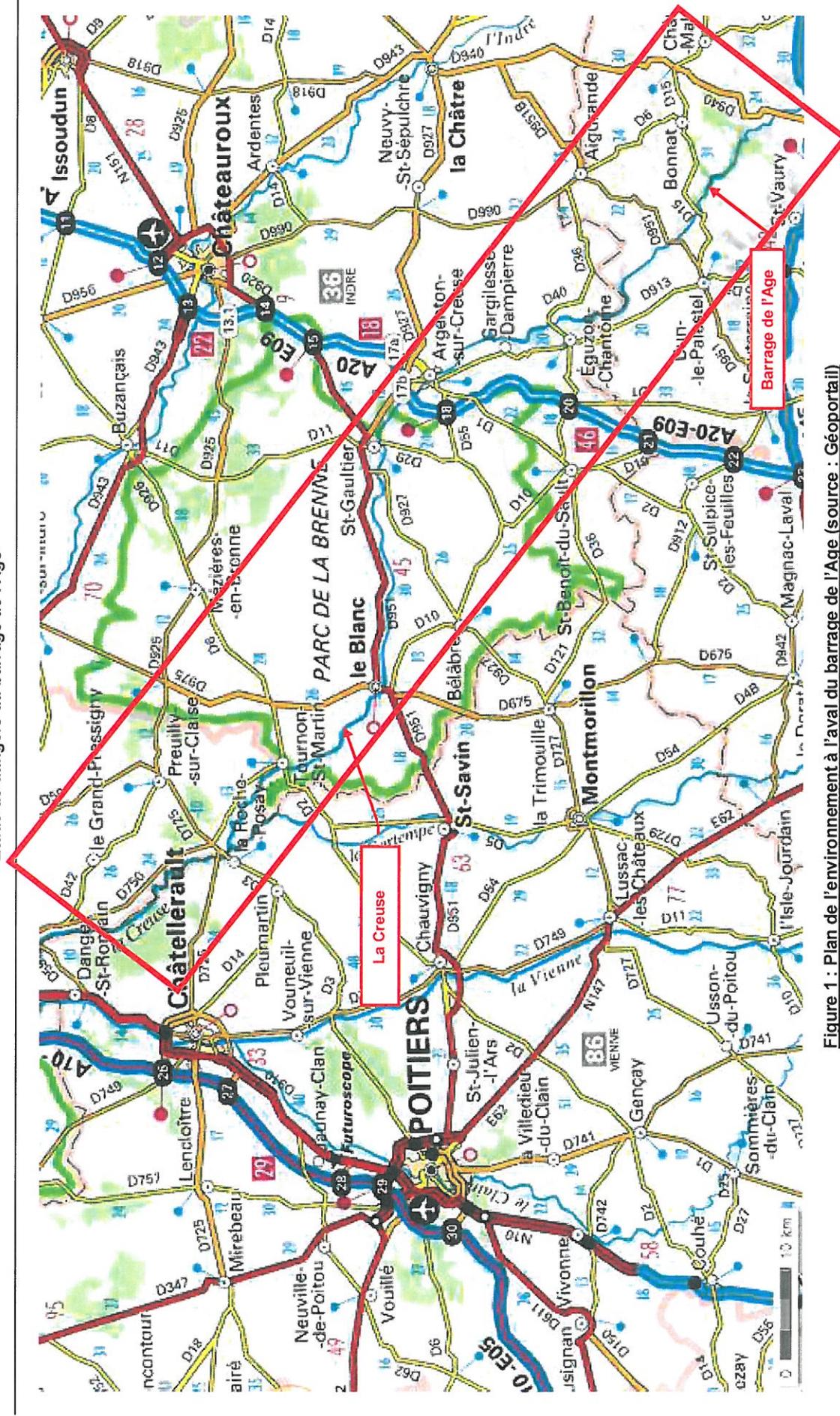


Figure 1 : Plan de l'environnement à l'aval du barrage de l'Age (source : Géoportail)

Etude de dangers du barrage de l'Age



Figure 2 : Localisation du barrage de l'Age (source : Géoportail)

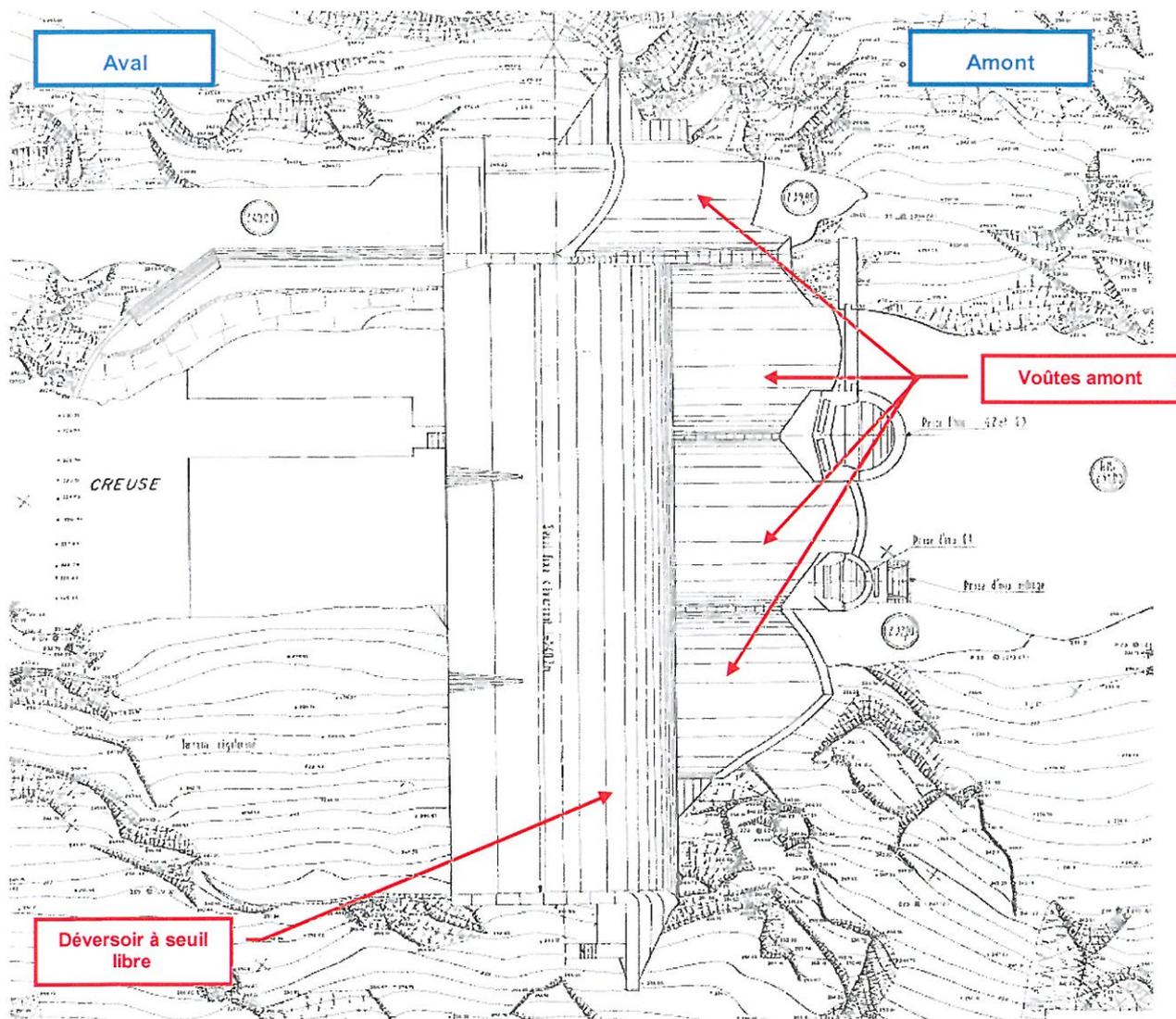
## Etude de dangers du barrage de l'Age

## 0.1.1 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

Le barrage de l'Age a été construit entre 1979 et 1981 et mis en service en 1982. Il s'agit d'un ouvrage de classe B, suivant le classement des barrages défini par le décret du 11 décembre 2007.

Il a été le premier ouvrage construit sur la Creuse en amont du barrage d'Eguzon, auquel ont été ajoutés successivement en amont les ouvrages de Champsanglard (1984) et des Chézelles (1985).

Le barrage de l'Age est un ouvrage de conception relativement récente. Il a été conçu par EDF et construit dans le respect des règles de l'art en vigueur.



**Figure 3 : Vue en plan du barrage de l'Age**

**Le barrage :** il s'agit d'un ouvrage de type voûtes multiples à contreforts, d'une hauteur maximale de 19,5 m au-dessus du terrain naturel et dont la longueur en crête est de 80 m. Le barrage crée une retenue artificielle de 2 210 000 m<sup>3</sup> à l'altitude 251,00 m NGF. Il est régulièrement surveillé par l'exploitant, ausculté et contrôlé.

**L'évacuateur de crues :** situé en crête, l'ouvrage est du type déversoir à seuil libre. L'évacuateur de crues est dimensionné pour permettre le transit, en toute sécurité, d'une crue millennale (ayant une chance sur mille d'être dépassée chaque année).

## Etude de dangers du barrage de l'Age

---

**L'organe de vidange de fond** : organe de sécurité du barrage dont la fonction principale est de permettre par son ouverture une baisse rapide du niveau de la retenue dans l'hypothèse de l'émergence d'une situation d'urgence. Celui-ci est constitué d'une prise d'eau, d'une conduite traversant le barrage et d'une vanne wagon aval.

**Les équipements auxiliaires du barrage** : il s'agit des équipements d'alimentation en énergie (et leurs moyens de secours), des dispositifs de mesure du niveau du plan d'eau, des systèmes de commande et de transmission des données et des alarmes, du système de surveillance et d'auscultation du barrage.

**Les ouvrages annexes** : il s'agit du dispositif de débit réservé, piqué sur la conduite de vidange de fond et constitué de deux conduites équipées de vannes.

**L'accès au barrage** : il s'effectue en voiture depuis l'usine d'Eguzon, à 1 heure de route environ. Plusieurs itinéraires sont possibles qui permettent d'accéder à l'ouvrage par des routes départementales ou à desserte locale.

### 0.1.2 L'ENVIRONNEMENT DE L'OUVRAGE

#### 0.1.2.1 LA RETENUE D'EAU CREEE PAR LE BARRAGE

En situation d'exploitation courante, à l'altitude de 251,00 m NGF, la surface de la retenue est de 38 ha pour une longueur d'environ 3 km. La retenue est alimentée par un bassin versant de 1 123 km<sup>2</sup>.

La vallée à l'amont du barrage est plutôt encaissée. Les berges de la retenue sont relativement raides et leur couverture boisée est importante.

Le plan d'eau créé par la retenue du barrage de l'Age représente un attrait touristique pour les activités de pêche et de loisirs nautiques. Un camping doté d'un espace de baignade a notamment été aménagé aux abords de la retenue. L'usage du plan d'eau à des fins de loisirs est encadré par l'arrêté préfectoral du 14 avril 2003.

#### 0.1.2.2 L'ENVIRONNEMENT A L'AMONT ET A L'AVAL DU BARRAGE

**A l'amont** : à l'exception d'une usine de traitement des eaux à l'amont immédiat de la retenue, l'environnement amont est peu industrialisé (activités d'élevage principalement) et peu urbanisé (quelques hameaux en bordure de la Creuse). Plusieurs barrages sont implantés sur la Creuse en amont de l'Age : certains sont exploités par EDF (barrages des Chézelles, de Champsanglard et des Combes, situés respectivement à 3, 7 et 50 km à l'amont) et d'autres par des producteurs autonomes (notamment Chantegrelle à 40 km à l'amont). Des voies routières sont situées autour de la retenue ou à proximité de la Creuse. Les activités touristiques sont principalement la randonnée et la pêche.

**A l'aval** : la vallée de la Creuse à l'aval du barrage est principalement tournée vers l'élevage et l'agriculture. Trois barrages EDF sont situés entre 23 et 30 km à l'aval de l'Age (Eguzon, Roche aux Moines et Roche Bat l'Aigue). Des pôles industriels se trouvent autour des communes d'Argenton-sur-Creuse, Saint-Gaultier et Le Blanc ; deux carrières ICPE sont implantées à Ciron (50 km à l'aval du barrage). Les principales communes sont celles d'Argenton-sur-Creuse, Barrou, La Celle-Dunoise, Le Blanc, Le Pechereau, Lurais, Saint-Gaultier, Saint-Marcel et Tournon-Saint-Martin. Quelques campings et activités de loisirs (pêche, randonnée, activités nautiques) sont présents à proximité de la Creuse.

### 0.2 L'EXPLOITATION DU BARRAGE ET LA GESTION DE LA SECURITE

La sécurité publique autour des ouvrages d'EDF est une préoccupation permanente de l'entreprise et de son personnel ; construit sur la base du retour d'expérience et mis sous assurance qualité, le système de gestion de la sécurité est totalement intégré dans l'organisation et le management des entités de la Division Production et Ingénierie Hydraulique (DPIH) d'EDF.

L'exploitation du barrage de l'Age est assurée par le personnel du Groupement d'Usines d'Eguzon (17 agents). Le groupement appartient au Groupe d'Exploitation Hydraulique Limoges, faisant lui-même partie de l'Unité de Production Centre, qui assure le pilotage de la maintenance des ouvrages hydroélectriques d'EDF à l'échelle régionale, avec l'appui des services d'ingénierie de la Division Production et Ingénierie Hydraulique d'EDF.

## Etude de dangers du barrage de l'Age

---

Les missions de l'exploitant de barrage sont : la conduite, la surveillance et la maintenance opérationnelle courante du barrage et de ses équipements ; l'organisation mise en place par le Responsable de l'ouvrage permet de mobiliser en permanence les moyens adaptés et d'y affecter des personnels compétents, régulièrement formés et entraînés pour faire face avec l'anticipation requise aux situations rencontrées.

Le barrage est exploité dans le respect des procédures établies et mises à jour autant que de besoin par le Responsable de l'ouvrage, et dont certaines sont soumises à l'approbation des services de contrôle, délégataire de l'autorité administrative. Les procédures d'exploitation en situations exceptionnelles comme, par exemple, les crues et les séismes, sont parmi les plus importantes, en raison de leur lien avec les exigences de sécurité publique auxquelles les barrages sont soumis.

Les organes et leurs équipements, ainsi que les dispositifs de mesures, font l'objet d'essais périodiques. Ces derniers sont réalisés par l'exploitant ou des organismes spécialisés suivant des procédures établies pour lesquelles les intervenants et leur encadrement sont formés et entraînés. Ces procédures portent sur les domaines techniques et l'organisation des essais ; elles analysent et anticipent les conséquences d'éventuelles défaillances durant la réalisation de l'essai.

Outre les dispositifs de sécurité propres à chaque organe (secours, redondances, limiteurs, indicateurs), des dispositifs particuliers existent pour maîtriser les risques et en limiter les conséquences, dans l'hypothèse d'une situation accidentelle. Ils sont composés de panneaux de danger, de restriction d'accès dans les zones sensibles, de campagnes régulières pour sensibiliser le public.

La pièce maîtresse du dispositif de prévention et de maîtrise des risques, mis en place par le Responsable de l'ouvrage, repose sur la surveillance du barrage et des organes de manœuvre, la maintenance des installations, les dispositions de prévision des crues et des phénomènes naturels, le retour d'expérience et le contrôle des intervenants et leur formation permanente. Ainsi, le barrage de l'Age est « ausculté » grâce à plusieurs appareils de mesure. La fréquence des relevés permet aux organismes d'ingénierie qui interviennent sur sollicitation du Responsable de l'ouvrage, dans le cadre d'interventions programmées et spécifiques, de déceler les anomalies éventuelles, d'analyser le comportement du barrage, de réévaluer son niveau de sécurité en utilisant les moyens et méthodes en vigueur, de proposer des interventions pour maintenir l'ouvrage au niveau de sécurité requis et d'en maîtriser les risques liés à son exploitation.

### 0.3 METHODE D'ANALYSE DES RISQUES

La méthodologie d'analyse de risques retenue par EDF s'inspire de démarches existantes et reconnues dans le domaine du risque industriel.

La retenue artificielle d'eau créée par le barrage constitue le potentiel de dangers de l'ouvrage. Le maintien de la survenance de ces dangers à l'état potentiel est assuré par la maîtrise permanente des trois fonctions de sécurité de l'ouvrage qui sont « retenir l'eau », « maîtriser les variations de débit à l'aval », « maîtriser les variations du niveau du plan d'eau amont ».

L'altération, la défaillance, voire la perte de l'une ou plusieurs de ces fonctions constituent un risque qu'il convient d'identifier et d'évaluer en termes d'occurrence et de gravité pour les tiers (sécurité publique), afin de s'en prémunir par des barrières adaptées, efficaces, robustes et pérennes. L'évaluation de l'occurrence des situations non désirées est faite à dire d'experts sur la base d'une grille de cotation type issue de la réglementation existante.

L'analyse de risques de l'Etude de dangers est structurée en cinq étapes :

1. L'identification des risques intrinsèques de l'ouvrage et de sa retenue, l'identification des barrières de prévention et de protection et l'évaluation de leur efficacité et de leur disponibilité ;
2. L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) : elle dresse un inventaire le plus exhaustif possible des modes de défaillance de l'ouvrage et de ses organes de sécurité pour toutes les conditions d'exploitation ; elle évalue l'effet des barrières en comparant la cinétique de leur activation par rapport à celle des initiateurs. Cette étape permet notamment l'identification des modes de défaillance les plus critiques appelés Evénements Redoutés Centraux (ERC) ;

## Etude de dangers du barrage de l'Age

---

3. L'Analyse Détaillée des Risques : pour chaque ERC identifié à l'APR, un arbre de défaillances (causes) et un arbre d'événements (conséquences) sont construits sous la forme d'un « nœud papillon » (schéma comportant l'ERC au centre, l'arbre de défaillances à gauche et l'arbre d'événements à droite). L'analyse des barrières évaluées à l'APR est approfondie en examinant notamment celles nécessitant des interventions humaines ;
4. L'occurrence de l'ERC est déterminée par quantification des occurrences des événements de l'arbre de défaillances, selon une échelle à cinq niveaux et du niveau de confiance accordé aux mesures de maîtrise de risques. Les scénarios les plus vraisemblables pouvant conduire à l'ERC sont ainsi mis en évidence.

L'échelle d'occurrence retenue est l'échelle qualitative (par classes ou niveaux) de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005, relatif aux Etudes de dangers des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à Autorisation et dont s'inspire la méthodologie développée pour les EDD de barrage ;

5. L'évaluation des gravités des conséquences :
  - Rupture du barrage : par analogie aux données disponibles sur les débits des crues de référence de la rivière ;
  - Rupture d'organes : par estimation des grandeurs physiques caractérisant la propagation de la vague correspondante.

L'EDD est réalisée par une équipe pluridisciplinaire, sous la responsabilité de l'Organisme agréé. Les représentants du Responsable de l'ouvrage et de l'exploitant du barrage sont associés aux différentes étapes de l'élaboration de l'EDD, dont l'une des plus importantes est la collecte des données du barrage et de son environnement.

## 0.4 LE BILAN DE L'ANALYSE DES RISQUES

L'EDD a examiné l'ensemble des événements initiateurs et a étudié leurs combinaisons ; les scénarios des situations accidentelles pouvant porter potentiellement atteinte à la sécurité publique (dommages aux personnes et aux biens), qui ont été retenus par l'EDD, sont présentés ci-dessous.

### 0.4.1 RUPTURE DU BARRAGE

L'Etude de dangers a étudié les scénarios susceptibles de provoquer la rupture de l'ouvrage en conditions d'exploitation normale ainsi qu'en conditions de crue.

#### 0.4.1.1 RUPTURE DU BARRAGE EN CONDITIONS D'EXPLOITATION NORMALE (ERC 1A)

Scénario le plus critique : le scénario retenu comme potentiellement dangereux est celui d'une faiblesse locale de la fondation superficielle, dont l'occurrence est « improbable ». Après prise en compte de la barrière décrite ci-dessous, la rupture du barrage est jugée « très improbable ».

Barrières de prévention : la surveillance par inspection visuelle et la mesure régulière des fuites permettraient la détection d'une faiblesse localisée de la fondation, la vidange de la retenue étant alors une barrière de prévention très efficace en cas d'anomalie grave.

#### 0.4.1.2 RUPTURE DU BARRAGE EN CONDITIONS DE CRUE (ERC 1B)

Scénario le plus critique : le scénario retenu comme potentiellement dangereux est le passage d'un épisode de crue ayant une probabilité annuelle de dépassement supérieure à 1/1 000. Cela conduirait à une surverse sur tout le barrage pouvant causer l'érosion de la fondation du contrefort C3 et la déstabilisation du barrage.

---

**Etude de dangers du barrage de l'Age**

---

**0.4.1.3 CONSEQUENCES DE LA RUPTURE DU BARRAGE**

*Gravité des conséquences à l'amont et à l'aval du barrage* : les conséquences des scénarios extrêmes décrits ci-dessus, qu'ils surviennent en conditions d'exploitation normale ou en crue, seraient des désordres importants affectant le barrage, voire sa rupture qui ne serait probablement que partielle. Celle-ci provoquerait la libération brutale de l'eau de la retenue, la baisse rapide de son niveau et une inondation à l'aval. Dans l'hypothèse d'une rupture totale et instantanée du barrage, l'inondation se propagerait avec une vitesse rapide à l'aval, sur une distance de 146,4 km et impacterait, sur son passage, les communes principales d'Argenton-sur-Creuse, Barrou, La Celle-Dunoise, Le Blanc, Le Pechereau, Lurais, Saint-Gaultier, Saint-Marcel et Tournon-Saint-Martin. La population qui serait potentiellement concernée directement par le passage de la vague d'inondation a été estimée à plus de 8 000 personnes.

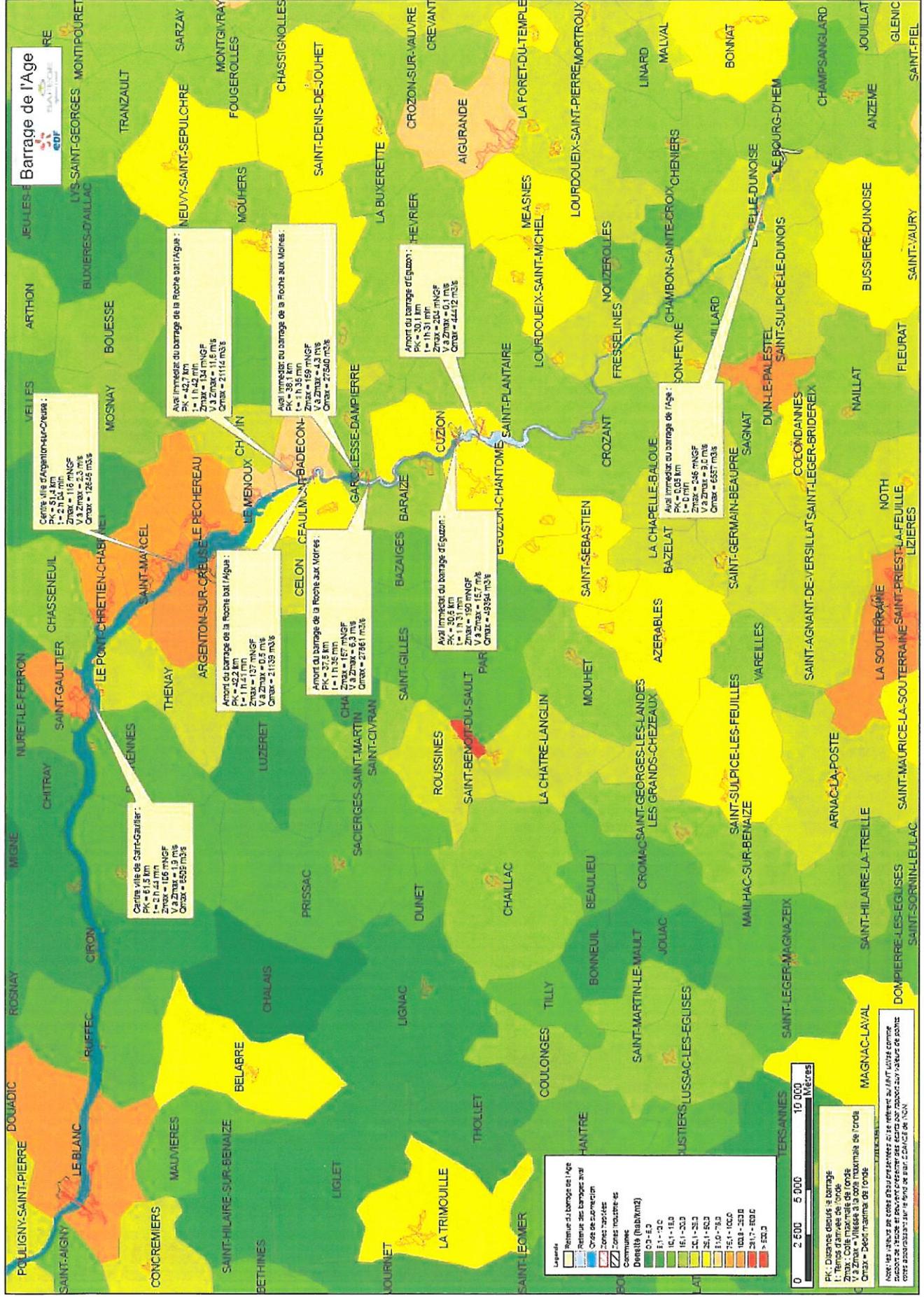
La rupture du barrage de l'Age est cotée « improbable » en conditions de crue et « très improbable » en conditions d'exploitation normale.

**0.4.1.4 CARTOGRAPHIE DE L'ONDE DE SUBMERSION DE LA RUPTURE DU BARRAGE**

Les cartes ci-après montrent l'emprise des zones submergées si le barrage venait à rompre. Pour les différents points kilométriques sont précisés : le temps d'arrivée de l'inondation, les cotes maximales atteintes, la vitesse de propagation et le débit maximal.

Une marge d'incertitude est à prendre en compte dans les résultats de calculs, en raison de l'imprécision du modèle, des données (cartographie, rugosités) et de la connaissance imparfaite du déroulement du phénomène (érosion des berges, comportement des ouvrages aval).

Etude de dangers du barrage de l'Age



Etude de dangers du barrage de l'Age

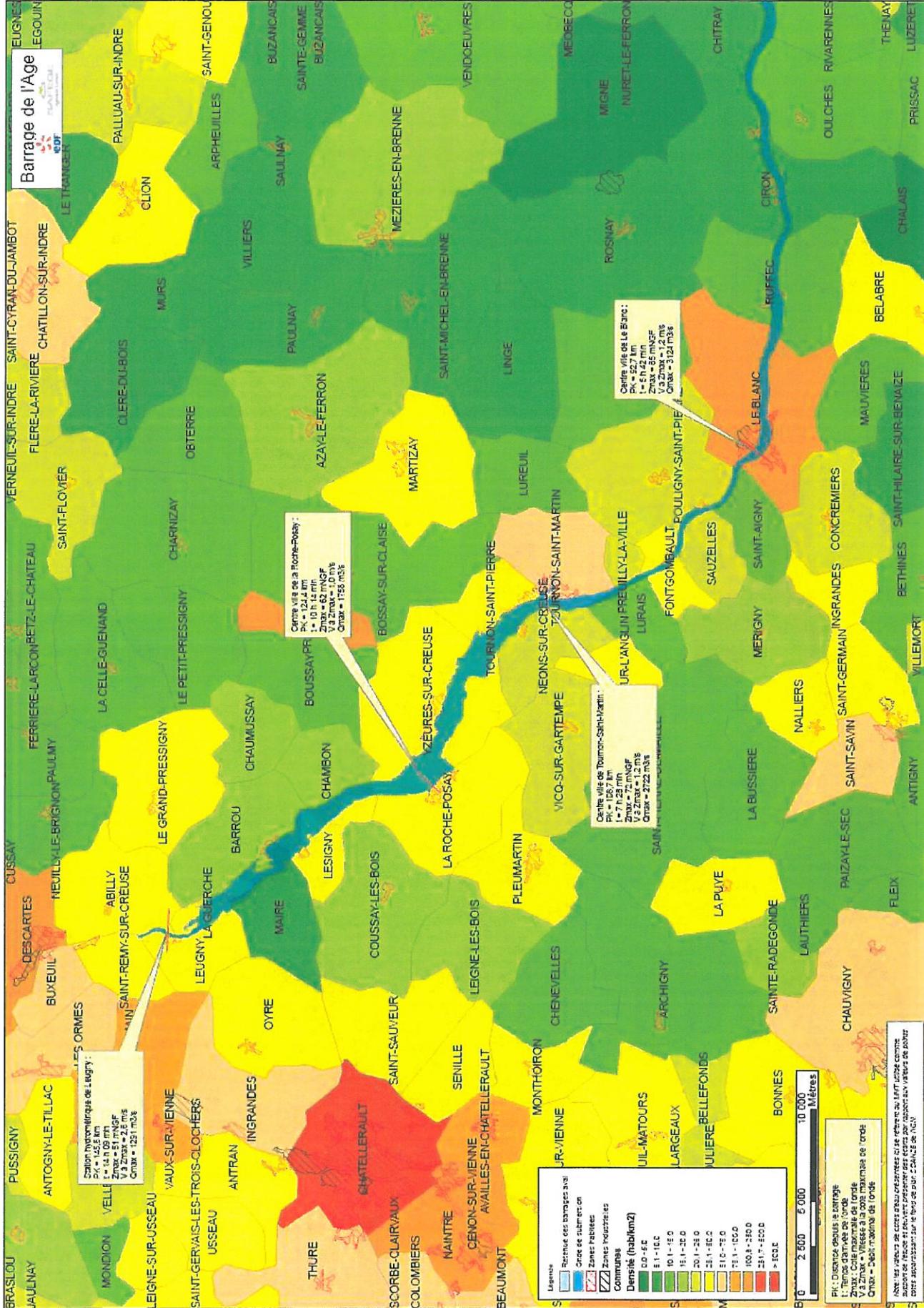


Figure 4 : Cartographie de l'onde de submersion en cas de rupture du barrage de l'Age

## Etude de dangers du barrage de l'Age

---

### 0.4.2 RUPTURE DE LA VANNE DE VIDANGE DE FOND (ERC 2)

L'Etude de dangers a étudié les scénarios susceptibles de provoquer la rupture de la vanne de vidange de fond, en conditions d'exploitation normale et en essais.

Scénario le plus critique : le scénario le plus critique identifié comme susceptible de mener à la rupture de la vanne de vidange de fond est la dégradation de ses performances mécaniques.

Aucune barrière de prévention n'existe pour ce scénario.

La gravité des conséquences à l'amont sur la retenue : elles sont jugées négligeables compte tenu de la vitesse d'abaissement du niveau de la retenue.

La gravité des conséquences à l'aval du barrage : la rupture de la vanne de vidange de fond générerait la libération instantanée d'un débit de 20 m<sup>3</sup>/s (inférieur au débit d'une crue naturelle de période de retour 10 ans), élèverait le niveau d'eau de la rivière à l'aval sur quelques dizaines de centimètres et se propagerait sur quelques kilomètres jusqu'à l'aval du village de la Celle-Dunoise. Les conséquences de cette rupture seraient limitées car aucun débordement significatif en dehors du lit de la Creuse ne serait observé.

La rupture de la vanne de vidange de fond du barrage de l'Age est cotée « improbable ».

### 0.4.3 OUVERTURE INTEMPESTIVE COMPLETE DE LA VANNE DE VIDANGE DE FOND (ERC 3)

L'Etude de dangers a étudié les scénarios susceptibles de provoquer l'ouverture intempestive complète de la vanne de vidange de fond, en conditions d'exploitation normale et en essais.

Scénarios les plus critiques : les scénarios identifiés comme les plus critiques susceptibles de mener à l'ouverture intempestive complète de la vanne sont la défaillance de l'automate de conduite et la défaillance de la commande de la vanne.

Aucune barrière de prévention n'existe pour ce scénario.

La gravité des conséquences à l'amont sur la retenue : elles sont jugées négligeables compte tenu de la vitesse d'abaissement du niveau de la retenue.

La gravité des conséquences à l'aval du barrage : dans le cas extrême d'une ouverture totale de la vanne de vidange de fond, un débit d'eau de 20 m<sup>3</sup>/s serait rapidement libéré à l'aval du barrage, ce qui est inférieur au débit d'une crue naturelle de période de retour 10 ans.

L'ouverture intempestive complète de la vanne de vidange de fond est cotée « probable ». Les conséquences de cette ouverture inopinée seraient limitées car aucun débordement significatif en dehors du lit de la Creuse ne serait observé.

### 0.4.4 RUPTURE DE LA CONDUITE DE VIDANGE DE FOND (ERC 4)

L'Etude de dangers a étudié les scénarios susceptibles de provoquer la rupture de la conduite de vidange de fond, dans toutes les conditions d'exploitation.

Scénario le plus critique : le scénario le plus critique identifié comme susceptible de mener à la rupture de la conduite de vidange de fond est la dégradation de ses performances mécaniques.

Aucune barrière de prévention n'existe pour ce scénario.

La gravité des conséquences à l'amont sur la retenue : elles sont jugées négligeables compte tenu de la vitesse d'abaissement du niveau de la retenue.

La gravité des conséquences à l'aval du barrage : La rupture de la conduite de vidange de fond générerait la libération instantanée d'un débit d'eau de 20 m<sup>3</sup>/s (inférieur au débit d'une crue naturelle de période de retour 10 ans) qui noierait les cellules de l'usine, se déverserait ensuite par-dessus le mur aval, et élèverait le niveau d'eau de la rivière à l'aval.

La rupture de la conduite de vidange de fond du barrage de l'Age est cotée « très improbable ». Les conséquences de cette rupture inopinée sont limitées car aucun débordement significatif en dehors du lit de la Creuse ne serait observé.

---

**Etude de dangers du barrage de l'Age**

---

**0.5 LES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES**

L'Etude de Dangers montre que les risques identifiés sont maîtrisés au barrage de l'Age, tant au niveau de l'occurrence des initiateurs de dangers que sur le maintien de barrières de prévention et de protection, voulues par le Responsable de l'ouvrage ou exigées par la réglementation.

L'EDD est partagée par le Responsable de l'ouvrage. Au vu du bilan de l'EDD, le Responsable de l'ouvrage décide de réaliser, dans des délais indiqués, une mesure de non-aggravation du niveau de criticité et deux études complémentaires qu'il s'engage à commanditer dans les délais indiqués.

La mesure de non-aggravation du niveau de criticité consiste à réaliser une expertise de la conduite et de la vanne de vidange de fond, afin de mieux apprécier leur état avant la réalisation de la prochaine EDD.

Les études complémentaires recommandées par l'EDD sont jugées nécessaires afin de compléter et actualiser le corpus documentaire actuel de l'ouvrage et de ses organes de sécurité :

- réaliser un levé bathymétrique du lit de la Creuse à l'aval de l'ouvrage dans le but de constituer un état initial de la topographie (délai : 2018) ;
- étudier l'impact de l'ouverture de la vanne de vidange de fond dans le but de confirmer le faible niveau de risque pour les personnes susceptibles de se trouver à proximité du cours d'eau à l'aval (délai : 2016).

Par ailleurs, EDF s'est engagé, dans le cadre de l'Etude de dangers du barrage de Champsanglard, à réaliser une étude de l'impact de l'incendie du transformateur 20 kV sur la voûte à l'intérieur de laquelle il est situé. En raison de la similitude entre les barrages de Champsanglard, des Chézelles et de l'Age, une seule étude prenant en compte le cas le plus défavorable sera réalisée.

L'organisme agréé juge ces mesures et ces études efficaces pour augmenter les marges de sécurité du barrage de l'Age vis-à-vis des événements redoutés correspondants.