

50% DE NUCLÉAIRE :  
5 CENTRALES  
NUCLÉAIRES À  
FERMER EN PRIORITÉ



# INTRODUCTION

## EN MATIÈRE NUCLÉAIRE LA FRANCE PRÉSENTE TROIS PARTICULARITÉS :

- la plus forte dépendance au nucléaire qui produit 75 % de l'électricité ;
- un parc de réacteurs standardisé plus sensible au risque d'anomalie générique ;
- 80 % des 58 réacteurs construits entre 1977 et 1987 auront dépassé les 30 années de fonctionnement, limite d'âge initialement fixée pour les centrales françaises, d'ici à 2017.

## LE SCÉNARIO DE FRANÇOIS HOLLANDE FACE À LA RÉALITÉ : POUR PASSER DE 75 À 50 %, 20 RÉACTEURS DOIVENT ÊTRE FERMÉS D'ICI À 2020

Face à la promesse de François Hollande et l'objectif très flou de passer de 75 à 50 % d'électricité d'origine nucléaire, François Hollande a trois réponses : le lancement de l'EPR de Flamanville, un grand débat sur l'énergie devant déboucher sur une loi de programmation énergétique attendue pour début 2014 et la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim pour l'heure annoncée en 2017. En somme, son équation ne tient pas. Comment mettre la France sur la trajectoire d'une baisse importante de sa dépendance au nucléaire en ne fermant qu'une centrale d'une puissance de 1800 MW d'ici 2017 tout en en mettant en service l'EPR de Flamanville, un réacteur d'une puissance de 1650 MW ?

## POURQUOI UNIQUEMENT FESSENHEIM ?

Sur la fermeture de Fessenheim, l'argumentation du candidat, puis du président de la République, puis du gouvernement par la voix de sa ministre de l'Environnement Delphine Batho a changé et évolué au fur et à mesure. Risque d'inondation, risque sismique et âge de la centrale sont les trois principaux arguments avancés par l'exécutif actuel pour justifier la fermeture de la « doyenne des centrales françaises ». Pourquoi fermer Fessenheim ? Pourquoi ne fermer que Fessenheim ? Est-ce que la centrale de Fessenheim est la seule et unique centrale qui présente un niveau de risque susceptible de justifier une fermeture urgente ? C'est entre autres à ces questions que l'étude de Greenpeace répond.

En fonction des scénarios énergétiques, il faudrait avoir fermé entre 24 (scénario RTE nouveau mix) et 35 réacteurs nucléaires (scénario Greenpeace de Transition Énergétique) pour atteindre 50 % de nucléaire. Quelles que soient les hypothèses retenues, des fermetures de réacteurs additionnelles à Fessenheim sont nécessaires.

Dans son scénario de transition énergétique, Greenpeace estime qu'il est techniquement possible d'avoir compenser la fermeture de 20 réacteurs en 2020.

## UNE APPROCHE MULTIRISQUES : COMMENT « IMAGINER L'INIMAGINABLE » ET ÉVALUER LE RÉEL NIVEAU DE RISQUE D'UNE CENTRALE NUCLÉAIRE ?

Il y a différentes façons d'aborder la question du risque nucléaire. Il y a surtout un avant et un après Fukushima. L'ASN, d'abord par la voix de son ancien président André Claude Lacoste, l'avait reconnu : « Personne ne peut garantir qu'il n'y aura pas d'accident nucléaire en France ». Puis c'est le président de l'IRSN, Jacques Repussard qui l'a dit et répété : « Il faut imaginer l'inimaginable ». Propos qui seront repris à l'occasion des commémorations des deux ans de Fukushima par la ministre de l'Environnement et de l'Énergie, Delphine Batho. Il s'agit en quelque sorte de la nouvelle doctrine en termes de sûreté nucléaire en France.

L'approche de la sûreté était probabiliste lors de la conception du parc nucléaire français. Mais les autorités de régulation reviennent de plus en plus sur ce principe et prônent une approche déterministe.

« La leçon essentielle, c'est qu'en matière d'accident nucléaire grave la doctrine probabiliste qui a largement prévalu à la conception initiale des réacteurs n'est plus acceptable par la société,

# ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES

au regard de l'ampleur des conséquences pour les populations et les territoires. De facto, elle consistait à faire l'impasse sur des risques à très faible probabilité. Or, même très improbable, un accident grave est possible. Même si elle est plus chère, l'approche déterministe aujourd'hui dominante en Europe et en France doit prévaloir<sup>1</sup>. »

Mais dans les faits, le travail effectué par exemple lors des stress tests post-Fukushima sur les centrales françaises est très loin d'avoir « imaginer l'inimaginable » puisque ces stress tests n'ont, par exemple, pris en compte parmi les risques extérieurs que le risque sismique et le risque d'inondation, rien sur le risque de chute d'avion ou sur le risque industriel alentour.

Parmi les raisons invoquées pour justifier la fermeture de Fessenheim, on a souvent évoqué les seuls risques sismiques, d'inondation ou liés à l'âge de la centrale.

## GREENPEACE A DÉCIDÉ D'APPORTER SA CONTRIBUTION AU DÉBAT NATIONAL SUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE EN PUBLIANT UNE ANALYSE MULTIRISQUES, AFIN DE DÉTERMINER QUELLES SONT LES CENTRALES NUCLÉAIRES QU'IL FAUDRA FERMER EN PRIORITÉ POUR S'ENGAGER SUR LA VOIE SOUHAITÉE PAR FRANÇOIS HOLLANDE

Greenpeace a évalué toutes les centrales nucléaires françaises sous le prisme de nombreux critères. Si, à la lecture des résultats obtenus, aucune centrale ne peut être considérée comme sûre et toutes doivent être fermées, cinq sites se détachent et doivent être fermés en priorité : Fessenheim, Gravelines, Bugey, Blayais et Tricastin.

Au cœur de l'analyse de Greenpeace figurent le risque d'un accident nucléaire majeur du type Fukushima et Tchernobyl et ses conséquences.

## POUR CHAQUE CENTRALE, TROIS SÉRIES DE CRITÈRES ONT ÉTÉ ÉTUDIÉES, ET ONT CONSTITUÉ NOTRE GRILLE D'ANALYSE :

### n°1 : Le niveau de sûreté des centrales

- l'âge des installations
- leur taille, la puissance des réacteurs et la nature du combustible (Mox ou non)
- l'état des circuits primaires (cuves, traversées de cuve...)
- la qualité de l'enceinte de confinement (paroi simple ou double)
- le type de radier (taille et qualité)
- la situation des piscines de refroidissement

### n°2 : Les risques d'agressions externes naturelles ou non naturelles. Ce critère englobe l'ensemble des risques extérieurs à la centrale comme :

- le risque d'inondation
- le risque sismique
- la vulnérabilité à une agression aérienne
- le risque industriel (proximité d'un dépôt de pétrole, site Seveso, transports dangereux)
- le risque incendie (ex. feux de forêt)
- le risque de mouvements de terrain (ex. sols argileux)

### n°3 : Les conséquences d'un accident

Ce critère tient compte de l'environnement, du contexte d'implantation de la centrale, de la situation en zone agricole ou urbaine, de l'influence des vents dominants et de la météorologie sur l'éventuelle diffusion de la radioactivité... Ce critère prend donc en compte :

- la diffusion éventuelle de la contamination
- la proximité avec une frontière ou avec des grandes métropoles
- la densité de population (contraintes d'évacuation)
- la configuration économique et sociale (activités agricoles, nécessité de relocaliser des industries ou services...)

<sup>1</sup> [http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/03/09/il-faut-arreter-la-course-a-la-puissance-et-imaginer-d-autres-types-de-reacteurs\\_1845541\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/03/09/il-faut-arreter-la-course-a-la-puissance-et-imaginer-d-autres-types-de-reacteurs_1845541_3244.html)

# BLAYAIS



## EMPLACEMENT

BORDEAUX 45 KM  
ROYAN 50 KM

REFROIDISSEMENT ESTUAIRE  
DE LA GIRONDE

## RÉACTEUR

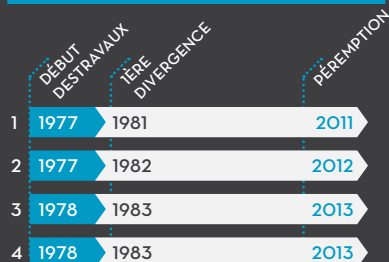
4 RÉACTEURS

3640 MWe  
910 MW ÉLECTRIQUE PAR RÉACTEUR

COMBUSTIBLE :  
URANIUM ENRICHÉ ET MOX

## ÂGE

DE 30 À 32 ANS EN 2013



## IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

### Château Lafitte, Château Margaux, Saint Estèphe, Saint Julien... dans un rayon de 10 km

La centrale se trouve au milieu des grands domaines viticoles du Bordelais | Des activités viticoles de grands crus ne sont pas « transférables » | Chiffre de près de 4 milliards d'euros annuel | Région très touristique avec plus de 100 millions de visiteurs en Aquitaine tous les ans |

CENTRALE DU BLAYAIS

BORDEAUX

Côte et Premières  
Côtes de Blaye  
Côtes de Bourg  
Graves-de-Vayres  
Fronsac  
Pomerol  
Côtes-de-Francis  
Saint-Emilion  
Côtes-de-Castillon  
Sainte-Foy-Bordeaux  
Entre-Deux-Mers  
Haut-Benauges  
Médoc  
Saint-Estèphe  
Pauillac  
Saint-Julien  
Listrac-Médoc  
Moulis-en-Médoc  
Margaux  
Haut-Médoc  
Premières Côtes de Bordeaux  
Pessac-Léognan  
Graves  
Loupjac  
Cérons  
Barsac  
Sauternes  
Sainte-Croix-du-Mont  
Cadillac et Premières  
Côtes de Bordeaux

## RISQUES ET CONSÉQUENCES

### SÛRETÉ

Parois simples des enceintes de confinement | Générateurs de vapeur en inconnu non traités thermiquement sensibles au risque de rupture de tube | piscines non confinées, fragiles en cas de vidange et d'échauffement du combustible

### SÉISME

Incertitudes fortes sur la prise en compte de l'aléa sismique | Normalement, sismicité faible dans la région mais centrale dimensionnée pour un séisme de 6,5 (Richter) | La question est posée à EDF |

### RISQUE INDUSTRIEL

Un site de stockage pétrolier classé Seveso seuil haut à 5 km | Risque d'incendie et d'explosion | Ce dépôt est approvisionné par des pétroliers pouvant transporter jusqu'à 30 000 tonnes de fuel ou de gazoil |

### SÉCURITÉ, CHUTE D'AVION

Proximité de l'aéroport de Bordeaux | Topographie plane, réacteurs très accessibles | Piscines accessibles, non confinées et situées en hauteur | Réacteurs avec paroi simple |

### POPULATION

Environ 1,5 millions de personnes à moins de 70 km | L'agglomération Bordelaise avec son million d'habitants se trouve à 45 km |

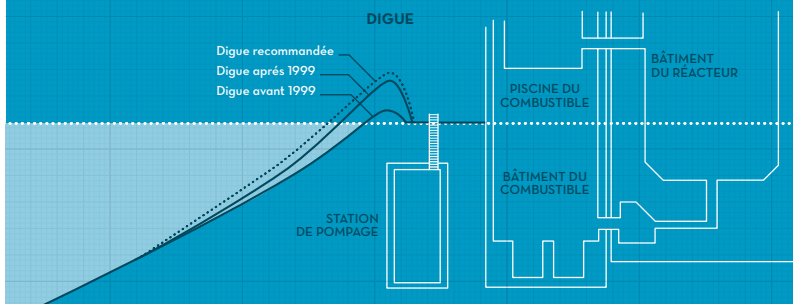
### CONTAMINATION

Les vents dominants montrent que la contamination irait plus vers Bordeaux et les terres agricoles et viticoles alentours que vers l'océan |

## INONDATION

### La tempête de 1999, le scénario du pire est toujours possible

Lors de la tempête de 1999, une des situations les plus critiques jamais vues sur le parc nucléaire français : rupture de l'alimentation électrique, systèmes de secours des réacteurs n°1 et 2 inondés, centrale isolée et inaccessible | La digue est encore sous dimensionnée : de 5,2 m en 1999, elle a été rehaussée à 8,5 m mais sa hauteur devrait être à 9 m |



# BLAYAIS

BLAYAIS N°1, N°2, N°3, N°4

4 réacteurs à eau pressurisée (palier CPI)  
- IBN 86 et 110

CAPACITÉ NOMINALE

4 réacteurs de 910 MWe (total : 3640 MWe)

LOCALISATION

Département de la Gironde |  
45 km au nord ouest de Bordeaux |  
50 km au sud est de Royan | Surface  
de 230 hectares au coeur d'un marais  
sur la commune de Braud-et-Saint-  
Louis | Sur la rive droite de la Gironde |

PREMIÈRE DIVERGENCE<sup>1</sup>

BLAYAIS 1	BLAYAIS 2	BLAYAIS 3	BLAYAIS 4
mai 1981	juin 1982	juillet 1983	mai 1983

PÉREMPTION

BLAYAIS 1	BLAYAIS 2	BLAYAIS 3	BLAYAIS 4
2011	2012	2013	2013

COMBUSTIBLES

La centrale utilise dans deux de ses réacteurs du MOX, les deux autres réacteurs ont demandé une autorisation pour en utiliser.

PROPRIÉTAIRE

EDF à 100 %

## SÛRETÉ DE L'INSTALLATION

Les réacteurs 1 et 2 du Blayais ont dépassé les 30 ans de fonctionnement, avec très exactement 32 ans et 11 mois pour le réacteur 1 et 30 ans et 10 mois pour le réacteur 2. Les réacteurs n°3 et 4 auront atteint 30 années de fonctionnement mi-2013.

### Les générateurs de vapeur plus sensibles au risque de rupture de tube

La centrale du Blayais possède encore des générateurs de vapeur en inconel non traités thermiquement, plus sensibles au risque de rupture de tube, dont le remplacement a commencé sur les réacteurs du palier 900 MWe au début des années quatre-vingt-dix ; le dernier remplacement de cette campagne est prévu sur la tranche 3 du Blayais en 2014.

### Enceinte de confinement

Le bâtiment abritant chaque réacteur, d'un diamètre de 37 m environ pour 59 m de haut, est constitué d'une enceinte externe en béton armé de 90 cm d'épaisseur pour les parois cylindriques et 80 cm d'épaisseur pour le dôme qui les surmonte. Cette paroi simple en béton est recouverte, à l'intérieur, d'une peau d'étanchéité métallique interne en acier de 6 mm d'épaisseur. Le principe d'une paroi simple rend les réacteurs plus vulnérables aux agressions externes.

### Des piscines sans confinement

Chaque réacteur dispose d'une piscine de déchargement et de désactivation du combustible.

La présence de combustible MOX renforce la réactivité et la puissance thermique résiduelle des réacteurs ou des piscines, et aggrave les conséquences potentielles d'un accident majeur par la présence accrue de plutonium.

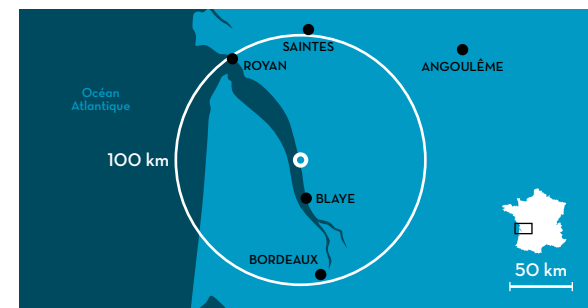
Ces piscines ne présentent pas, au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté conduites après Fukushima, de garanties suffisantes contre le risque d'un accident grave consécutif à une vidange de la piscine et à l'échauffement du combustible.

De plus, comme sur tous les réacteurs français, ces piscines ne sont pas protégées par une véritable enceinte de confinement, elles sont situées en hauteur et donc facilement accessibles par les airs. Elles présentent ainsi une vulnérabilité forte aux agressions aériennes.

### Le Mox, un élément aggravant

La centrale du Blayais utilise dans deux de ses réacteurs du combustible MOX, constitué d'oxyde de plutonium et d'uranium appauvri. La teneur en plutonium autorisée dans le MOX a été portée à 8,65 %, et la teneur de MOX dans les réacteurs est limitée à 30 % du combustible. Les tranches n° 1 et 2 de la centrale sont autorisées à utiliser du MOX, les tranches n° 3 et 4 ont fait l'objet d'une demande d'autorisation qui, à l'issue de l'enquête publique tenue fin 2011, reste en cours d'instruction.

LA CENTRALE EST SITUÉE À 45 KM DE L'AGGLOMÉRATION BORDELAISE, PLUS D'UN MILLIONS D'HABITANTS MENACÉS



## RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES NATURELLES

### Risque inondation :

De par sa situation géographique au bord de l'estuaire de la Gironde, dans une zone marécageuse inondable, la centrale du Blayais est particulièrement exposée au risque d'inondation.

Elle a connu lors de la tempête de décembre 1999 auxquelles a été confronté le parc nucléaire français. La situation a été proche de basculer vers un accident grave.

La centrale est entourée d'une digue qui lors de la construction faisait 5,20 mètres du côté de la Gironde et 4,75 mètres du côté du marais.

Trois risques sont liés à l'inondation :

- L'isolement de la centrale par encerclement de l'eau. La plateforme de la centrale est surélevée à 4 mètres cinquante au dessus du niveau de la mer
- La rupture d'une digue
- Le sous-dimensionnement des digues
- L'inondation de la centrale via le canal de rejets des eaux de refroidissement. Un dispositif de « batardeau » (dispositif provisoire de portes amovible destiné à empêcher l'eau de rentrer) a été mis à disposition pour les cas de crise. Lors de l'inspection post Fukushima l'ASN a jugé complexe le système<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Date de départ officiellement retenue par l'ASN pour calculer l'âge d'un réacteur. La première divergence correspond à la première fois que la réaction nucléaire se produit à l'intérieur du réacteur.

<sup>2</sup> Compte-rendu de la Commission Locale d'Information 8 août 2011



PAGE DE GAUCHE :  
EN 1999, LA CENTRALE A  
ÉTÉ INONDÉE AVEC PERTE  
DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE  
ET TOTALEMENT ISOLÉE.  
L'ACCIDENT MAJEUR A ÉTÉ  
ÉVITÉ DE PEU. AUJOURD'HUI,  
LA CENTRALE N'A PAS  
INTÉGRÉ TOUTES LES LEÇONS  
DE CET ÉPISODE MAIS  
SURTOUT LES LEÇONS D'UNE  
AUTRE CATASTROPHE, CELLE  
DE FUKUSHIMA.

Les inondations de 1999 sont survenues au moment d'une tempête d'une ampleur exceptionnelle pendant la marée haute. Les effets du vent local n'avaient pas été pris en compte. Les conséquences ont été simultanément une perte du réseau électrique, l'inondation de la centrale par des vagues franchissant des obstacles entre 5 mètres et 5 mètres 30 dont la digue de protection. Les systèmes de secours situés dans les parties basses des tranches n°1 et 2 ont été inondés et le site s'est retrouvé isolé, entouré par les eaux. Les enrochements des digues ont été déplacés par le passage des paquets d'eau.

Des travaux de renforcement des digues avaient été prévus par EDF pour monter le niveau des digues à 5,70 mètres mais ces travaux n'avaient pas encore été réalisés au moment des incidents. Les digues qui entourent les 4 réacteurs ont été renforcées et relevées à 8,50 mètres à l'aide d'un enrochement de 1 mètre supplémentaire et un pare-houle en béton de 2,3 mètres du côté de la Gironde et de 6 mètres du côté du marais<sup>3</sup>.

Mais à la suite de l'incident de 1999 le groupement des scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire considérait pour sa part qu'une digue de 9 mètres aurait été nécessaire<sup>4</sup>. Pour parvenir à ce chiffre le GSIEN s'appuie sur le seul appareil de mesure historique existant à proximité de la centrale, basé à Pauillac, qui ait enregistré des hauteurs de marées historiques à plus de 7 mètres malgré un coefficient de marais faible (77) auxquelles il faudrait ajouter les effets de vague et la marge de sécurité.

<sup>3</sup> Lumières n°69, mars 2011 <http://goo.gl/PTe8P>

<sup>4</sup> la gazette du nucléaire n°181/182

À la suite des évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima, l'ASN a demandé à la centrale de Blayais de présenter avant la fin de l'année 2013 un plan de renforcement du système de protection contre l'inondation au delà du référentiel actuel.

### Risque sismique

Le séisme utilisé pour dimensionner la centrale est le séisme de Bouin du 25 janvier 1799 d'intensité 7,5 sur l'échelle MSK soit une magnitude pouvant aller de 4 à 6. Il existe sur la centrale de Blayais, comme sur Gravelines, des incertitudes et incohérences fortes quant à la prise en compte de l'aléa sismique. En effet, la centrale est officiellement classée en zone sismique 2, soit un risque faible. Elle serait pourtant selon EDF dimensionnée pour faire face à un séisme de magnitude 6,5, ce qui en ferait la centrale avec le « séisme avec majoration de sécurité » le plus important du parc juste derrière Fessenheim, alors même que plusieurs autres centrales sont en zone d'aléa sismique modéré à élevé.

Dans un courrier du 2 juin 2003 adressé par le directeur général de la sûreté nucléaire au directeur de la division de l'ingénierie nucléaire d'EDF, on peut lire que des divergences d'interprétation existent sur les données relatives à la caractérisation des séismes historiques sur le site de Blayais. Le courrier stipule que « L'évaluation de l'aléa sismique effectuée par l'IRSN conduit à un niveau de Séisme Majoré de Sécurité parmi les plus élevés pour les sites EDF alors que la région de Bordeaux est caractérisée par une sismicité faible ». Dans ce même courrier le directeur général

LA TOPOGRAPHIE PLANE  
REND LA CENTRALE TRÈS  
VULNÉRABLE À UNE  
AGRESSION AÉRIENNE.  
LES RÉACTEURS N'ONT  
QU'UNE PAROI SIMPLE  
À LEUR ENCEINTE DE  
CONFINEMENT ET LES  
PISCINES NE SONT PAS  
CONFINÉES ET SITUÉES EN  
HAUTEUR.



de la sûreté nucléaire demande à EDF de « prendre en considération l'aléa sismique minimal »<sup>5</sup>. Ces informations sont incohérentes et mériteraient d'être éclaircies afin de s'assurer du niveau de dimensionnement réel de la centrale de Blayais.

Dans le bilan fait par EDF dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté la liste des bâtiments et équipements résistants au séisme fait apparaître que les systèmes de protection contre l'inondation n'en font pas partie.

### Instabilité des sols : marécageux

La commune de Braud et Saint Louis est située en zone d'aléa moyen concernant les mouvements de terrains liés à la composition argileuse du sol. Les sols argileux se comportent comme « une éponge » en se gonflant (augmentant leur volume) lorsqu'ils s'humidifient et se tassent (rétractation) en période de sécheresse.

Ces mouvements de terrains engendrent des risques de dommages importants sur les ouvrages de protection contre l'inondation, comme les digues ou murets de protection, ainsi que sur d'autres équipements comme les tuyauteries.

<sup>5</sup> Courrier du 2 juin 2003 du directeur général de la sûreté nucléaire au directeur de la division de l'ingénierie nucléaire d'EDF sur les Réexamens de sûreté des centrales nucléaires VD2 1300 MWe et VD3 900 MWe. Détermination des mouvements sismiques à prendre en compte pour la sûreté des installations nucléaires, en application de la RFS 2001-01 [http://observ.nucleaire.free.fr/2003\\_sd2\\_337.pdf](http://observ.nucleaire.free.fr/2003_sd2_337.pdf)

## RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES NON NATURELLES

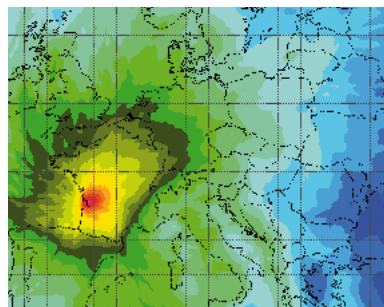
### Risques industriels

Dans le périmètre de 10 km autour de la centrale se trouve un site de stockage pétrolier classé Seveso seuil haut comportant un risque d'incendie et d'explosion. De même ce dépôt est approvisionné par des pétroliers pouvant transporter jusqu'à 30 000 tonnes de fuel ou de gazoil.

### Risques liés à la chute d'avion

De par la topographie des lieux les réacteurs de la centrale de Blayais sont particulièrement vulnérables à une attaque aérienne volontaire. Il en va de même pour les piscines situées en hauteur sans confinement spécifique, ainsi que pour les réacteurs dont l'enceinte simple est plus fragile aux agressions externes.

L'aéroport de Bordeaux se trouve à une cinquantaine de kilomètres de la centrale. Plus de 4,5 de passagers ont utilisé cet aéroport en 2012 et 8000 tonnes de fret ont transité.



Copyright: Project Fukushima (fukushima.ac.at), financed by Klima - Energiefonds, Austria  
1.E+00 1.E+01 1.E+02 1.E+03 1.E+04 1.E+05 1.E+06 1.E+07 1.E+08  
Bq/m2

À L'INVERSE DE FUKUSHIMA, LES VENTS DOMINANTS VIENNENT DE L'OcéAN ET EMMÈNERAIT SÛREMENT LA RADIOACTIVITÉ VERS LES TERRES.

PAGE DE DROITE, À GAUCHE : DANS UN RAYON DE 10 KM SE TROUVENT PARMIS LES PLUS GRANDS CRUS DE BORDEAUX, SAINT ESTÈPHE, MARGAUX, SAINT-JULIEN... LA PRODUCTION DU VIN DE BORDEAUX REPRÉSENTE EN VALEUR PRÈS DE 5 MILLIARDS D'EUROS EN 2007.

## CONSÉQUENCES EN CAS D'ACCIDENT

### Concentration de population :

DISTANCE	EN MILLIONS D'HABITANTS
< 10 KM	0,028
< 30 KM	0,163
< 70 KM	1,487
< 100 KM	2,126
< 300 KM	14,9

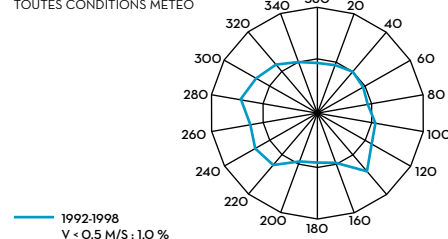
La centrale du Blayais est une centrale dont la région est à forte dominante agricole (60 %) avec de nombreuses vignes à proximité. La densité de peuplement est moins importante que les 4 autres centrales retenues dont la fermeture doit arriver le plus rapidement possible<sup>6</sup>. L'agglomération de Bordeaux se situe à 45 km à vol d'oiseau et compte plus d'un million d'habitants.

### Contamination

Sur le CNPE de Blayais, les vents dominants viennent de l'ouest donc de la mer et amènent la contamination à l'intérieur des terres à l'inverse de ce qui s'est passé à Fukushima.

Les temps de pluie sont principalement associés à des vents d'ouest or la pluie a comme effet premier de déposer la radioactivité sur le sol. Comme le montre la rose des vents, les vents secondaires viennent du sud-est<sup>7</sup>.

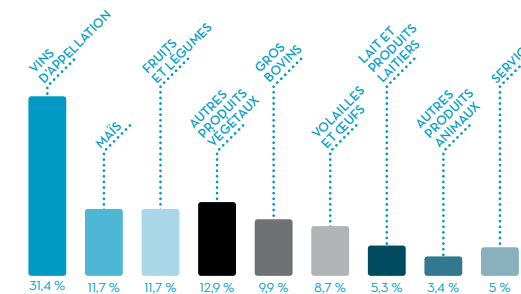
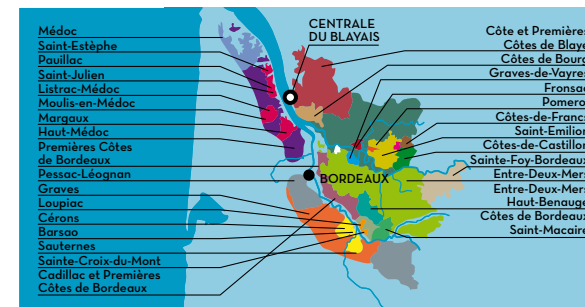
ROSE DES VENTS  
(STATION DU CNPE) 1992-1998  
TOUTES CONDITIONS MÉTÉO



### Impacts socio-économiques :

L'agriculture (en particulier la viticulture) et la forêt, avec près de 90 % du territoire régional, occupent une place majeure dans l'économie de l'Aquitaine. En termes de valeur ajoutée agricole, l'Aquitaine est au 1er rang des régions françaises. Elle est également la première région pour les exportations de produits agricoles et pour la qualité de son agriculture, attestée par le nombre de ses productions labellisées.

D'après une étude de l'IRSN sur la population autour des centrales nucléaires<sup>8</sup>, "la grande vulnérabilité économique de nombreuses exploitations agricoles, l'attachement plus fort des habitants à « leurs terres » dans les zones



rurales et le mode de vie tourné vers l'extérieur feraient des agriculteurs les premiers exposés économiquement et radiologiquement en cas d'accident. À ceci s'ajoute le caractère difficilement transférable (plus difficilement qu'une activité de services) d'une partie des activités agricoles (appellations d'origine, agriculture de montagne...). L'exemple le plus démonstratif est sans doute celui des Grands Crus du Médoc : comment relocaliser loin du Blayais Pauillac et les communes voisines pour continuer à produire Lafitte et Margaux ?"

En effet, la centrale du Blayais se trouve en plein milieu des grands domaines viticoles du bordelais.

Médoc, Saint Estèphe, Saint Julien, Pauillac, autant d'appellations prestigieuses situées dans un rayon de 10 km autour de la centrale à comparer aux 30 km évacués autour de Fukushima et à la même distance encore interdite d'accès 27 ans après à Tchernobyl.

Les vins de Bordeaux représentent un chiffre d'affaire annuel de 3,9 milliards d'euros dont quasiment 40% est réalisé à l'export représentant donc à eux seuls du chiffre d'affaire de l'entreprise nucléaire AREVA. Les vins de Bordeaux sont aussi importants sur le terrain économique pour la région Aquitaine que le secteur de l'aéronautique<sup>9</sup>.

L'Aquitaine est aussi une zone d'attrait touristique fort. Elle accueille plus de 100 millions de visiteurs chaque année qui représentaient en 2009 un chiffre d'affaire de 4,6 milliards d'euros et 48 600 emplois salariés directs et indirects.

<sup>6</sup> La population autour des sites nucléaires français : un paramètre déterminant pour la gestion de crise et l'analyse économique des accidents nucléaires A. PASCAL. Radioprotection 2012, volume n°47

<sup>7</sup> meteo france (in enquête publique du moxage des réacteurs 4 et 5 de la centrale de Blayais)

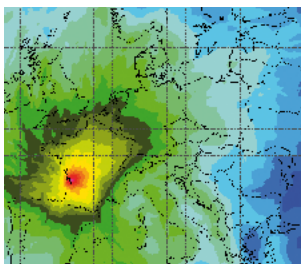
<sup>8</sup> Revue Radioprotection 2012

<sup>9</sup> Repères économiques. La place de la filière vin dans l'économie. <http://www.vins-bordeaux-negoce.com/reperes-economiques/la-place-de-la-filiere-vin-dans-leconomie/>

# BLAYAIS



© ECOLOLO / FLICKR

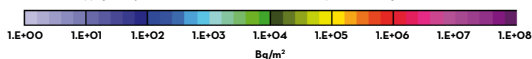


## Blayais-1

AVERAGE DEPOSITION OF Cs-137, N-2788  
MAXIMUM IN AT 9 KBQ/M2

À L'INVERSE DE FUKUSHIMA, LES VENTS DOMINANTS  
VIENNENT DE L'OcéAN ET EMMÈNERAIT SÛREMENT  
LA RADIOACTIVITÉ VERS LES TERRES.

Copyright: Project flexRISK (flexrisk.boku.ac.at), financed by Klima- + Energiefonds, Austria



GREENPEACE.FR

GREENPEACE



# BUGEY



## EMPLACEMENT

POPULATION 1,2 MILLION À 30 KM  
4,4 MILLIONS À 80 KM

LYON 35 KM  
GRENOBLE 80 KM  
GENÈVE 80 KM

REFROIDISSEMENT RHÔNE

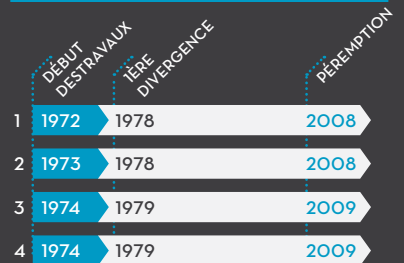
## RÉACTEUR

4 RÉACTEURS  
À EAU PRESSURISÉE (PALIER CPO)

3580 MWe  
DEUX RÉACTEURS DE 880 MW  
DEUX RÉACTEURS DE 910 MW

COMBUSTIBLE : URANIUM ENRICH

## ÂGE DE 34 À 35 ANS EN 2013



## SÛRETÉ

### Radier, cuve, enceinte de confinement... un cumul de problèmes de sûreté

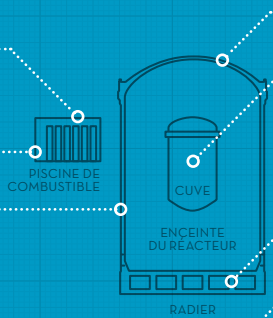
2<sup>e</sup> centrale la plus âgée

RÉACTEUR N°2  
Faiblesse du système  
de refroidissement  
des piscines.

Piscines pas protégées  
et trop accessibles

RÉACTEUR N°5  
Dégradation du béton  
sur enceinte

1984  
Accident majeur  
évitée de peu



Béton fragile aux  
agressions externes

RÉACTEUR N°5  
Risque de rupture  
brutale à 35 ans

Unique modèle  
de radier alvéolé,  
très fragile en cas  
de fonte du cœur

RÉACTEURS N°2 ET 3  
Contamination au  
tritium de la nappe  
souterraine

## RISQUES ET CONSÉQUENCES

### SÉISME

Parmi les 5 centrales les plus exposées aux séismes | Pas de plots antisismiques | Pour l'IRSN, la révision du séisme avec marge de sécurité au dessus du dimensionnement de la centrale |

### RISQUE INDUSTRIEL

À 5 km, parc industriel de la plaine de l'Ain | 4 sites SEVESO | Risque nuage toxique qui pourrait nécessiter évacuation de la zone et de la centrale |

### SÉCURITÉ, CHUTE D'AVION

2<sup>e</sup> centrale la plus exposée | Aéroport de Lyon-St-Exupéry à seulement 15 km et Lyon-Bron à 30 km | Piscines vulnérables car en hauteur et pas confinées, et topographie plane |

## POPULATION

La plus peuplée dans un rayon de 30 km, 1,2 million | Agglomération lyonnaise de 2 millions d'hab à 35 km | 2<sup>e</sup> population dans un rayon de 80 km avec 4,4 millions de personnes |

## CONTAMINATION

Immense bassin de population touché | Suisse et Italie touchées avec des villes comme Genève et Lyon menacées d'évacuation voire d'exclusion | Contamination élevée en vallée du Rhône |

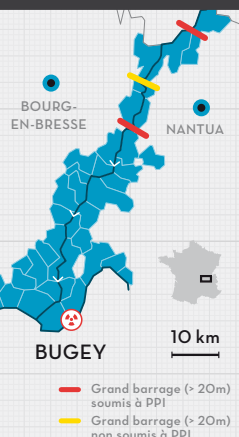
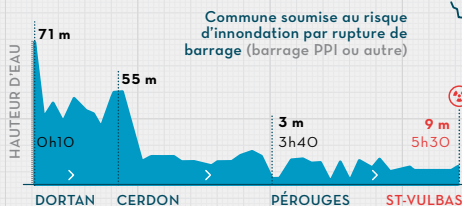
## IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Rhône-Alpes menacée : région agricole et viticole (nombreux AOC), industrielle, économique majeure | Canton de Genève, 1<sup>ère</sup> place financière privée internationale menacée |

## INONDATION

### Les leçons de l'inondation de Blayais en 1999 toujours pas tirées

Située dans la plaine inondable du Rhône | En amont, 8 barrages sur le Rhône, 5 sur le Fier, 5 sur l'Ain | La plupart de ces barrages ont plus de 50 ans | Le barrage de Vouglans particulièrement fragile | Des digues existent pour le Rhône mais pas à l'ouest pour l'Ain |



# BUGEY

**BUGEY N°2, N°3, N°4, N°5**  
**4 réacteurs à eau pressurisée**  
**(palier CPO) - INB 78 et 89**

**PUISSANCE**  
**880 MW pour deux réacteurs**  
**910 MW pour deux réacteurs**  
**3580 MWe**

## DÉBUT DES TRAVAUX

BUGEY 2	BUGEY 3	BUGEY 4	BUGEY 5
nov. 1972	sept. 1973	juin. 1973	juil. 1974

## DATE DE LA 1<sup>ÈRE</sup> DIVERGENCE<sup>1</sup>

BUGEY 2	BUGEY 3	BUGEY 4	BUGEY 5
avr. 1978	août. 1978	fév. 1979	juil. 1979

## PROPRIÉTAIRES

**EDF à 100 %. Droit de prélèvement de 17,5 % de la puissance disponible des réacteurs 2 et 3 pour la société suisse AKEB | Actionnariat : compagnies d'électricité suisses ou italiennes, municipalités suisses (Electricité de Laufenbourg : 31 %, ville de Zurich : 20,5 %, Centralschweizerische Kraftwerke : 15 %, les Chemins de Fer Fédéraux suisses : 13,5 %) | Les chemins de fer suisses et la ville de Sion veulent vendre leur participation.**

## LOCALISATION

**La centrale du Bugey est implantée sur près de 100 hectares dans l'Ain sur la rive droite du Rhône.**

<sup>1</sup> Date de départ officiellement retenue par l'ASN pour calculer l'âge d'un réacteur. La première divergence correspond à la première fois que la réaction nucléaire se produit à l'intérieur du réacteur.

## SÛRETÉ DE L'INSTALLATION

Après ceux de Fessenheim, les quatre réacteurs de la centrale de Bugey sont les plus vieux de France avec 33 années de fonctionnement pour Bugey 4 et 5, et 34 ans pour Bugey 2 et 3.

Les quatre réacteurs sont des réacteurs à eau sous pression (REP) qui font tous partie du premier palier de réacteurs français, dit CPO. Les réacteurs 2 et 3 sont refroidis par le Rhône en circuit ouvert, les tranches 4 et 5 sont également refroidies par l'eau provenant du Rhône, mais en circuit fermé par quatre tours aéroréfrigérantes.

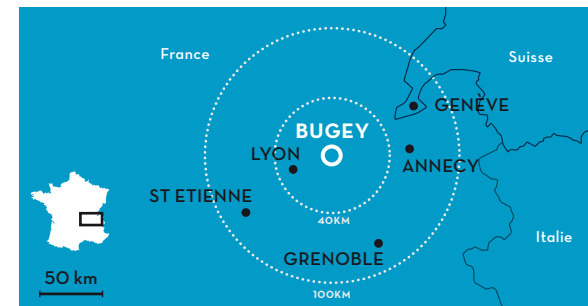
### Fragilité des cuves

Les cuves du palier CPO sont constituées d'un acier particulier qui présente des hétérogénéités susceptibles d'accélérer localement le risque de rupture thermique de la cuve en cas de choc chaud-froid (en particulier lors d'une injection d'eau pour pallier une fuite dans le circuit primaire).

Le suivi de ces cuves, parmi les plus anciennes du parc, montre une faiblesse et un défaut particuliers de la cuve du réacteur n°5. Selon l'IRSN, elle ne présentera plus d'ici 2016 les marges de sûreté suffisantes face à un risque de rupture brutale dans certaines situations accidentelles.

En 1991, au cours d'une visite décennale sur le réacteur n°3, une fuite d'un litre/heure a été découverte sur une des traversées du couvercle de la cuve. Ceci a obligé EDF à engager un programme de remplacement de tous les couvercles de cuve à partir de 1994.

SITUÉE À 35 KM DE LYON, LA CENTRALE DU BUGEY EST AUSSI LA CENTRALE LA PLUS PROCHE DE GENÈVE (80KM)



### Des fuites sur l'enceinte de confinement

Le bâtiment abritant chaque réacteur est constitué d'une enceinte en béton armé de 90 cm d'épaisseur sur les côtés et 80 pour le dôme. Cette paroi est recouverte d'une peau étanche en acier de 6 mm d'épaisseur. Ce type d'enceinte identique sur tous les réacteurs de 900 MW est plus vulnérable aux agressions externes, telles que les chutes d'avion.

Les tests de tenue à la pression effectués lors des dernières visites décennales ont montré une augmentation du taux de fuite sur l'enceinte du réacteur n°5. Tout en restant dans les limites réglementaires, cela témoigne d'une dégradation de la qualité du béton et a conduit l'ASN à prescrire un test supplémentaire en 2016.

### Des piscines sans confinement

Chaque réacteur dispose d'une piscine de déchargement et de désactivation du combustible. Ces piscines ne présentent pas, au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté conduites après Fukushima, de garanties suffisantes contre le risque d'un accident grave consécutif à une vidange de la piscine et à l'échauffement du combustible.

Dans son rapport concernant la poursuite de l'exploitation du réacteur 2 du Bugey, remis en juillet 2012 aux ministres en charge de la sûreté, l'ASN relève des différences dans la conception des systèmes de refroidissement des piscines du palier CPO (Fessenheim et Bugey) et notamment sur le réacteur n°2 du Bugey, susceptibles de présenter une faiblesse supplémentaire vis-à-

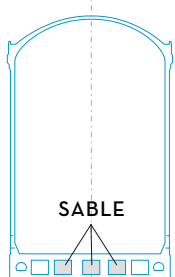
vis du risque d'une vidange de la piscine. L'ASN a prescrit des mesures de renforcement dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté qui devront être mises en place dans les prochaines années.

Selon l'ASN, les centrales du Bugey et de Fessenheim présentent un risque particulier d'endommagement de la piscine en cas de chute d'un emballage de transport de combustible.

De plus, comme sur tous les réacteurs français, ces piscines ne sont pas protégées par une véritable enceinte de confinement, elles sont situées en hauteur et donc facilement accessible par les airs. Elles présentent ainsi une vulnérabilité forte aux agressions aériennes.

La qualité de l'exploitation de la centrale du Bugey a montré, selon les rapports annuels de l'ASN, des faiblesses en matière de sûreté en 2010 et en 2011. De plus, EDF a détecté en octobre 2012 une contamination inexplicquée au tritium de l'ordre de 10 fois le niveau normal dans la nappe souterraine sous les réacteurs n°2 et 3.

Enfin, la centrale nucléaire de Bugey présente la particularité de ne pas disposer des quantités d'eau suffisantes pour assurer un retour à l'état sûr des quatre réacteurs dans le cas où ils perdraient leur refroidissement. L'ASN considèrerait qu'à l'issue des troisièmes visites décennales EDF n'avait pas démontré l'efficacité du dispositif mis en place pour compenser cette faiblesse.



LES 4 RÉACTEURS ONT UNE SPÉCIFICITÉ PUISQUE LEURS RADIERS SONT ALVÉOLAIRES. LES ALVÉOLES SONT REMPLIES DE SABLE. SI UN ACCIDENT AVEC FONTE DU CŒUR SURVENAIT, L'ÉTANCHÉITÉ DES RADIERS N'EST PAS GARANTIE.

### Un radiateur spécifique

Comme le révèle un document de l'IRSN<sup>2</sup> de 2008, les radiers (dalles de béton situées sous le réacteur) des quatre réacteurs de la centrale du Bugey présentent une spécificité puisqu'il s'agit de radiers alvéolaires composés d'une dalle supérieure, d'une dalle inférieure et d'alvéoles remplies de sable. Un document de l'IRSN de 2010<sup>3</sup> faisant un état des lieux des 3<sup>e</sup> visites décennales sur les réacteurs de 900 MW conclut que l'étanchéité des radiers alvéolaires de Bugey n'est pas garantie en cas de percement de la dalle supérieure de l'enceinte si la pression à l'intérieur de l'enceinte de confinement est supérieure à 3 bars. Alors qu'à la centrale de Fessenheim, l'ASN a exigé des travaux de renforcement spécifique pour les radiers, pour le Bugey, l'ASN a uniquement exigé le renforcement du système de décompression de l'enceinte sans qu'aucune action ne soit engagée sur le radiateur lui-même. Ceci peut laisser penser qu'un tel renforcement est impossible.

On peut se demander pourquoi l'ASN a exigé la mise en place d'un récupérateur de corium (cœur fondu) à Fessenheim et pourquoi une telle demande n'a pas été formulée pour la centrale de Bugey<sup>4</sup>.

### Une nuit où la France a frôlé l'accident majeur au Bugey

La nuit du 13 avril 1984, le réacteur n°5 a frôlé l'accident majeur. Pendant quelques heures, le réacteur a perdu son alimentation électrique. Le service d'analyse de sûreté des installations nucléaires de base estime que c'est certainement « l'incident pour lequel on a approché le plus près d'un accident grave<sup>5</sup> ».

## RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES NATURELLES

### Risques d'inondation

La centrale est implantée dans une zone à fort risque de remontée de nappe phréatique, dans la plaine inondable du Rhône. La plateforme est située à une altitude moins élevée que le Rhône et donc plus sensible face au risque d'inondation.

De plus, la centrale est soumise à un risque de submersion issue de la rupture d'un barrage. En amont se trouvent huit barrages sur le Rhône, cinq sur le Fier - affluent du Rhône - et cinq sur l'Ain. La plupart ont plus de cinquante ans, dont le barrage de Vouglans. Situé sur l'Ain, il s'agit de la troisième retenue d'eau de France métropolitaine, avec une capacité de 605 millions de m<sup>3</sup>. Au-delà du risque lié à la vétusté et l'entretien, le barrage est soumis à plusieurs risques naturels comme des glissements de terrain pouvant engendrer

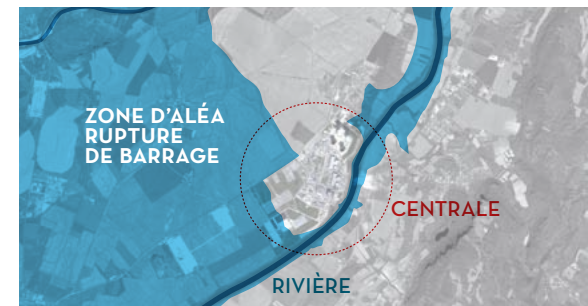
5 Global Chance n°37

2 IRSN, 15 décembre 2008, Accidents graves des réacteurs à eau de production d'électricité

3 IRSN, 16 décembre 2010, Réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe d'EDF à l'occasion des 3<sup>e</sup> visites décennales VD3-900

4 Rapport de l'ASN aux Ministres chargés de la sûreté nucléaire du 10 juillet 2012 sur la poursuite d'exploitation du réacteur n°2 de la centrale du Bugey

L'ASN A EXIGÉ QU'EDF RENFORCE LA PROTECTION CONTRE L'INONDATION POUR DES SCÉNARIOS ALLANT AU-DELÀ DES EXIGENCES EN VIGUEUR AVANT FUKUSHIMA.



un débordement ou encore le risque d'une rupture du massif rocheux sur lequel s'appuie le barrage.

Après les inondations subies par la centrale de Blayais en 1999, EDF a été obligée de revoir les études de protection de la centrale contre le risque d'inondation afin de prendre en compte une crue exceptionnelle du Rhône (crue millénaire majorée de 15 %) ainsi que la conjonction d'une crue centennale de l'Ain cumulée à une crue historique du Rhône et la rupture du barrage de Vouglans.

D'après l'ASN<sup>6</sup>, le site est protégé au nord par une digue anti-bruit autour des tours de refroidissement, à l'est par un muret en béton et d'autres ouvrages protégeant le site d'une crue du Rhône. Lors des inspections post-Fukushima, l'ASN a demandé à EDF de corriger les défauts trouvés sur la digue anti-bruit qui participe à la protection de la centrale contre le risque d'inondation<sup>7</sup>. À la suite des évaluations complémentaires de sûreté, l'ASN a demandé à EDF de s'assurer de la conformité des installations de protection contre le risque inondation et de leur capacité à durer dans le temps.

Mais ces ouvrages ne permettent pas de protéger le site contre une crue millénaire du Rhône majorée de 15 % combinée à la rupture du barrage de Vouglans.

Enfin, dans le rapport aux ministres sur la poursuite d'exploitation du réacteur n°2, l'ASN ne mentionne aucune protection à l'ouest du

6 Rapport aux ministres en charge de la sûreté du 10 juillet 2012 sur l'autorisation d'exploitation du réacteur 2 au-delà des 30 années de fonctionnement

7 ASN, lettre de suite d'inspection du 7 mars 2012 sur la centrale de Bugey

site. Cette zone est pourtant clairement exposée à l'arrivée des eaux de l'Ain en cas de rupture de barrage, selon le document d'information sur les risques majeurs de la commune de Saint-Vulbas. Il stipule qu'en cas de rupture brusque et imprévue du barrage de Vouglans, la vague atteindrait le point kilométrique 10, situé au sud de la centrale, en 5 heures trente et la surélévation maximale du plan d'eau initial serait d'environ 9 mètres.

Le niveau d'inondation en cas de rupture du barrage de Vouglans fait l'objet de vives discussions au sein de la Commission Locale d'Information (CLI) de la centrale du Bugey.

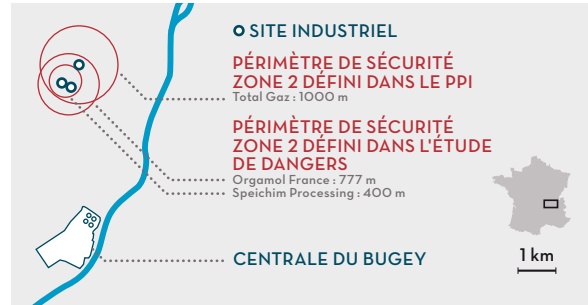
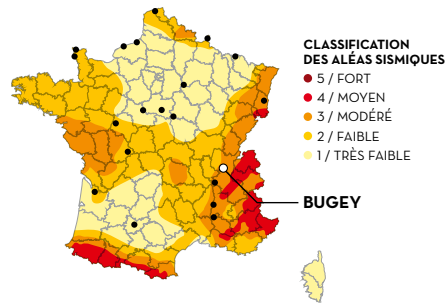
Enfin, l'ASN a exigé qu'EDF renforce la protection contre l'inondation pour des scénarios allant au-delà des exigences en vigueur avant Fukushima.

### Risques sismiques : zone 3

À une douzaine de kilomètres à l'est du site, se trouvent les premiers plis qui forment la « couverture du Jura », au niveau desquels ont été enregistrés quelques séismes de magnitude proche de 4. Plus à l'est encore se trouve la zone où eurent lieu plusieurs séismes d'intensité VII à VII-VIII sur l'échelle MSK, dont le séisme du 19 février 1822 (Bugey-Chautagne)<sup>8</sup>.

L'installation a été dimensionnée avec les connaissances et les moyens de l'époque pour faire face à un séisme d'une magnitude de 6 en référence au séisme de 1822 qui s'est produit à 12 km à l'est du site et en majorant sa magnitude de 0,5 sur l'échelle de Richter. Depuis, des renforcements ont dû être

8 Haut Comité sur la Transparence et la Sûreté Nucléaire, CNPE du Bugey [http://www.hctisn.fr/article.php3?id\\_article=106](http://www.hctisn.fr/article.php3?id_article=106)



mis en oeuvre sur le réacteur n°2 entre 2009 et 2011 à la demande de l'ASN dans le cadre de la 3<sup>e</sup> visite décennale. Selon un document de l'IRSN de 2010 Bugey fait partie des centrales pour lesquelles la révision du « séisme majoré de sécurité » dépassait le niveau du dimensionnement de la centrale<sup>9</sup>.

Comme pour Tricastin, la centrale du Bugey a été construite bien avant celle de Cruas et ne dispose donc pas de plots antisismiques comportant une intercalaire souple permettant d'amortir le choc de l'onde sismique. Lors de l'inspection post-Fukushima effectuée sur la centrale du Bugey l'ASN a constaté que du retard avait été pris par EDF pour protéger les éléments importants pour la sûreté de l'installation contre les risques sismiques.

## RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES NON NATURELLES

### Risques industriels

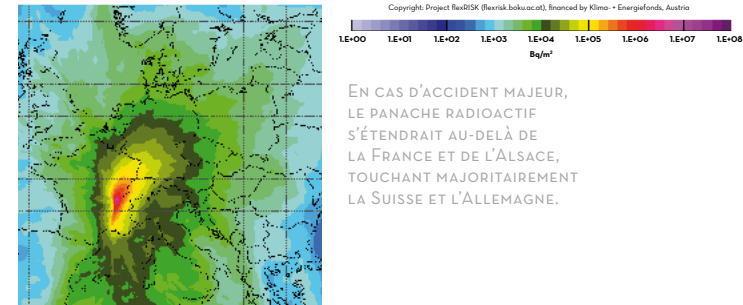
À 5 km de la centrale se trouve le parc industriel de la plaine de l'Ain qui compte trois sites seveso seuil haut, à savoir Total gaz (risque d'incendie et d'explosion), BASF Orgamol (risque d'incendie ou d'explosion d'un bac de stockage de solvants ou de produits toxiques), Speichim (risque d'inflammabilité et de formation d'un nuage toxique d'acide cyanhydrique) et un site seveso

seuil bas, celui d'Unilever (risque d'incendie). Le parc industriel de la plaine de l'Ain accueille d'autres entreprises générant un risque industriel additionnel.

La présence de ces installations pourrait perturber le fonctionnement de la centrale en cas notamment d'évacuation nécessaire, par exemple pour des raisons toxiques. De même, leur proximité avec le risque nucléaire pourrait aggraver une situation accidentelle. Ces entreprises n'existaient pas au moment de la construction de la centrale.

### Risques liés à la chute d'avion

Le site du Bugey est situé à 30 km de l'aéroport Lyon-Bron et à 15 km de l'aéroport international Lyon-St-Exupéry qui transporte plus de 8 millions de passagers par an et quasiment 32 000 tonnes de marchandises. Les piscines de la centrale sont très vulnérables en cas d'agression aérienne du fait de leur positionnement en hauteur, de la configuration des lieux, de la topographie plane et de l'absence de confinement.



## CONSÉQUENCES EN CAS D'ACCIDENT

### CONCENTRATION DE POPULATION

DISTANCE	EN MILLIONS D'HABITANTS
< 10 KM	0,068
< 30 KM	1,255
< 70 KM	3,244
< 100 KM	5,78
< 300 KM	31,3

La centrale du Bugey est, devant celle de Fessenheim, la plus densément peuplée de France dans un rayon de 30 km avec plus de 1,2 million d'habitants en raison notamment de la comptabilisation de l'agglomération lyonnaise dans le calcul. Dans un rayon de 80 km, la centrale du Bugey prend la deuxième place en densité de population, juste derrière Fessenheim, avec plus de 4,4 millions d'habitants. Comme Fessenheim et Gravelines, la centrale du Bugey présente la particularité d'être à moins de 35 km d'un centre urbain majeur et dans une zone considérée comme fortement urbanisée (9 à 15 % du territoire).

### Quelle contamination et quelles conséquences internationales ?

Les vents dominants sont orientés dans le secteur nord-ouest, nord-nord-est dans 36 % des cas, et sud-est, sud-sud-ouest dans 35 % des cas. La Suisse est à 70 km et sous les vents dominants. Genève pourrait être concernée par des niveaux de contamination nécessitant une évacuation. On retrouve des

niveaux élevés de contamination jusque dans la basse vallée du Rhône.

### Risques en termes d'image et impacts socio-économiques

La ville de Genève (200 000 habitants) se trouve à environ 80 km et sous les vents dominants. Son canton générerait un chiffre d'affaires en 2011 de 36 milliards d'euros. Genève pourrait se retrouver en zone d'évacuation voire d'exclusion en cas d'accident majeur. Or, c'est aujourd'hui la capitale internationale de la finance privée. Environ 50 banques étrangères y ont leur siège. Lyon est située à 35 km de la centrale. Avec 500 000 habitants et 2 millions pour l'agglomération, c'est la 3<sup>e</sup> ville de France. La région lyonnaise affichait 145 milliards d'euros de PIB en 2011, le 5<sup>e</sup> PIB régional d'Europe. Lyon pourrait être soumise à une évacuation.

Rhône-Alpes est une importante région industrielle, la 2<sup>e</sup> plus forte valeur ajoutée industrielle du pays et 12,5 % du potentiel industriel national<sup>10</sup>. La contamination pourrait atteindre la basse vallée du Rhône, même être portée par les eaux du Rhône. Les activités viticoles ou agricoles seraient menacées. Le vignoble de la vallée est le 2<sup>e</sup> vignoble français d'AOC en superficie, avec 390 millions de bouteilles commercialisées en 2011-2012 dans 155 pays et un chiffre d'affaires de 1,2 milliard d'euros, dont 30 % d'exportation. L'activité viticole est le 1<sup>er</sup> employeur de la vallée (46 000 emplois). Rhône Alpes est aussi la 2<sup>e</sup> région touristique de France avec 35 millions de touristes par an (170 000 emplois et 7,7 milliards d'euros).

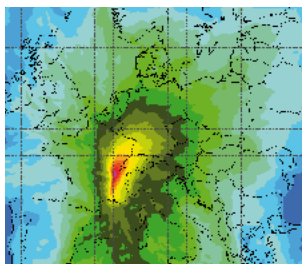
<sup>10</sup> Chambre de commerce et d'industrie de Rhône-Alpes  
[www.rhone-alpes.cci.fr/economie/panorama/4\\_4\\_a\\_industrie.html](http://www.rhone-alpes.cci.fr/economie/panorama/4_4_a_industrie.html)

<sup>9</sup> IRSN, Réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe d'EDF à l'occasion des 3<sup>e</sup> visites décennales VD3 900

# BUGEY



© MICHA PATAULT / GREENPEACE

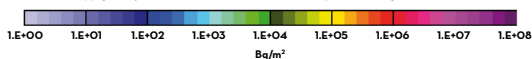


## Bugey-2

AVERAGE DEPOSITION OF Cs-137, N°2788  
MAXIMUM IN AT 41 kBq/m<sup>2</sup>

EN CAS D'ACCIDENT MAJEUR, LE PANACHE RADIOACTIF S'ÉTENDRAIT AU-DELÀ DE LA FRANCE ET DE L'ALSACE, TOUCHANT MAJORITAIREMENT LA SUISSE ET L'ALLEMAGNE.

Copyright: Project flexRISK (flexrisk.boku.ac.at), financed by Klima- + Energiefonds, Austria



GREENPEACE.FR

GREENPEACE

# FESSENHEIM



## EMPLACEMENT

POPULATION	5 MILLIONS À 80 KM
STRASBOURG	76 KM
COLMAR	30 KM
MULHOUSE	30 KM
FRIBOURG-EN-BRISGAU	24 KM
REFROIDISSEMENT	GRAND CANAL D'ALSACE

## RÉACTEUR

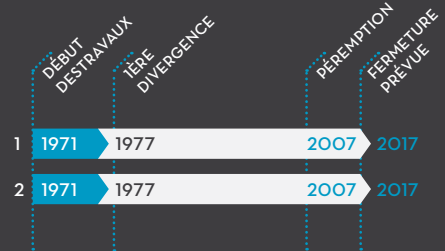
**2** RÉACTEURS  
À EAU PRESSURISÉE (PALIER CPO)

**1760** MWe  
880 MW ÉLECTRIQUE PAR RÉACTEUR

COMBUSTIBLE : URANIUM ENRICH

## ÂGE

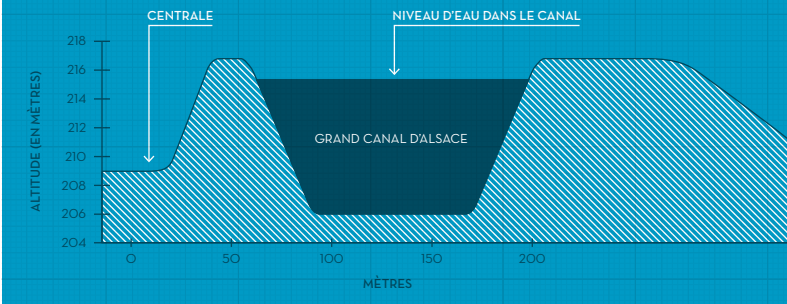
36 ANS EN 2013



## INONDATION

### Fessenheim très en dessous de sa source froide

Située à 9 mètres sous le Grand Canal d'Alsace | Risque de rupture de la digue droite | Risque de saturation du barrage de Krembs | Risque d'inondation de la station de pompage | Risque de remontée de la nappe phréatique | Cumul d'une crue exceptionnelle et de pluies régulières continues décennales |



## RISQUES ET CONSÉQUENCES

### SÛRETÉ

35 ans | Radiers trop minces | Cuve du réacteur n°1 plus fragile, microfissures | Paroi simple de l'enceinte de confinement | 14 incidents entre 2010 et 2013 |

### SÉISME

Centrale soumise à un risque sismique avéré | Ni dimensionnée ni construite pour résister au risque sismique de la zone d'implantation | Une expertise technique de 2007 estime que le risque sismique a été sous-évalué |

### IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Conséquences économiques et sociales très importantes | 18 millions de touristes par an en Alsace | Région agricole exportatrice, terroir et tradition de gastronomie |

### SÉCURITÉ, CHUTE D'AVION

Pas conçue pour résister à une chute d'avion gros-porteur | Enceintes de confinement fragiles aux agressions externes | Deux aéroports internationaux | Vols réguliers au dessus de la centrale | Accès aérien facile |

### RISQUES INDUSTRIELS

Transport de matières dangereuses par voie fluviale sur le Grand Canal d'Alsace |

### CONTAMINATION

L'Alsace, la France, la Suisse et l'Allemagne massivement touchées | Crise majeure, politique et diplomatique avec des pays qui sortent du nucléaire | Une grande partie du sud de l'Allemagne en zone d'évacuation |

## POPULATION

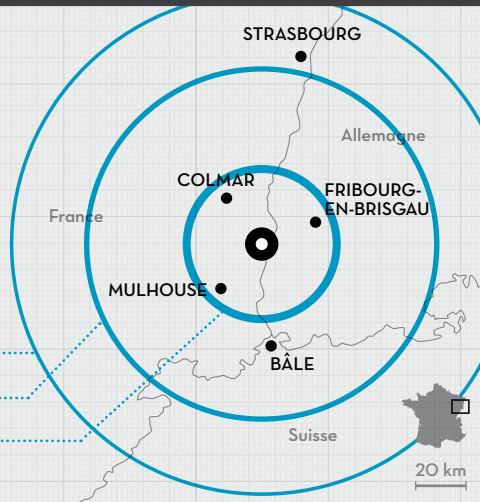
### Une forte population et de nombreuses villes touchées

Une des 5 centrales situées dans une région les plus peuplées dans un rayon de 30 km (périmètre d'évacuation « Fukushima ») | Villes importantes : Colmar, Bâle, Mulhouse, Fribourg-en-Brigau |

à 100 km **7 287 000 habitants**

à 70 km **3 779 000 habitants**

à 30 km **1 036 000 habitants**



# FESSENHEIM

## FESSENHEIM 1 ET 2

2 réacteurs à eau pressurisée  
(palier CPO)

## PUISSANCE

880 MW électriques par réacteur

## DÉBUT DES TRAVAUX<sup>1</sup>

FESSENHEIM 1	FESSENHEIM 2
septembre 1971	février 1972

## PREMIÈRE DIVERGENCE<sup>2</sup>

FESSENHEIM 1	FESSENHEIM 2
mars 1977	juin 1977

## PROPRIÉTAIRES

- EDF (64,5 %) ;
- EnBW (3<sup>e</sup> entreprise énergétique allemande basée à Karlsruhe, Bade Wurtemberg) (17,5 %) ;
- Consortium suisse Alpiq, Axpo et BKW (15 %)

## LOCALISATION

La centrale nucléaire de Fessenheim (Haut-Rhin) s'étend sur 106 ha. Elle se situe sur le Grand Canal d'Alsace à côté du Rhin, à mi-chemin et à 30 km de Colmar et de Mulhouse.

## LA SÛRETÉ DE LA CENTRALE DE FESSENHEIM EN QUESTION

### L'âge : la centrale la plus vieille de France

La centrale de Fessenheim est la plus vieille de France, avec 35 années de fonctionnement atteintes en 2013. Un décalage de 5 ans existe entre l'âge officiel de la centrale et les dates des visites décennales. À sa fermeture, début 2017, la centrale aura donc atteint 40 années de fonctionnement. Les bétons, dont ceux de l'enceinte de confinement, auront plus de 45 ans quand la centrale sera arrêtée.

### Une fragilité sur les cuves

La cuve du réacteur n°1 est, de par sa conception en 3 pièces cylindriques soudées au lieu de 2, plus fragile que les autres cuves françaises. Des microfissures dans les soudures ont été détectées lors de la première visite décennale du réacteur n°1 de Fessenheim en 1987<sup>3</sup>.

De façon plus générale, les cuves des réacteurs de palier CPO (Fessenheim et Bugey) sont constituées d'un acier particulier qui présente des hétérogénéités susceptibles d'accélérer localement le risque de rupture thermique de la cuve en cas de choc chaud-froid (en particulier lors d'une injection d'eau pour pallier une fuite dans le circuit primaire).

<sup>3</sup> [http://www.gazettenucleaire.org/1989/98\\_99pO3.html](http://www.gazettenucleaire.org/1989/98_99pO3.html)

### L'enceinte de confinement : une paroi simple vulnérable aux agressions externes

Le bâtiment abritant chaque réacteur est constitué d'une enceinte en béton armé de 90 cm d'épaisseur sur les côtés et 80 cm pour le dôme. Cette paroi est recouverte, à l'intérieur, d'une peau étanche en acier inoxydable de 6 mm d'épaisseur. Ce type d'enceinte, identique sur tous les réacteurs de 900 MW est plus vulnérable aux agressions externes, telles que les chutes d'avion.

### Les piscines de combustibles : pas prévues pour faire face à un accident grave

Chaque réacteur dispose d'une piscine de déchargement du combustible et de désactivation. D'après les conclusions des stress tests menés par l'ASN et l'IRSN, ces piscines ne présentent pas de garanties suffisantes contre le risque d'un accident grave consécutif à une vidange de la piscine et à l'échauffement des combustibles<sup>4</sup>.

De plus, la conception des systèmes de refroidissement des piscines pour les réacteurs du palier CPO (Fessenheim et Bugey) est susceptible de présenter une faiblesse supplémentaire vis-à-vis de ce risque commun à l'ensemble des réacteurs. L'ASN a prescrit différentes mesures visant à prévenir ce risque de vidange et à assurer un appoint en eau. Les piscines des réacteurs ne sont pas protégées par des enceintes de confinement comme le sont les réacteurs. Elles sont par ailleurs situées en hauteur donc plus

<sup>4</sup> « Sûreté nucléaire en France post Fukushima, analyse critique des évaluations complémentaires de sûreté menées sur les installations nucléaires françaises après Fukushima ». Arjun Makhijani et Yves Marignac, février 2012 pour Greenpeace France

LA CENTRALE DE FESSENHEIM EST AVEC BUGEY ET SAINT ALBAN parmi les centrales ayant le plus de villes importantes dans les 50 km, une population d'un millions d'habitants dans les 30 km. Elle est proche des frontières suisses et allemandes.



vulnérables à une agression aérienne, notamment quand l'accessibilité est importante comme sur les centrales de Gravelines et de Fessenheim.

## PARTICULARITÉS DE LA CENTRALE DE FESSENHEIM

### Insuffisance des radiers

Les réacteurs de Fessenheim disposent d'un radier en béton, dalle de béton posée au fond du bâtiment réacteur, deux fois plus mince que les autres réacteurs de même puissance avec 1,5 m d'épaisseur seulement, au lieu de 4,2 m. Le risque que le corium formé par la fonte du combustible en cas d'accident traverse cette dalle de béton après un percement de la cuve est donc plus élevé, augmentant le risque de contamination de la nappe phréatique et de rejets atmosphériques.

L'ASN a prescrit, à l'issue de la troisième visite décennale du réacteur n°1, un renforcement du radier qui devrait intervenir avant le 30 juin 2013. EDF a présenté une solution consistant à augmenter de 50 cm l'épaisseur de la dalle, faute d'espace suffisant pour l'augmenter davantage et à créer en complément un dispositif renforcé de récupération du corium. La démonstration détaillée de la sûreté de ce dispositif reste à établir. Le risque de présence d'eau pouvant engendrer une explosion de vapeur n'est notamment pas pris en compte pour le cas de Fessenheim. Des dispositions de même nature seront probablement prescrites dans la décision que prendra l'ASN suite

<sup>1</sup> Elec Nuc édition 2012, CEA

<sup>2</sup> Date de départ officiellement retenue par l'ASN pour calculer l'âge d'un réacteur. La première divergence correspond à la première fois que la réaction nucléaire se produit à l'intérieur du réacteur.



LES IERS BÉTONS DATENT DE 1972 ET LES IÈRES DIVERGENCES (RÉACTION NUCLÉAIRE) EN MARS ET JUIN 1972. LA CENTRALE EST SITUÉE 9 MÈTRES SOUS LE NIVEAU DU GRAND CANAL D'ALSACE.

PAGE DE DROITE, À DROITE : LA CENTRALE DE FESSENHEIM A ÉTÉ CONÇUE UNIQUEMENT POUR RÉSIDER À UNE CHUTE D'AVION LÉGER À UNE ÉPOQUE OÙ LE TRAFIC AÉRIEN ÉTAIT MOINDRE. ELLE EST SITUÉE À PROXIMITÉ DE DEUX AÉROPORTS INTERNATIONAUX AVEC DES VOLS RÉGULIERS QUI PASSENT AU DESSUS TOUS LES JOURS.

à la visite décennale du réacteur n°2, qui a eu lieu de mars 2011 à avril 2012.

## FESSENHEIM FACE AUX RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES NATURELLES

### Un risque d'inondation élevé

La source d'eau froide nécessaire au refroidissement des deux réacteurs est le Grand Canal d'Alsace, parallèle au Rhin. Par son implantation neuf mètres en dessous du Grand Canal, la centrale est exposée au risque d'inondation en cas de rupture de la digue.

EDF n'est pas en mesure d'estimer précisément la hauteur de la nappe d'eau qui recouvrirait le site en cas de rupture de la digue. EDF estime que ce risque est maîtrisé par un entretien et une surveillance appropriée. Pourtant la Commission locale d'information considère qu'une rupture de la digue est possible notamment en cas de séisme par exemple et conduirait à une nappe d'un mètre d'eau sur le site<sup>5</sup>.

La rupture de la digue constitue la situation la plus grave mais d'autres fragilités ont été identifiées par l'ASN en matière d'inondation : une saturation du barrage de Kembs ayant des conséquences sur la plaine d'Alsace en amont de la centrale ; un débordement du Grand Canal ; l'inondation de la station de pompage ; une remontée de la nappe phréatique ; du vent à la surface du Grand Canal ;

5 Étude des Services Techniques du Conseil Général du Haut-Rhin

des pluies de forte intensité et régulières continues ou encore le cumul d'une crue exceptionnelle et de pluies régulières continues décennales.

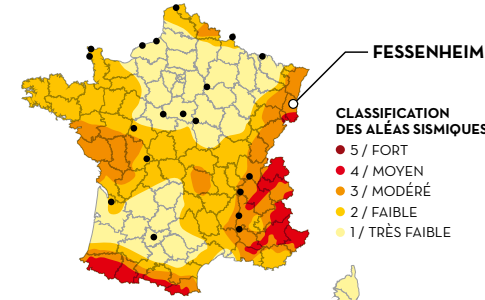
### Un risque sismique modéré à élevé

La centrale de Fessenheim est exposée à un risque de séisme avéré mais présente surtout des faiblesses de dimensionnement vis-à-vis de ce risque. Elle a été conçue pour résister à un séisme de 6,7 sur l'échelle de Richter, soit une marge additionnelle de 0,5 par rapport au séisme le plus fort ressenti dans la région à savoir le séisme de 1356, qui a touché Bâle, en Suisse, estimé à 6,2 sur l'échelle de Richter. Ce référentiel de dimensionnement n'a jamais été revu.

Une expertise technique<sup>6</sup> de 2007 conclut que l'aléa sismique a été sous-évalué au moment de la conception de Fessenheim. Notamment en raison d'une interprétation trop optimiste des caractéristiques clefs du séisme de Bâle servant de référence avec une sous-estimation de sa magnitude et une surévaluation de la distance minimale de la centrale à laquelle un tel séisme pourrait survenir.

Le réexamen de sûreté effectué au moment des 3<sup>e</sup> visites décennales, entre 2009 et 2012, a conduit à réaliser des travaux de renforcement sismique sur les réacteurs. De son côté, la Commission locale d'information de la centrale demande que le dimensionnement soit porté de 6,7 à 7,2 (ce qui correspond à un séisme 5 fois plus fort).

6 Centrale nucléaire de Fessenheim : appréciation du risque sismique, Résonance ingénieurs-Conseils SA, 5 septembre 2007.



[HTTP://WWW.PLANSEISME.FR/ZONAGE-SISMIQUE-DE-LA-FRANCE.HTML](http://www.planseisme.fr/zonage-sismique-de-la-france.html)

## RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES NON NATURELLES

### Risques industriels

À proximité de la centrale ont lieu des transports de matières dangereuses par voie fluviale. L'ASN considère qu'EDF doit compléter sa démonstration concernant la prise en compte du risque lié à l'explosion de péniches mal dégazées circulant sur le Grand Canal d'Alsace<sup>7</sup>.

On trouve dans un rayon inférieur à 10 km de la centrale de Fessenheim deux sites SEVESO (seuil bas pour le site Rhodia et seuil haut pour un site appartenant à Linde France) qui pourraient être touchés en cas d'accident et aggraver le risque.

### Fessenheim particulièrement vulnérable et exposée à une chute d'avion

Les réacteurs des centrales françaises n'ont été conçus que pour résister à une éventuelle chute d'avion léger car la chute d'un avion de ligne était jugée comme peu probable. Les réacteurs de Fessenheim font partie de ceux qui sont les plus vulnérables aux agressions extérieures en raison d'un confinement primaire en béton simple doublé d'une paroi métallique intérieure.

7 Rapport à l'attention de la ministre de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, du ministre de l'Économie, des Finances et de l'Industrie et du ministre de l'Industrie, de l'Énergie et de l'Économie numérique du 4 juillet 2011 portant sur la « Poursuite d'exploitation du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Fessenheim après trente années de fonctionnement ». Page 20.



Au moment de la construction des réacteurs de Fessenheim, les avions de ligne étaient plus petits et le trafic aérien moins dense qu'aujourd'hui<sup>8</sup>.

Pourtant, Fessenheim est située à proximité de deux aéroports internationaux avec des vols quotidiens au dessus de la centrale :

- L'Euroairport, aéroport international Bâle-Mulhouse-Fribourg, 7<sup>e</sup> plateforme aéroportuaire de France et 3<sup>e</sup> de Suisse avec 5,35 millions de passagers en 2012 (contre un million en 1984) et 104 000 tonnes de fret en 2011<sup>9</sup>.

- L'aéroport international de Strasbourg-Kehl a accueilli 1,2 million de passagers en 2012. Le chiffre d'affaires de l'aéroport (hors billets d'avion) était de 22 millions en 2009, avec 17 816 tonnes de fret transportées<sup>10</sup>. Il a été agrandi deux fois après la construction de la centrale, une première fois en 1988 et une seconde en 1999. Ce n'est qu'en 1980 qu'il accède au statut d'aéroport ouvert permettant à tous les pays de l'UE d'y réaliser des prolongements ou des escales, augmentant ainsi le trafic.

Les piscines de refroidissement ne sont pas du tout conçues pour résister à la chute d'un avion. Elles n'ont pas de confinement et sont très exposées et accessibles à cause d'une topographie plane et de leur situation en hauteur.

8 « La vulnérabilité des centrales nucléaires françaises aux chutes d'avion », John Large & associates pour Greenpeace France, 12/11/2011  
9 <http://www.wk-transport-logistique.fr/actualites/detail/49357/le-traffic-fret-de-l-aeroport-de-bale-mulhouse-marque-une-pause.html>  
10 Rapport d'activité aéroport de Strasbourg : [http://www.strasbourg.aeroport.fr/images/pdf/rapports\\_annuels/RA\\_AEROP\\_2009\\_OK.pdf](http://www.strasbourg.aeroport.fr/images/pdf/rapports_annuels/RA_AEROP_2009_OK.pdf)



# QUELLES CONSÉQUENCES EN CAS D'ACCIDENT MAJEUR À FESSENHEIM ?

## Les populations touchées

### DENSITÉ DE POPULATION AUTOUR DE FESSENHEIM

DISTANCE	EN MILLIONS D'HABITANTS
< 10 KM	0,062
< 30 KM	1,036
< 70 KM	3,779
< 100 KM	7,287
< 300 KM	50

Plus d'un million de personnes vivent dans un rayon de 30 km autour de la centrale, ce qui fait de Fessenheim l'une des cinq centrales françaises situées dans une région concentrant le plus grand nombre d'habitants à cette distance. Ce périmètre peut représenter une zone d'évacuation d'urgence pour un accident grave, voire correspondre à l'échelle d'une zone d'exclusion dans le cas de Tchernobyl.

Des villes importantes se situent à moins de 40 km de Fessenheim comme Fribourg-en-Brigau (219 000 habitants) à 20 km,

Mulhouse (280 000 habitants) à 25 km et Bâle (170 000 habitants) à 40 km. Fessenheim est l'une des deux centrales qui comptent le plus de villes importantes dans un rayon de 110 km, situées à l'étranger pour la plupart.

## Quelle contamination et quelles conséquences internationales ?

Une étude des vents dominants dans la région de Fessenheim permet d'anticiper la potentielle diffusion d'un panache radioactif en cas de rejet massif dans l'atmosphère. En cas d'accident majeur, plusieurs pays seraient touchés par une crise nucléaire, notamment l'Allemagne et la Suisse, deux pays qui eux ont fait le choix de supprimer le risque nucléaire sur leur territoire en actant une sortie progressive<sup>11</sup>.

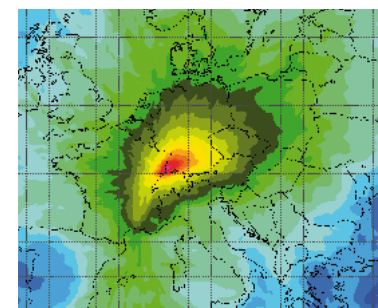
Les vents dominants sont orientés sud-sud-ouest ou nord-nord-est. La vitesse maximale observée sur ces 50 dernières années était de 154,8 km/h.

## Risques en termes d'image et impacts socio-économiques

Un accident nucléaire majeur à la centrale de Fessenheim anéantirait tout un pan de l'économie de la région Alsace lié à l'agriculture, aux produits du terroir, à l'exportation et au tourisme. Le risque en termes d'image associé à une catastrophe à la centrale de Fessenheim est donc très élevé.

L'Alsace est une région importante pour la gastronomie française. Elle produit chaque

<sup>11</sup> Projet Flexrisk, cartes de simulation de dispersion de la radioactivité en cas d'accident majeur : <http://flexrisk.boku.ac.at/en/index.html>



Copyright: Project flexrisk (flexrisk.boku.ac.at), financed by Klimio - Energiefonds, Austria  
 1E+00 1E+01 1E+02 1E+03 1E+04 1E+05 1E+06 1E+07 1E+08  
 Bq/m<sup>3</sup>

EN CAS D'ACCIDENT MAJEUR, LE PANACHE RADIOACTIF TOUCHERAIT AU DELÀ DE LA FRANCE ET DE L'ALSACE, MAJORITAIREMENT LA SUISSE ET L'ALLEMAGNE.

année quelque 150 000 bouteilles de vins AOC (Gewurztraminer, Muscat, Riesling) représentant 500 millions d'euros de chiffre d'affaires, soit 40 % du produit agricole total de la région Alsace ; 25 % de cette production est exportée<sup>12</sup>.

L'Alsace produit aussi des fromages AOC comme le munster.

Le Bas-Rhin exporte chaque année pour 14,2 millions d'euros de marchandises dont 25% vers l'Allemagne, ce chiffre monte à 29,4 millions d'euros pour la région Alsace<sup>13</sup>.

En 2011, l'Alsace a accueilli 18 millions de touristes générant un chiffre d'affaires de 1,8 milliard d'euros et employant 36 000 personnes, soit 5 % des emplois régionaux. Le très réputé marché de Noël de Strasbourg accueillait en 2012 deux millions de visiteurs<sup>14</sup>. À lui seul le Bas-Rhin accueille 10 millions de visiteurs, générant un chiffre d'affaires d'un milliard d'euros et employant 25 500 personnes, soit 5 % des emplois du département.

<sup>12</sup> <http://www.vinsalsace.com/le-vignoble/quelques-chiffres/production/caracteristiques-de-la-production-art89.html>

<sup>13</sup> Conseil Général du Bas-Rhin, 2012 : <http://www.alsaeco.com/observatoires/chiffres-cles-cci>

<sup>14</sup> « Le poids économique du tourisme à l'échelle de l'Alsace et de 9 autres territoires infra régionaux », 30 octobre 2002, Tourisme Alsace.

## Une catastrophe pour l'environnement

La région Alsace compte aussi deux parcs naturels régionaux :

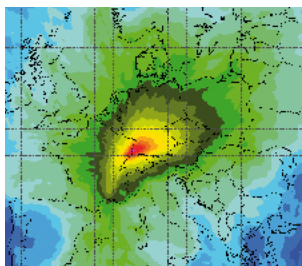
- le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord
- le Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges

Elle abrite également 312 000 ha de forêts et plus d'une vingtaine de réserves naturelles.

## Contamination de la plus grande réserve d'eau souterraine d'Europe

À quelques mètres sous le sol se trouve la nappe phréatique d'Alsace, qui s'étend sur 2800 km<sup>2</sup> ; il s'agit de la plus grande réserve d'eau souterraine d'Europe. L'ASN a demandé à EDF de mettre en place un dispositif, barrière hydraulique ou équivalent, visant à contenir dans les limites du site les effets d'une pollution chimique accidentelle de la nappe phréatique. Cette question importante n'est pour le moment pas réglée.

# FESSENHEIM

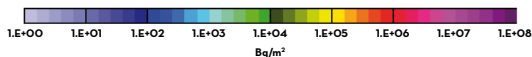


## Fessenheim-1

AVERAGE DEPOSITION OF Cs-137, N-2788  
MAXIMUM IN AT 134 kBq/m<sup>2</sup>

EN CAS D'ACCIDENT MAJEUR, LE PANACHE RADIOACTIF TOUCHERAIT AU DELÀ DE LA FRANCE ET DE L'ALSACE, MAJORITAIREMENT LA SUISSE ET L'ALLEMAGNE.

Copyright: Project flexRISK (flexrisk.boku.ac.at), financed by Klima- + Energiefonds, Austria



GREENPEACE.FR

GREENPEACE

# GRAVELINES



## EMPLACEMENT

POPULATION	5 MILLIONS À 100 KM
DUNKERQUE	15 KM
CALAIS	20 KM
BELGIQUE	30 KM
REFROIDISSEMENT	MER DU NORD

## RÉACTEUR

**6** RÉACTEURS  
À EAU PRESSURISÉE (PALIER CPl)

**5460** MWe  
910 MW ÉLECTRIQUES PAR RÉACTEUR

COMBUSTIBLE :  
URANIUM ENRICHÉ ET MOX

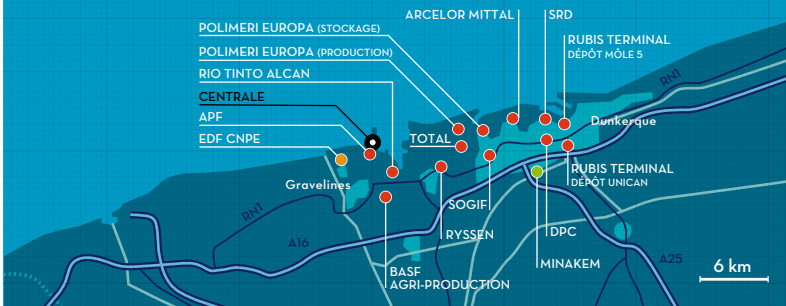
## ÂGE DE 28 À 33 ANS EN 2013

	DEBUT DESTRAVAUX	TÈRE DIVERGENCE	PÉREMPTION
1	1975	1980	2010
2	1975	1980	2010
3	1975	1980	2010
4	1976	1981	2011
5	1979	1984	2014
6	1979	1985	2015

## RISQUES INDUSTRIELS

### Une concentration impressionnante de risques

Une concentration impressionnante de risques | 22 installations classées dont 8 Seveso dans un rayon de 10 km | Risques chimiques, pétroliers et d'explosion | Zone de transport maritime parmi les plus importantes au monde avec risques majeurs | Infrastructures de transports dangereux par voie fluviales | Risque de marée noire qui menacerait les pompes |



## RISQUES ET CONSÉQUENCES

### SÛRETÉ

Microfissure sur tuyau métallique au fond de la cuve | Piscines pas adaptées au post Fukushima | Centrale la plus puissante d'Europe | 6 réacteurs chargés en MOX | Nombreux incidents significatifs en 2012 |

### INONDATION

Située sous le niveau de la mer | Risque de crues, de submersion marine, de phénomènes météo exceptionnels (tempêtes, tornades, orages) | Vague géante suite à séisme au 16<sup>e</sup> siècle |

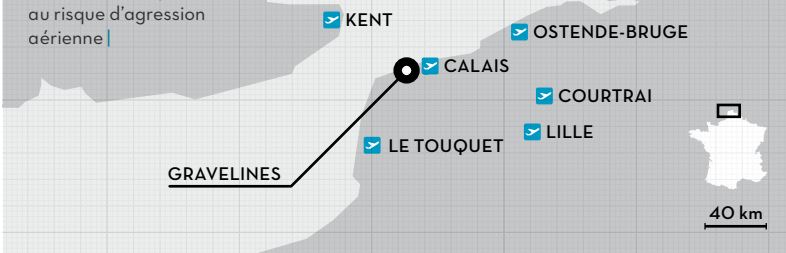
### SÉISME

Flou et débat autour de la prise en compte du risque sismique | Le séisme de référence pour la construction de la centrale est d'intensité trop faible |

## SÉCURITÉ, CHUTE D'AVION

### Un site totalement exposé au risque aérien

6 aéroports internationaux dans les 100 km | Situation face à la mer, topographie plane | Aucune protection, centrale très exposée au risque d'agression aérienne |



## POPULATION

La plus forte densité de population dans un rayon de 10 km (135 000 habitants) | 5 millions d'habitants dans les 100 km | De nombreuses grandes villes à moins de 100 km, la plupart à l'étranger |

## CONTAMINATION

Nord de la France, côtes belges et britanniques seraient contaminées |

## IMPACTS SOCIO-ÉCO.

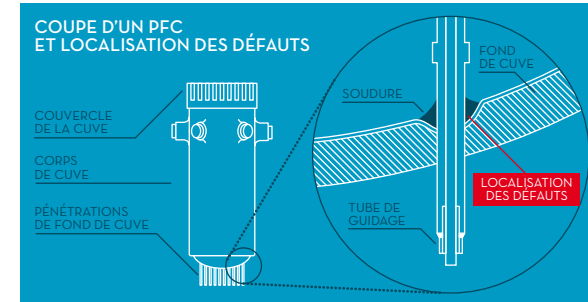
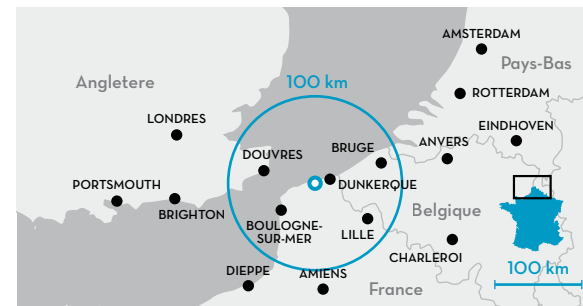
Concentration d'emplois et d'industrie dans la zone d'évacuation | Trafic maritime, activités de pêche menacés | Tourisme sur littoral belge | Agriculture dans Flandres occidentales | Menace pour l'approvisionnement alimentaire de la Belgique |



# GRAVELINES

PAGE DE DROITE, À GAUCHE :  
LA CENTRALE DE GRAVELINES EST  
EST TRÈS PROCHE DE DUNKERQUE ET  
DE CALAIS, DE PORTS, D'UN TRAFIC  
MARITIME TRÈS IMPORTANT EN MER  
DU NORD, DE LA FRONTIÈRE BELGE.

PAGE DE DROITE, À DROITE :  
UNE FISSURE AU FOND DE LA  
CUVE DU RÉACTEUR N°1 A ÉTÉ  
DÉCOUVERTE. CE POURRAIT ÊTRE  
UN DÉFAUT DE FABRICATION. EDF  
DEVAIT PRÉSENTER AVANT FIN 2012  
UNE STRATÉGIE POUR TRAITER LES  
DÉFAUTS REPÉRÉS



**GRAVELINES N°1, N°2, N°3, N°4, N°5, N°6**  
**6 réacteurs à eau pressurisée (palier CP1)**  
**INB 96 - 97 | Capacité nominale globale :**  
**six réacteurs de 910 Mwe (total : 5460 Mwe)**

## LOCALISATION

**Commune de Gravelines (département du Nord) | Dunkerque : 15 km | Calais : 20 km | Elle occupe une superficie de 152 hectares, en bordure de la mer du Nord qui assure son refroidissement | À 30 km : frontière avec la Belgique | Côtes britanniques : 50 km**

## DÉBUT DES TRAVAUX

GRAV. 1	GRAV. 2	GRAV. 3	GRAV. 4	GRAV. 5	GRAV. 6
fév. 75	mars 75	déc. 75	avr. 76	oct. 79	oct. 79

## PREMIÈRE DIVERGENCE<sup>1</sup>

GRAV. 1	GRAV. 2	GRAV. 3	GRAV. 4	GRAV. 5	GRAV. 6
mars 80	août 80	déc. 80	juin 81	août 84	août 85

## COMBUSTIBLES

**Les six réacteurs de la centrale de Gravelines utilisent du combustible MOX**

## PROPRIÉTAIRE

**EDF**

## SÛRETÉ DE L'INSTALLATION

Le réacteur n°1 de Gravelines a atteint 33 années de fonctionnement depuis sa première divergence en février 2013. Les réacteurs n°2 et 3 auront atteint 33 années de fonctionnement avant la fin de l'année 2013. Au 1<sup>er</sup> janvier 2013 le réacteur n°4 a fonctionné pendant 31 ans et 11 mois, alors que les réacteurs n°5 et 6 n'ont pas atteint 30 ans avec 28 années et 7 mois de fonctionnement pour le réacteur n°5 et 27 années et 8 mois pour le réacteur n°6.

### Des fissures dans le fond de la cuve

L'examen réalisé au cours de la troisième visite décennale du réacteur n°1 a mis en évidence, pour la première fois sur le parc de réacteurs français, une microfissure sur un tuyau métallique, appelé « pénétration », au fond de la cuve. Une telle anomalie avait été relevée deux fois sur un réacteur américain (South Texas en 2003). Cette fissure pourrait provenir de défauts de fabrication dans le fond de cuve qui avaient été détectés la première fois en 2001 lors de la deuxième visite décennale. Ces défauts se sont multipliés entre la deuxième et la troisième visite décennale<sup>2</sup>.

La solution proposée par EDF et validée par l'ASN de façon provisoire est de boucher le tube concerné et d'accroître la surveillance sur le niveau d'humidité afin de détecter d'éventuelles fuites.

<sup>2</sup> ASN, Réparation des défauts détectés dans la cuve du réacteur n°1 de Gravelines <http://www.asn.fr/index.php/S-informer/Actualites/2011/Reparation-de-defauts-detectes-dans-la-cuve-du-reacteur-n-1-de-Gravelines>

EDF devait présenter à l'ASN avant la fin de l'année 2012 une stratégie pour traiter les défauts repérés dans le fond de cuve. De plus, toutes les traversées de fond de cuve devaient être contrôlées sur les réacteurs de 900 MW et de 13 000 MW pour vérifier que des anomalies similaires ne sont pas apparues<sup>3</sup>.

### Enceinte de confinement

Le bâtiment abritant chaque réacteur, d'un diamètre de 37 m environ pour 59 m de haut, est constitué d'une enceinte externe en béton armé de 90 cm d'épaisseur pour les parois cylindriques et 80 cm d'épaisseur pour le dôme qui les surmonte. Cette paroi simple en béton est recouverte, à l'intérieur, d'une peau d'étanchéité métallique interne en acier, de 6 mm d'épaisseur. Le principe d'une paroi simple rend les réacteurs plus vulnérables aux agressions externes qu'une paroi double.

### Des piscines sans confinement

Chaque réacteur dispose d'une piscine de déchargement et de désactivation du combustible. Ces piscines ne présentent pas, au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté conduites après Fukushima, de garanties suffisantes contre le risque d'un accident grave consécutif à une vidange de la piscine et à l'échauffement du combustible.

De plus, ces piscines ne sont pas protégées par une véritable enceinte de confinement et sont situées en hauteur et donc facilement accessible par les airs.

<sup>3</sup> Compte-rendu de la réunion de la commission « Technique » de la CLI de Gravelines du 7 février 2012 - <http://goo.gl/y9tVi> Troisième document.

### Le plus important potentiel de danger en Europe

Il s'agit de la centrale nucléaire la plus puissante d'Europe, et la seule de France à compter six réacteurs. Elle ne devait initialement contenir que quatre réacteurs, les réacteurs n°5 et 6 étant programmés pour une exportation vers l'Iran, mais la crise de la fin des années 70 en Iran a annulé l'envoi<sup>4</sup>.

### Le combustible MOX, un élément aggravant

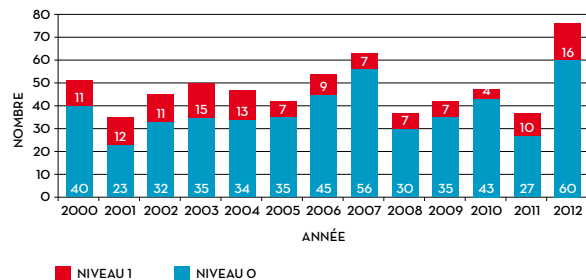
Les six réacteurs de la centrale fonctionnent en partie au MOX, constitué d'oxyde de plutonium et d'uranium appauvri. La teneur en plutonium autorisée dans le MOX a été portée à 8,65 %, et la teneur de MOX dans les réacteurs est limitée à 30 % du combustible. La présence de MOX renforce la réactivité et la puissance thermique résiduelle des réacteurs mais aussi des piscines. Elle aggrave les conséquences potentielles d'un accident majeur par la présence accrue de plutonium, plus radiotoxique que les autres matières rejetées en cas d'accident.

### 2012, un nombre d'incidents record

L'ASN a par ailleurs relevé dans son rapport annuel la nécessité pour le site de Gravelines de progresser dans la rigueur de la détection et de l'analyse des événements significatifs pour la sûreté d'une part, et dans la maintenance et l'exploitation des réacteurs d'autre part. Lors de la réunion de la CLI de février 2013, l'ASN a présenté un bilan de la sûreté du réacteur de Gravelines. Cette présentation évoque un événement significatif :

<sup>4</sup> <http://www.journaldelenvironnement.net/article/bouchehr-produit-ses-premiers-electrons,24810>

<sup>1</sup> Date de départ officiellement retenue par l'ASN pour calculer l'âge d'un réacteur. La première divergence correspond à la première fois que la réaction nucléaire se produit à l'intérieur du réacteur.



L'ANNÉE 2012 A ÉTÉ MARQUÉE PAR LE NOMBRE RECORD D'INCIDENTS DE 76, DONT 16 DE NIVEAU 1.

la rupture de la première barrière de confinement sur le réacteur n°6, à savoir une rupture de gaine combustible. Cet évènement<sup>5</sup> a pour conséquence la contamination du circuit primaire rendant plus difficile la manipulation du réacteur et notamment l'intervention du personnel humain<sup>6</sup>. Dans une présentation à la CLI, l'ASN a annoncé une inspection sur cette contamination. Aucune information publique n'est disponible sur les causes de la rupture de gaine ou sur ses conséquences. Il est reconnu que la présence de MOX dans un réacteur peut conduire à des ruptures de gaines. L'année 2012 a été une année record en termes d'incidents sur la centrale de Gravelines avec 76 incidents déclarés dont 16 classés en niveau 1.

## RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES NATURELLES

### Risques d'inondation

La source d'eau froide nécessaire est l'eau de la mer du Nord, prélevée au niveau de l'avant-port de Dunkerque par un canal d'amenée longeant la digue entre la mer et les réacteurs et rejetée directement en mer après échange thermique, sans recours à des tours aéroréfrigérantes. La tenue de ces ouvrages à des situations extrêmes n'est pas assurée.

La centrale de Gravelines est soumise à trois risques liés à la montée des eaux :

<sup>5</sup> Commission plénière de la CLI du 13 février 2013 / Bilan du contrôle du CNPE de Gravelines par l'ASN - division de Lille / <http://goo.gl/C8qHj>

<sup>6</sup> Arrêt pour maintenance et rechargement en combustible du réacteur n°6. <http://goo.gl/cslw6>

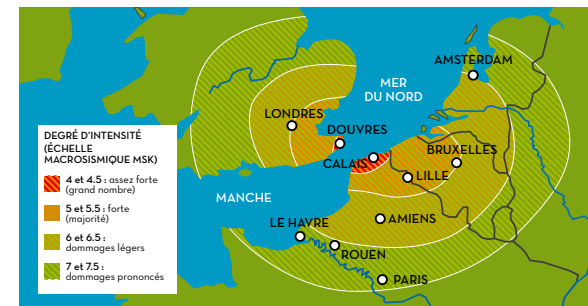
- Le risque de crue lié à l'absence de relief et à la difficulté d'écouler les eaux terrestres.
- Le risque de submersion marine.
- Les phénomènes météorologiques exceptionnels (tempêtes, tornades, orages, foudre) entraînant des vents à plus de 100 km/h et des pluies violentes.

La centrale de Gravelines est construite sur le delta d'une rivière, drainé et endigué pour créer un polder sur lequel de l'agriculture puis des industries sont implantées, en dessous du niveau de la mer, jusqu'à 4 ou 5 mètres à certains endroits. L'eau ne s'écoule pas naturellement jusqu'à la mer, elle doit être évacuée par un système de drainage appelé wateringues qui n'est efficace que lorsque la mer est basse. Le centrale située sur une plateforme légèrement surélevée pourrait se trouver isolée, entourée par l'eau qui viendrait aggraver une situation accidentelle sur la centrale en empêchant l'accès des hommes et du matériel.

La submersion marine est un phénomène fréquent dans les zones situées en dessous du niveau de la mer dans laquelle la mer pénètre à l'intérieur des terres malgré la présence des dunes.

La région Nord-Pas-de-Calais n'était pas considérée comme une zone à risque de tsunami en raison des faibles profondeurs de la Manche. Pourtant de tels évènements ont déjà eu lieu. Un séisme d'intensité 7-7,5 sur l'échelle de Richter a eu lieu en 1580 entre Douvres et Calais, détruisant en partie ces deux villes et provoquant une très forte vague. Aucune information n'est disponible sur la prise en compte d'un tsunami de plusieurs mètres dans le dimensionnement actuel de la centrale.

LA CENTRALE N'EST PAS SUFFISAMMENT DIMENSIONNÉE POUR LE RISQUE SISMIQUE. AU MOINS 2 SÉISMES DE MAGNITUDE 7,5 SE SONT PRODUITS DANS LA RÉGION, DONT CELUI DE 1580 DE 7,5 SUR L'ÉCHELLE DE RICHTER. ICI, ISOSÉISTES ET DOMAINES D'INTENSITÉ PROPAGATION DES EFFETS DU SÉISME. © SISFRANCE



La centrale de Gravelines dispose d'équipements de protection, comme une digue de protection contre la submersion marine côté mer. Mais elle ne présente aucun équipement contre des eaux qui la contourneraient. Ces équipements sont en cours de redimensionnement suite au retour d'expérience des inondations du Blayais. Mais suite aux stress tests post-Fukushima, l'ASN a demandé la mise en place d'une protection contre le risque inondation encore plus exigeante.

### Risques sismiques

Des incertitudes et incohérences fortes existent autour de la prise en compte de l'aléa sismique sur la centrale de Gravelines. En mars 2011, le directeur de la centrale de Gravelines a affirmé dans la presse que l'installation est dimensionnée en référence à un séisme du 22 avril 1884 de magnitude inférieure à 5, d'après lui le plus fort niveau jamais enregistré. Ceci est corroboré par la publication du Réseau sortir du nucléaire d'un document confidentiel d'EDF évoquant le dimensionnement des centrales nucléaires face à l'aléa sismique<sup>7</sup>. D'après ce document, la centrale aurait été dimensionnée pour résister à un séisme de 5,4 avec une marge de sécurité de 0,5. Pourtant, dans une interview à la *Voix du Nord* le directeur de la centrale de Gravelines affirme que la centrale pourrait résister à un séisme de magnitude de 6,5. Ceci est incohérent avec d'une marge de 0,5 de la RFS 2001-01 en vigueur au moment de la construction de la centrale. Cette information a été reprise dans le rapport de

<sup>7</sup> Le Réseau sortir du nucléaire fait la transparence sur les questions de séisme. 10 juillet 2007. <http://goo.gl/DoOC4>

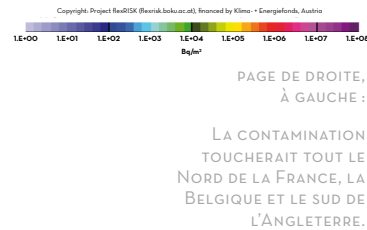
la mission parlementaire sur la sécurité nucléaire, la place de la filière et son avenir du 30 juin 2011. Les parlementaires de l'OPECST affirment eux que la centrale serait dimensionnée non pas sur le séisme de 1884, mais sur celui de 1580 d'une magnitude de 6,2 sur l'échelle de Richter. Ce qui amènerait le niveau nécessaire de dimensionnement à 6,7. La centrale n'est donc pas suffisamment dimensionnée si les propos d'EDF sont exacts.

Ceci est confirmé par un document de l'IRSN de 2010 sur les 3<sup>e</sup> visites décennales des 900 MW qui affirme que Gravelines fait partie des 3 sites pour lesquels le séisme majoré de sécurité est supérieur au séisme de dimensionnement. L'ASN a également souligné la nécessité de résorber au plus vite les écarts de conformité de certains équipements, notamment vis-à-vis de la tenue au séisme.

### Mouvements de terrain

Le territoire communal de Gravelines a également été identifié par le Bureau de recherches géologiques et minières comme soumis à un aléa moyen de mouvement de terrain. D'après un document de la Commission locale d'information de Gravelines, les argiles des Flandres sont connues pour leur instabilité<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Compte-rendu de la réunion du 20 décembre 2012



## RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES NON NATURELLES

Gravelines est la 3<sup>e</sup> plateforme de concentration d'usines à risques sur le territoire national, derrière le Havre et l'Etang de Berre<sup>9</sup>.

### Risques industriels

EDF recense 22 installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation dans un rayon de moins de 10 km de la centrale, dont 8 installations industrielles classées au seuil haut de la directive Seveso. La plus proche d'entre elles est le site de dépôts de pétrole, de produits dérivés et de gaz naturel des Appontements Pétroliers des Flandres (APF), exploité par Total à moins d'un km des réacteurs, présentant un risque d'incendie et d'explosion. Dans la même zone industrielle se situe un site de BASF présentant en plus un risque de nuage toxique, comme l'usine d'Alcan toute proche utilisant notamment du chlore.

De même, le site est à proximité d'un trafic maritime parmi les plus intenses au monde. EDF recense 13 zones de trafic identifiées comme sources de risques notamment fréquentées par des « tankers » transportant des produits pétroliers, du gaz liquéfié ou divers produits chimiques. La centrale est également soumise au risque d'agressions externes en cas d'accident

industriel : transport fluvial (un fleuve côtier, deux canaux) et terrestre (trois axes routiers dont une autoroute, ligne ferroviaire, oléoduc ou grosse canalisation de gaz à 2,5 km du site).

Les pétroliers accostent pour décharger leur cargaison dans le bassin d'alimentation en eau froide de la centrale. Une fuite provoquant une marée noire endommagerait les pompes de la centrale avec de graves problèmes de refroidissement du réacteur pouvant aboutir à une fusion du cœur.

### Risques liés à la chute d'avion

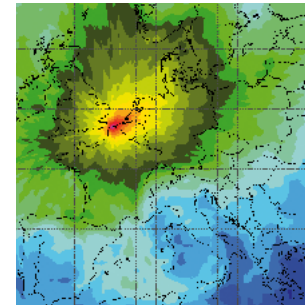
Situés face à la plage, les six réacteurs nucléaires et leurs bâtiments de stockage de combustible sont très vulnérables aux attaques aériennes. Les avions ont la voie libre depuis la mer du Nord avec une visibilité parfaite et aucun obstacle. Dans un rayon de 100 km autour de la centrale nucléaire de Gravelines, on trouve pas moins de six aéroports transportant plus de 1 528 583 passagers par an et plus de 153 000 tonnes de fret : Calais-Dunkerque, Le Touquet, Lille-Lesquin, Ostende-Bruges, Courtrai et Kent.

Il faut non seulement tenir compte du crash d'un avion de ligne qui serait détourné, mais aussi d'une attaque de plusieurs petits avions d'affaires qui, bourrés d'explosifs, pourraient décoller de petits aéroports comme celui de Courtrai<sup>10</sup>.

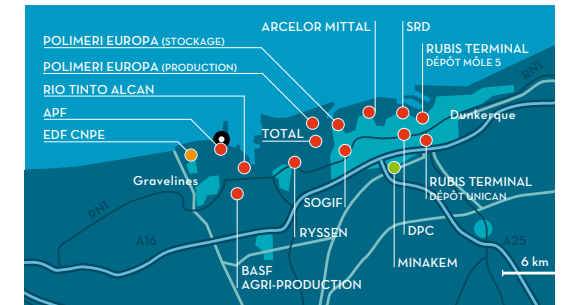
### Conséquences en cas d'accident

Cette méga-centrale est construite à 21 km de Calais (74 817 habitants), à 16 km de Dunkerque

<sup>10</sup> H. Hirsch, M. Schneider, A. Froggatt: "Nuclear Reactor Hazards. Ongoing Dangers of Operating Nuclear Technology in the 21st Century". Greenpeace International, Amsterdam, avril 2005



22 INSTALLATIONS CLASSÉES, DONT 8 SEVESO DANS UN RAYON DE 10 KM, DES TRANSPORTS DE MATIÈRES DANGEREUSES (GAZ, PÉTROLE, PRODUITS CHIMIQUES) SUR LA MER DU NORD. RISQUE DE MARÉE NOIRE DANS LE BASSIN D'ALIMENTATION EN EAU FROIDE DE LA CENTRALE  
© PASDEPANIQUE.FR



(92 923 habitants) et à moins de 90 km de Lille, la 10<sup>e</sup> ville la plus peuplée de France (1,1 million d'habitants avec l'agglomération).

Parmi les centrales françaises, Gravelines est celle qui concentre le plus grand nombre d'habitants dans un rayon de 10 km (135 000 habitants), notamment en raison de la proximité de l'agglomération dunkerquoise. Elle totalise plus de 5 millions d'habitants dans un périmètre de 100 km ce qui en fait la 5<sup>e</sup> centrale la plus densément peuplée de France à 100 km. Fessenheim et Gravelines comptent le plus de villes importantes dans un rayon de 110 km, situées à l'étranger pour la plupart.

### Contamination et conséquences politiques

Les vents dominants sont principalement de secteur sud-ouest à ouest (en réponse aux passages des dépressions nord-atlantiques), et ensuite du nord-nord-est. Le régime des vents n'est pas constant à l'échelle pluriannuelle. La côte belge est notamment fortement exposée sous les vents.

### Impacts socio-économiques

La côte d'Opale dont fait partie Gravelines représente plus de 300 000 emplois avec 20 000 entreprises et 4 100 créations d'entreprises. Une évacuation totale d'un périmètre plus restreint que celui de Fukushima entraînerait la disparition de ces 300 000 emplois. Le corridor maritime entre la Manche et la mer du Nord représente 800 navires par jour et 25 % du trafic mondial de marchandises et de passagers.

De même l'activité des ports maritimes du Nord, dont Calais et Dunkerque, serait stoppée en cas d'évacuation d'une zone de 30 km. L'IRSN cite le

cas de Gravelines pour évoquer les conséquences sur les activités industrielles et de service d'un accident d'un site nucléaire en zone très urbanisée : « Comment démêler l'écheveau des conséquences d'une contamination du port de Dunkerque, situé à 10 km de Gravelines (troisième port français, premier port ferroviaire, premier pour le charbon, le cuivre, les fruits en conteneurs, avec les zones industrielles associées, et bientôt un terminal méthanier à 1,3 milliards d'euros...) ? Des filières entières verraient leur activité durablement affectée, leur logistique devant se redéployer totalement<sup>11</sup>. « L'accès au tunnel sous la Manche serait aussi menacé. L'activité de la pêche serait aussi concernée en raison des contraintes alimentaires qui sont imposées en cas d'accident nucléaire.

La Belgique est exposée aux retombées d'un éventuel accident nucléaire. Des zones comme le littoral – et par extension la province de Flandre-Occidentale – sont particulièrement concernées. Le littoral belge accueille chaque année en période de vacances scolaires des dizaines de milliers de touristes. La province de Flandre-Occidentale concentre près d'un tiers des emplois dans le secteur des cultures maraîchères, soit 15 000 entreprises qui font vivre 46 000 personnes avec un chiffre d'affaires annuel de 8 milliards d'euros. En Flandre-Occidentale, 70 % du sol est agricole. C'est là que sont produits 60 % des légumes cultivés en champ. Un accident à Gravelines aurait des répercussions sur l'approvisionnement alimentaire de la Belgique et les prix des denrées agricoles.

<sup>11</sup> La population autour des sites nucléaires français : un paramètre déterminant pour la gestion de crise et l'analyse économique des accidents nucléaires. A. Pascal - Radioprotection 2012 volume 47

<sup>9</sup> Résultats et commentaires sur l'étude de caractérisation des demandes des parties-prenantes dans l'environnement d'un site industriel à risques technologiques, sept. 2006, synthèse par site à risques : Gravelines (ICSI pour les écomaires). <http://goo.gl/TDYM5>

# GRAVELINES



© MICHA PATAULT / GREENPEACE



GREENPEACE.FR

**GREENPEACE**

# TRICASTIN



## EMPLACEMENT

POPULATION 1,6 MILLION À 80 KM

AVIGNON 45 KM  
VALENCE 70 KM  
MONTÉLIMAR 26 KM

REFROIDISSEMENT CANAL DE DONZÈRE-MONDRAGON (CANAL DU RHÔNE)

## RÉACTEUR

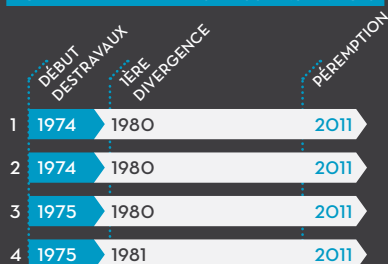
4 RÉACTEURS  
À EAU PRESSURISÉE (PALIER CPT)

3660 MWe  
915 MW ÉLECTRIQUES PAR RÉACTEUR

COMBUSTIBLE :  
URANIUM ENRICHIS ET MOX

## ÂGE

DE 32 À 33 ANS EN 2013

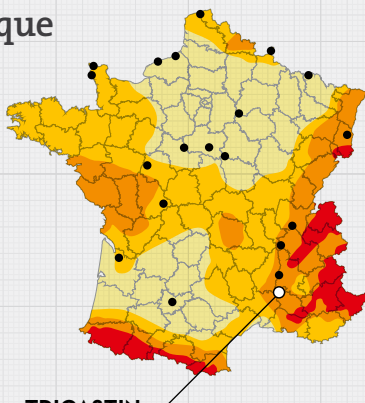


## SÉISME

### Une des 5 centrales exposées au risque sismique

#### CLASSIFICATION DES ALÉAS SISMQUES

- 5 / FORT
- 4 / MOYEN
- 3 / MODÉRÉ
- 2 / FAIBLE
- 1 / TRÈS FAIBLE



TRICASTIN

Risque de séismes « en essaim » : plus longs et mais surtout moins profonds | Risque non pris en compte lors de la conception | Dimensionnée uniquement pour un séisme de 5,2 ; insuffisant |

## RISQUES ET CONSÉQUENCES

### SÛRETÉ

3<sup>e</sup> plus âgée. Plus de 20 fissures sur la cuve du réacteur n°1 dont une de 11 mm | Paroi simple des enceintes de confinement | Utilisation du Mox, facteur de risque |

### INONDATION

Située sous sa source froide, sous la digue du canal de Donzère Mondragon | Crue exceptionnelle du Rhône | Rupture du barrage de Vouglans | Écluse de Bollène | Remontée de nappe phréatique |

### SÉCURITÉ, CHUTE D'AVION

Trois aéroports à proximité : Marignane, Nîmes, Valence | Piscines de refroidissement vulnérables puisqu'en hauteur |

### CONTAMINATION

Située dans une zone très venteuse | Potentielle diffusion rapide et importante de la radioactivité vers le sud avec le Mistral | Risque pour Bouches-du-Rhône et Côte d'Azur |

### IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Région agricole et viticole | Nombreuses AOC, (vin du Tricastin « débaptisé ») | Région très touristique | Grands axes routiers, autoroutiers, ferroviaires dans les 10 km | Risque pour les Bouches-du-Rhône et la Côte d'Azur |

### POPULATION

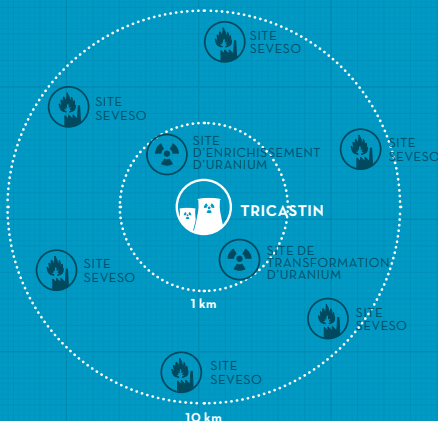
Densité faible dans les rayons de 30 ou de 70 km | très forte densité de population dans la région la plus menacée par les vents dominants, Bouche du Rhône et Côte d'Azur |

## RISQUE INDUSTRIEL

### Industrie, chimie, nucléaire, le risque d'effet domino

Complexe chimique, industriel et nucléaire important | 6 sites Seveso dans les 10 km

Un site d'enrichissement et un site de transformation d'uranium à moins d'1 km | Risque d'évacuation complète en cas d'accident nucléaire ou industriel majeur | Transport de matières dangereuses par voie routière, fluviale, ferroviaire ou par canalisations |





# TRICASTIN

LA CENTRALE DE TRICASTIN APPARTIENT À UN COMPLEXE SITUÉ À CHEVAL SUR TROIS VILLES, DEUX DÉPARTEMENTS ET DEUX RÉGIONS | 70KM DE VALENCE | 45KM D'AVIGNON | 26KM DE MONTÉLIMAR | SURFACE DE 55 HA À SAINT-PAUL-TROIS-CHÂTEAUX |

TRICASTIN N°1, N°2, N°3, N°4

4 réacteurs à eau pressurisée | (palier CPI) - INB 87 et 88

## PUISSANCE

3660 MWe | 915 MW électriques par réacteur

## DÉBUT DES TRAVAUX

TRICASTIN 1	TRICASTIN 2	TRICASTIN 3	TRICASTIN 4
nov. 1974	déc. 1974	avr. 1975	mai. 1975

## DATE DE LA 1<sup>ÈRE</sup> DIVERGENCE<sup>1</sup>

TRICASTIN 1	TRICASTIN 2	TRICASTIN 3	TRICASTIN 4
fév. 1980	juil. 1980	juil. 1980	mai 1981

## PROPRIÉTAIRES

EDF à 100 % | GDF-Suez a un droit de tirage contractuel de 12 % sur la capacité de production, impliquant des investissements en proportion

## LOCALISATION

Basse vallée du Rhône | Rive droite du canal de Donzère-Mondragon (dérivation du Rhône) | Fait partie de la plateforme industrielle, nucléaire et chimique du Tricastin, 650 hectares | L'usine voisine d'enrichissement d'uranium EURODIF, fermée le 7 juin 2012, consommait 80 % de l'électricité fournie par la centrale de Tricastin.

## COMBUSTIBLES

Les quatre réacteurs de la centrale de Tricastin utilisent du combustible MOX, constitué d'oxyde de plutonium et d'uranium appauvri.

<sup>1</sup> Date de départ officiellement retenue par l'ASN pour calculer l'âge d'un réacteur. La première divergence correspond à la première fois que la réaction nucléaire se produit à l'intérieur du réacteur.

## SÛRETÉ DE L'INSTALLATION

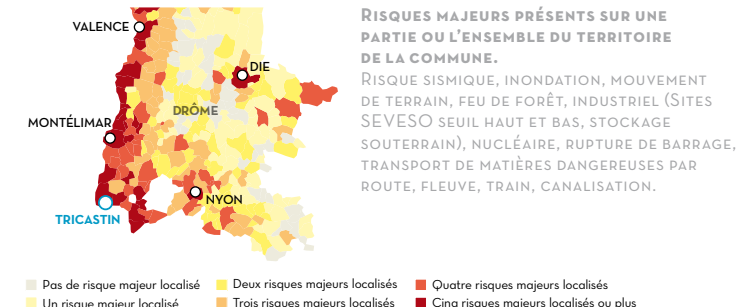
Avec 33 années de fonctionnement pour le réacteur n°1 et 32 années pour les trois autres réacteurs, la centrale de Tricastin fait partie des plus vieilles de France et a dépassé les 30 années de fonctionnement initialement envisagées pour les réacteurs nucléaires.

### Une fragilité sur la cuve du réacteur n°1

En 1998, à l'occasion de la seconde visite décennale du réacteur n°1, une vingtaine de fissures sont découvertes dans l'épaisseur de l'acier dans la zone de cœur (soumise à une forte irradiation) de la cuve dont la plus grande d'environ 11 mm. Elles sont appelées des « défauts sous revêtements ». Cette cuve concentre deux tiers des défauts identifiés sur l'ensemble du parc français et répartis sur 8 réacteurs. À l'issue de la troisième visite décennale du réacteur en 2009, l'ASN a exigé entre 2013 et 2015 un nouveau contrôle de la zone de la cuve concernée afin d'observer d'éventuelles évolutions des fissures ainsi que la mise en place d'un dispositif de préchauffage de l'eau du circuit de refroidissement de sécurité pour éviter une rupture de la cuve par un choc thermique chaud-froid en cas de recours à ce circuit de secours.

### L'enceinte de confinement en béton : une paroi simple vulnérable aux agressions externes

Comme les autres réacteurs de 900 MW, le bâtiment abritant chaque réacteur est constitué



d'une enceinte externe en béton armé de 90 cm d'épaisseur pour les parois cylindriques et 80 cm d'épaisseur pour le dôme. Cette paroi simple en béton est recouverte, à l'intérieur, d'une peau d'étanchéité métallique interne en acier ancrée dans le béton, de 6 mm d'épaisseur. Le principe d'une paroi simple rend les réacteurs plus vulnérables aux agressions externes.

### L'usage de combustible MOX, un élément aggravant

La présence de combustible MOX renforce la réactivité et la puissance thermique résiduelle des réacteurs mais aussi des piscines. Elle aggrave les conséquences potentielles d'un accident majeur par la présence accrue de plutonium, plus radiotoxique que les autres matières rejetées en cas d'accident.

## RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES NATURELLES

Les communes de Pierrelatte (Drôme), Bollène (Vaucluse) et Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme) sur lesquelles le site de Tricastin se trouve, cumulent les risques d'inondation, sismiques, industriels, nucléaires, de transports de matières dangereuses par route et par canalisation, de feux de forêt et de mouvements de terrain<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Dossier départemental des risques majeurs de la Drôme [http://www.drôme.pref.gouv.fr/sections/actions\\_de\\_letat/securite\\_civile/risques\\_majeurs/qu\\_est-ce\\_qu\\_un\\_risq/qu\\_est-ce\\_qu\\_un\\_risq/downloadFile/attachedFile/DDRM\\_MEP2.pdf?nocache=1198841260.18](http://www.drôme.pref.gouv.fr/sections/actions_de_letat/securite_civile/risques_majeurs/qu_est-ce_qu_un_risq/qu_est-ce_qu_un_risq/downloadFile/attachedFile/DDRM_MEP2.pdf?nocache=1198841260.18)

### Risques d'inondation

Comme pour celles de Fessenheim et du Bugey, la plateforme de la centrale de Tricastin se situe à un niveau inférieur à celui de sa source froide. La centrale est implantée en contrebas de la digue rive droite du canal de Donzère-Mondragon. Elle est donc vulnérable au risque d'inondation en cas d'une défaillance des digues pouvant être provoquée par un séisme ou une crue exceptionnelle du Rhône.

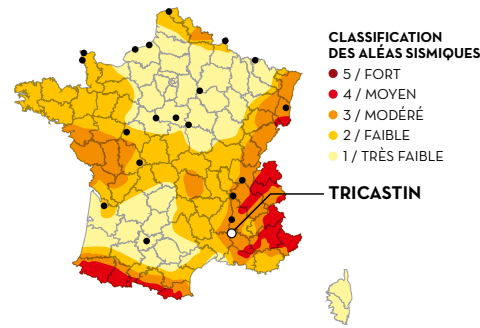
La centrale nucléaire de Tricastin est protégée contre une crue correspondant au débit de dimensionnement de l'aménagement hydraulique de Donzère-Mondragon sans aucune marge de sécurité.

Après les inondations de 1999 sur la centrale, EDF a été contrainte de revoir en 2006 et 2008 les études de protection de la centrale contre le risque d'inondation afin de prendre en compte :

- Le niveau d'eau en cas de crue millénaire majorée de 15 %.
- Le niveau d'eau engendré par la conjonction d'une crue centennale et la rupture du barrage de Vouglans.

L'ASN estime que les hypothèses de calcul retenues par EDF, à savoir une retenue d'eau du barrage à demi-plein la moitié du temps, est une hypothèse trop favorable. L'ASN a demandé à EDF de refaire les calculs pour prendre en compte un niveau plein de la retenue d'eau au moment de la rupture du barrage.

Concernant la prise en compte d'une crue millénaire majorée, EDF a pris des dispositions



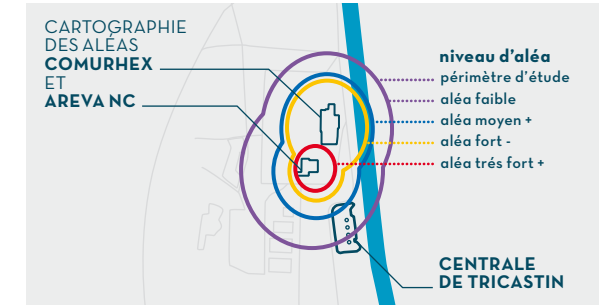
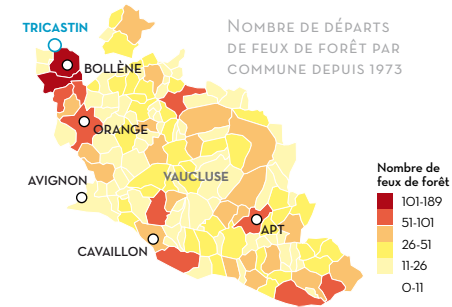
Enfin, la centrale de Tricastin est soumise à un risque de perte de sa source froide en cas :

- de rupture de la digue gauche du canal qui pourrait faire baisser le niveau de l'eau en dessous du niveau des pompes de la centrale;
- de rupture du barrage hydraulique de Bollène situé quelques centaines de mètres en aval sur le canal de Donzère-Mondragon. Avec une chute de 23 mètres entre l'amont et l'aval, c'est l'écluse la plus haute d'Europe. En cas de rupture du barrage ou des portes de l'écluse, le niveau d'eau dans le canal s'abaisserait brutalement, faisant perdre à la centrale de Tricastin sa capacité à refroidir ses réacteurs. En 1998, une des deux portes de l'écluse a cédé.

### Risques sismiques : zone 3

Le séisme de référence utilisé pour le dimensionnement de la centrale de Tricastin est celui de Châteauneuf-du-Rhône de 1873 qui était de magnitude 4,7 sur l'échelle de Richter. La centrale a été conçue pour résister à un séisme de 5,2 avec une marge de 0,5 par rapport au séisme de référence, avec les technologies disponibles à l'époque de sa construction. Ainsi, la centrale de Cruas située aussi en zone sismique de niveau 3 à 30 km au nord de Tricastin fait appel à une autre technologie puisqu'elle a été construite une dizaine d'années après sur des plots antisismiques comportant un intercalaire en caoutchouc permettant d'amortir le choc de l'onde sismique.

Au regard de l'évolution des connaissances et des technologies, l'ASN a demandé à EDF en 2010 des études complémentaires



LE RISQUE DE FEUX DE FORÊTS, D'INCENDIE ET LE RISQUE INDUSTRIEL SONT ÉLEVÉS ET ÉTROITEMENT LIÉS

mais l'ASN a estimé en 2010<sup>3</sup> que d'autres travaux doivent être effectués pour assurer une protection efficace de la centrale. À ce stade, l'ASN considère que la protection de la centrale en cas de crue millénaire majorée de 15 % n'est pas assurée. Elle a exigé la réalisation des travaux avant le 31 décembre 2014. Ainsi, 14 ans après les inondations sur la centrale du Blayais en décembre 1999, les travaux permettant de prendre en compte le retour d'expérience n'ont toujours pas été réalisés.

Après Fukushima, l'ASN a relevé les exigences concernant la protection du risque inondation, en demandant à EDF la prise en compte de pluies majorées et d'inondations provoquées par la rupture d'équipements à l'intérieur de la centrale en cas de séisme (exemple : rupture des cuves d'eau de secours). EDF doit présenter un plan de renforcement avant le 31 décembre 2013 pour des travaux d'ici le 31 décembre 2014<sup>4</sup>. Ces nouvelles exigences arrivent alors que le retour d'expérience des incidents du Blayais n'a toujours pas été correctement pris en compte. La centrale est aussi exposée à une inondation par remontée de nappe phréatique. Des pompes fonctionnent en continu pour maintenir le niveau de la nappe en dessous de celui de la plateforme.

<sup>3</sup> Rapport aux ministres en charge de la sûreté du 4 novembre 2010 concernant la poursuite d'exploitation du réacteur 1 de la centrale après trente années de fonctionnement

<sup>4</sup> Décision de l'ASN n°2011-DC-O227 du 27 mai 2011 fixant à EDF les prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire du Tricastin au vu des conclusions du réexamen de sûreté du réacteur n°1 de l'INB n°87

« concernant le génie civil et la tenue au séisme de certains équipements<sup>5</sup> ».

Tricastin présente aussi la particularité d'une sismicité en « essaim », avec des séismes de faible magnitude mais qui durent plus longtemps avec la même intensité. Le dernier essaim étudié en 2002-2003 a révélé des foyers à des profondeurs extrêmement faibles. La profondeur d'un séisme est une donnée fondamentale pour dimensionner une installation, mais ces informations n'étaient pas connues au moment de la construction de la centrale<sup>6</sup>.

### Risque incendie

Les communes de Saint-Paul-Trois-Châteaux et de Bollène sont soumises au risque de feux de forêt.

## RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES NON NATURELLES

### Risques industriels

La centrale nucléaire de Tricastin présente une sensibilité particulière du fait de son implantation au sein d'un complexe nucléaire et chimique plus important. Ainsi, dans un rayon de 10 km autour du site, on retrouve quatre installations classées

<sup>5</sup> Avis du 4 novembre 2010 autorisant la poursuite d'exploitation du réacteur n°1 du Tricastin

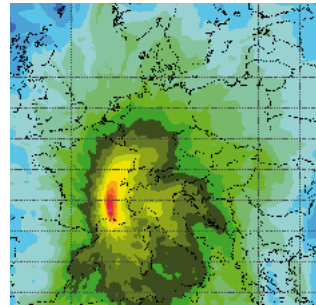
<sup>6</sup> Risque sismique dans le Tricastin à la lumière de quelques résultats récents. François Thouvenot, Institut des sciences de la Terre, Observatoire de Grenoble, Université Joseph Fourier, CNRS

Seveso seuil haut dont une installation chimique liée au nucléaire (Cogema, Comurhex, Soderec et Butagaz) et 2 Seveso seuil bas (Eurodif et Sogif).

Les usines AREVA de transformation, de conversion et d'enrichissement de l'uranium sont toutes situées à moins d'1 km de la centrale. Leur présence constitue un risque spécifique à la fois en termes d'agression accidentelle des réacteurs de Tricastin, et en termes de conséquences potentielles d'un accident sur ces réacteurs qui pourrait affecter les usines voisines. Les deux sources majeures de risque sur la plateforme sont la présence de quantités importantes d'hexafluorure d'uranium pouvant conduire à la formation d'un nuage toxique au dessus du site, et la présence de fluorure d'hydrogène et d'acide fluorhydrique. Le danger potentiel est important puisque plusieurs installations sur le site manipulent ces produits.

La centrale de Tricastin se situe à proximité d'axes de transports de matières dangereuses par voie ferroviaire et fluviale, mais aussi par canalisation (pipelines, oléoducs, gazoduc, éthylénoduc). Les documents départementaux sur les risques majeurs révèlent notamment des risques d'explosion, d'incendie ou de nuage toxique qui pourraient avoir des conséquences sur le site et vice et versa.

Enfin, la centrale de Tricastin se situe à 30 km d'une autre centrale nucléaire, celle de Cruas, sous les vents dominants. Un accident à la centrale de Cruas pourrait nécessiter une évacuation totale de la centrale de Tricastin.



Copyright: Project ReaDISK (ReaDISK.boku.ac.at), financed by Klima - Energiefonds, Austria  
1E+00 1E+01 1E+02 1E+03 1E+04 1E+05 1E+06 1E+07 1E+08  
Bq/m<sup>2</sup>

LA CONTAMINATION MENACERAIT TOUTE LA VALLÉE DU RHÔNE, LES BOUCHES-DU-RHÔNE ET LA CÔTE D'AZUR

## Risques liés à la chute d'avion

Le site de Tricastin se situe à proximité de trois aéroports transportant au total plus de 7,5 millions de passagers par an et 53 000 tonnes de marchandises<sup>7</sup> :

- Marignane : 7 363 068 de passagers et 53 019 tonnes de fret en 2011
- Nîmes : 192 474 passagers et 8 tonnes de fret en 2011
- Valence : 1234 passagers en 2011

Les piscines de la centrale sont très vulnérables en cas d'agression aérienne volontaire du fait de leur positionnement en hauteur, de la configuration des lieux et de l'absence de confinement.

# CONSÉQUENCES EN CAS D'ACCIDENT

## CONCENTRATION DE POPULATION

DISTANCE	EN MILLIONS D'HABITANTS
<10 KM	0,073
<30 KM	0,343
<70 KM	1,615
<100 KM	2,953
<300 KM	DE L'ORDRE DE 25

La centrale de Tricastin ne se situe pas dans une zone à forte densité de population dans un rayon de 30 km (distance d'évacuation à Tchernobyl et à Fukushima) avec moins de 400 000 habitants dans ce rayon. Elle présente cependant deux particularités :

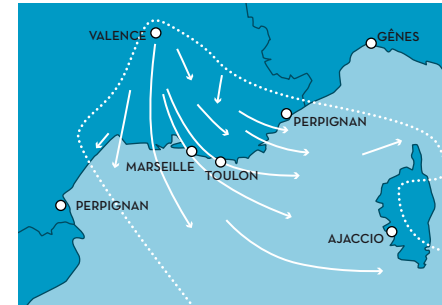
- Elle est située à proximité d'axes de transports majeurs et notamment l'autoroute A7. Elle draine en moyenne 70 000 véhicules par jour, seuil de saturation d'une autoroute deux fois trois voies. Lors des fortes affluences estivales le trafic monte jusqu'à 175 000 véhicules en une journée d'après les comptages des Autoroutes du Sud de la France. Selon Bison Futé, l'A7 est considérée comme chargée 40 jours par an dont au moins 14 classés en prévision rouge ou noir.
- Elle est située dans la vallée du Rhône, exposée à des vents violents et notamment au mistral.

## Quelle contamination et quelles conséquences internationales ?

Les vents dominants dans la vallée du Rhône viennent du nord vers le sud.

Le mistral est un vent du nord qui souffle uniquement en vallée du Rhône et notamment à partir de Valence, jusqu'à Marseille. Sa vitesse est accentuée par l'encaissement de la vallée du Rhône. Le mistral souffle à une vitesse moyenne de 50 km/h, avec des rafales pouvant dépasser régulièrement les 100 km/h.

À Montélimar, il y a 66 % de risques que le vent souffle du nord dans l'axe de la vallée du Rhône.



LE MISTRAL PROPAGERAIT LA CONTAMINATION VITE ET LOIN, AUGMENTANT L'AMPLEUR DES CONSÉQUENCES D'UN ACCIDENT

## Risques en termes d'image et impacts socio-économiques

Les plus grands axes routiers, autoroutiers et ferroviaires d'Europe passent dans une zone située à moins de 10 km de la centrale : l'autoroute A7 (500 m), la nationale N7 (3,5 km), le Rhône (6,5 km), la ligne TGV Paris-Marseille (2,5 km), la ligne de fret SNCF Nord-Sud (2,5 km). En 2010, le TGV passant par la vallée du Rhône a transporté plus de 22 millions de passagers, 33 millions de tonnes de fret sont aussi concernées. L'autoroute A7 a elle accueilli 25 millions de véhicules dont 13 % de poids-lourds qui ont transporté 219 millions de tonnes de marchandises, et le Rhône a charrié en 2009 environ 6,7 millions de tonnes de marchandises.

La région proche de la centrale de Tricastin est aussi fortement agricole, et de nombreux AOC sont produits comme la truffe noire de Tricastin (1<sup>er</sup> bassin trufficole d'Europe). La région proche est aussi très touristique : en 2011, la Drôme a accueilli 1,8 million de visiteurs. Le tourisme représente 5 700 emplois salariés permanents. L'Ardèche accueille plus de 2,4 millions de visiteurs qui permettent le maintien de 5 000 emplois salariés.

Mais en cas d'accident majeur et en raison des conditions météorologiques et topographiques des lieux, c'est toute la vallée du Rhône jusqu'à Marseille qui serait fortement contaminée. La zone Aix-Marseille est la 3<sup>e</sup> concentration urbaine de France. 40 % de la population de la région PACA vit dans les Bouches-du-Rhône soit plus d'un million de personnes. 50 % des entreprises de la région PACA se trouvent dans les Bouches-du-Rhône, qui emploient plus de 700 000 salariés.

**VIGNOBLE VALLÉE DU RHÔNE**  
- 2<sup>e</sup> vignoble en superficie

**VINS AOC VALLÉE DU RHÔNE**  
- 1,2 milliards d'euros de chiffre d'affaires (en 2012)  
- 46 000 emplois

**DRÔME ET ARDÈCHE :**  
- 4,2 millions de touristes (en 2011)

EN CAS D'ACCIDENT, LA VITICULTURE ET TOUS LES VINS DE CÔTE DU RHÔNE SERAIENT CONTAMINÉS OU PÂTIERAIENT DURABLEMENT D'UNE MAUVAISE IMAGE.

Le vignoble de la vallée du Rhône est le 2<sup>e</sup> vignoble français d'AOC en superficie et en production pour le conventionnel et le Bio. Produits sur six départements, les vins de la vallée du Rhône représentent la première activité économique de la région avec 390 millions de bouteilles commercialisées en 2011/2012 dans 155 pays. En 2012, les vins AOC de la vallée du Rhône ont généré un chiffre d'affaires de 1,2 milliard d'euros et se sont exportés à plus de 30 %. Avec 46 000 emplois directs, l'activité vinicole est le 1<sup>er</sup> employeur de la vallée du Rhône. En 2010, les vins de Tricastin ont été rebaptisés « Grignan-les-Adhémar » après les incidents de 2008 survenus sur la plateforme industrielle, les viticulteurs ayant estimé qu'ils subissaient un préjudice d'image.

Le tourisme est également un élément déterminant pour l'économie des Bouches-du-Rhône, représentant plus de 2,7 milliards d'euros de chiffre d'affaires par an, soit 6 % du PIB départemental; 50 000 emplois sont liés directement ou indirectement au tourisme dans le département, soit 6 % des emplois.

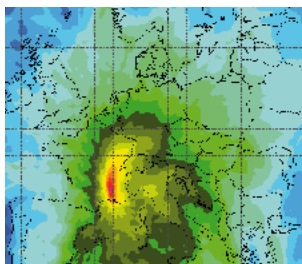
Par ailleurs, la contamination serait transportée par les eaux du Rhône jusque dans le parc régional de Camargue, notamment réputé pour la culture de son riz...

<sup>7</sup> Source UAP, Union des Aéroports de France  
www.aeroport.fr

# TRICASTIN



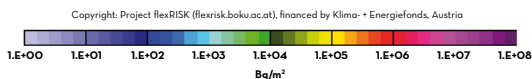
© MICHA PATAULT / GREENPEACE



## Tricastin-1

AVERAGE DEPOSITION OF Cs-137, N-2788  
MAXIMUM IN AT 24 kBq/m<sup>2</sup>

LA CONTAMINATION MENACERAIT TOUTE LA VALLÉE DU  
RHÔNE, LES BOUCHES DU RHÔNE ET LA CÔTE D'AZUR



GREENPEACE.FR

GREENPEACE

## QUELQUES PRÉCISIONS SUR CERTAINS CRITÈRES

### L'âge du réacteur

Les signes de vieillissement des réacteurs apparaissent vers l'âge de 20 ans<sup>2</sup>. Jamais un réacteur dans le monde n'a fonctionné plus de 46 ans et demi. Le plus vieux réacteur en activité a aujourd'hui 43 ans (Beznau 1, Suisse). C'est pourquoi les centrales ont été initialement conçues pour durer 30 à 40 ans en fonction des signes de vieillissement.

Certaines pièces fondamentales pour la sûreté du réacteur ne peuvent pas être remplacées. C'est notamment le cas de la cuve du réacteur et de son enceinte de confinement. Pendant la vie du réacteur, la cuve est soumise à de fortes irradiations qui conduisent à une modification des propriétés mécaniques de l'acier qui devient plus dur et plus fragile, augmentant le risque de rupture brutale en cas d'apparition d'un défaut.

Par ailleurs, la France triche sur l'âge de ses réacteurs. Alors que les États-Unis utilisent la date du début des travaux pour définir l'âge des réacteurs, la France utilise la date de la première divergence, souvent décalée d'au moins cinq années. Le système américain est beaucoup plus logique que le système français puisque la centrale commence à vieillir dès que les premiers

bétons ont été coulés, et notamment ceux de l'enceinte de confinement. De même, les dates des visites décennales se décalent progressivement, ce qui fait à chaque fois gagner quelques années supplémentaires de fonctionnement à EDF.

Aujourd'hui les cuves sont contrôlées sur toute l'épaisseur au niveau des soudures ainsi qu'au niveau de leur paroi interne. Aucun contrôle n'est effectué sur la totalité de l'épaisseur pour la zone de cœur des cuves, pourtant la plus fortement soumise à l'irradiation. Une réflexion est en cours après la découverte de plus de 8 500 fissures sur l'un des réacteurs de Doel en Belgique<sup>3</sup>.

### Le type de réacteur

Entre les premiers réacteurs construits et les derniers, les connaissances et les technologies disponibles ont évolué, la conception également.

Des différences sur les enceintes de confinement :

Les réacteurs de 900 MW sont protégés par une enceinte en béton armé de 90 cm d'épaisseur sur les côtés et 80 pour le dôme. Cette paroi est recouverte d'une peau étanche en acier de 6 mm d'épaisseur. Ce type de réacteur est plus vulnérable aux agressions externes comme la chute d'avion.

L'épaisseur du radier est de 4,20 m pour les tranches de réacteurs de 900 MWe (sauf pour les centrales de Fessenheim et Bugey) et de 3 m environ pour les tranches de réacteurs de 1300 et de 1400 MWe.

<sup>2</sup> « Roulette russe: les risques de la prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires » <http://www.greenpeace.org/belgium/fr/presse/rapports/roulette-russe>

<sup>3</sup> [http://www.irsn.fr/FR/Actualites\\_presse/Actualites/Documents/IRSN-NI-Cuves\\_francaises\\_suite\\_Doel3\\_24O92O12.pdf](http://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Documents/IRSN-NI-Cuves_francaises_suite_Doel3_24O92O12.pdf)

### L'usage de combustible MOX

Le combustible MOX est constitué à 8,65% d'oxyde de plutonium et pour le reste d'uranium appauvri. Aujourd'hui, 21 réacteurs ont des autorisations pour utiliser jusqu'à 30 % de MOX. La présence de MOX renforce la réactivité et la puissance thermique résiduelle dans le réacteur et dans la piscine de désactivation du combustible usé. Il aggrave les conséquences potentielles d'un accident majeur par la présence accrue de plutonium, élément plus radiotoxique que les autres matières rejetées en cas d'accident. Après usage, le combustible MOX est jusqu'à cinq fois plus radioactif que le combustible traditionnel.

La présence de MOX rend le pilotage du réacteur plus difficile, notamment en cas de situation accidentelle :

- Le chargement et déchargement du combustible est plus délicat en raison d'une température en surface de 80 degrés contre la température ambiante pour un combustible à l'uranium classique.
- L'efficacité des barres de contrôle est réduite.
- La température de fusion du MOX est plus basse que celle du combustible classique.
- En cas de fusion des combustibles, le risque de criticité est plus grand en raison de la présence de MOX.

### La dispersion de la contamination

Pour examiner la dispersion de la radioactivité, deux éléments ont été pris en compte :

- Pour chaque centrale, la rose des vents disponible dans les documents d'enquête publique d'EDF ou sur meteo France.
- Les travaux réalisés par des chercheurs autrichiens qui, dans le cadre du projet Flexrisk, ont modélisé la dispersion radioactive en cas d'accident majeur sur plus de 258 installations du nucléaire civil. Les schémas reproduits indiquent uniquement l'accumulation au sol de césium 137. Après Tchernobyl et Fukushima, des traces de contamination radioactive sur base de cet isotope ont été localisées sur de très larges zones. La demi-vie du césium-137 est de 30 ans minimum. Ce qui signifie qu'il restera radioactif pendant 300 ans environ ; il constitue donc un bon indicateur pour mesurer l'impact d'un accident nucléaire majeur sur le long terme.

Précisions quant aux codes couleurs utilisés pour les simulations :

- Jaune : contamination radioactive au césium-137 de l'ordre de 185 kBq/m<sup>2</sup> ; dépassement de la dose limite acceptable de 1 mSv.
- Orange : taux de contamination à partir de 555 kBq/m<sup>2</sup> à Tchernobyl, toute la population présente dans ce type de zone a été à terme invitée à évacuer. L'affectation des sols a été modifiée avec parfois des zones d'exclusion agricole ou des terres jugées inaptes pour y accueillir du bétail.

---

· Mauve - Rouge : contamination à partir de 1480 K<sub>Bq</sub>/ m<sup>2</sup> ; correspond à la zone d'évacuation permanente de Tchernobyl.

### **Le risque de chute d'avion**

La construction des centrales nucléaires françaises ne prend pas en compte le risque de chute d'un avion gros porteur volontaire ou accidentelle sur une centrale. À l'époque du lancement du programme nucléaire, le risque était considéré comme trop faible. Le transport aérien ayant très fortement augmenté, la vulnérabilité des centrales françaises face à la chute accidentelle ou intentionnelle d'un avion commercial a donc été examinée.

---