

ET SI ON PARLAIT DU NUCLÉAIRE

Le nucléaire tout simplement

1 - Diapo NE 17 – Et si on parlait du nucléaire

Le nucléaire n'est pas qu'une affaire d'experts. Nous sommes *tous* concernés. Vous connaissez l'importance du nucléaire en France : nos 58 réacteurs produisent les 3/4 de notre électricité, part la plus élevée au monde. Nous en avons l'électricité... mais nous en avons aussi les risques, les coûts, les déchets !

1 - PRO ET ANTI

2 - Diapo Arguments pour et contre le nucléaire

Le nucléaire suscite de vives controverses.

D'un côté, *les pronucléaires* nous assurent que toutes les mesures sont prises pour qu'il n'y ait pas d'accident grave. Ils affirment que les déchets sont bien gérés. Ils soulignent l'absence de CO2.

3 - Diapo Salle de commande du réacteur 5 du Bugey

Ils sont très fiers de notre savoir-faire dans cette technologie ! (Diapo : salle de commande d'un réacteur de la centrale du Bugey).

Et ils prétendent que sans le nucléaire, il faudrait rouvrir les centrales à charbon.

2 - Diapo Arguments pour et contre le nucléaire

Les antinucléaires, eux, alertent sur le risque bien réel d'un accident majeur. Ils dénoncent le coût ruineux de cette filière. 100 milliards d'euros selon la Cour des comptes pour prolonger la durée de fonctionnement des réacteurs (rapport du 10 février 2016). 75 milliards € selon EDF pour le démantèlement des installations. Des dizaines de milliards pour les déchets, dont la pseudo gestion consiste à trouver la solution la moins mauvaise. 12 milliards gaspillés dans le réacteur Superphénix, surcoût de 7 milliards pour l'EPR de Flamanville, etc.

Principalement, les antinucléaires ne veulent risquer ni Tchernobyl, ni Fukushima... ni pire accident encore !

4 - Diapo Carte IRSN des dépôts radioactifs - Tchernobyl et Fukushima Daiichi

La zone qui a été impactée par l'accident de Tchernobyl s'étend jusqu'en Europe, celle de Fukushima jusqu'à 250 km de la centrale. Aux alentours de Fukushima, ce sont 24 000 km² – soit l'équivalent de 3 fois et demie la Charente-Maritime – qui ont reçu des dépôts de césium 137 €, sans compter les autres éléments radioactifs. La décontamination *effective* des territoires est impossible. De la terre a été ramassée ici et là. Des millions de sacs de terre contaminée sont entreposés un peu partout...

5 - Diapo Plantu sur le corium

Les Japonais ne savent toujours pas où se trouvent précisément les combustibles fondus (corium) des réacteurs accidentés, et encore moins comment ils pourront les extraire ! Le corium d'un réacteur peut traverser le fond de la cuve, également le socle en béton situé sous le réacteur.

2 - HISTORIQUE ET SITUATION ACTUELLE

6 - Diapo Bref historique du nucléaire civil

Bref rappel historique – Le 1^{er} réacteur nucléaire a été construit aux Etats-Unis en 1942.

En France, le CEA (Commissariat à l'énergie atomique) a été créé par une ordonnance de 1945, c'est en 1956 que sont produits les premiers kilowattheures électriques d'origine nucléaire. Le réacteur a une puissance de 2 mégawatts, à comparer avec les 900 MW de nos réacteurs actuels les moins puissants. Et c'est dans les années 50 qu'apparaissent aussi... les premiers déchets nucléaires !

7 - Diapo Carte de la France avec les 58 réacteurs

Nos 58 réacteurs ont été construits sur le même modèle : le type « REP », Réacteur à Eau Pressurisée. Ils sont appelés ainsi car dans le réacteur circule de l'eau sous haute pression. Cette technologie REP a été achetée au groupe américain Westinghouse au début des années 1970.

(Cf. carte de la diapo 7) On symbolise souvent ainsi les centrales nucléaires, mais il ne faut pas confondre réacteurs et tours de refroidissement.

8 - Diapo Centrale de Cattenom en Moselle

Les grandes tours en forme évasée, ce sont les tours de refroidissement. Il n'en sort que de la vapeur d'eau. À côté, les cylindres de béton nettement plus petits, avec le toit en dôme, ce sont eux les réacteurs, où se trouve le combustible. Sur les 58 réacteurs, une trentaine a une tour de refroidissement.

9 - Diapo Âge des réacteurs fin 2016

Aujourd'hui, 46 réacteurs ont plus de 30 ans. Leur durée de fonctionnement avait été initialement fixée à 40 ans, en considération des propriétés physiques de l'acier des cuves. Mais EDF souhaite prolonger les durées d'exploitation suffisamment longtemps (50 ou 60 ans) pour qu'ils soient progressivement remplacés par d'autres ; également pour retarder les démantèlements des réacteurs actuels, ces démantèlements posent de gros problèmes tant techniques que financiers.

Un premier réacteur, l'EPR de Flamanville, dans la Manche, est en cours de construction. Sa mise en service d'abord prévue en 2012, ne se fera pas avant fin 2018. Selon un décret du 8 avril 2017, cette mise en service conditionne l'arrêt des réacteurs de Fessenheim, en Alsace.

10 - Diapo Puissance des réacteurs

Les puissances varient entre 900 à 1450 MW, 1600 MW pour l'EPR. Les 58 réacteurs sont répartis dans 19 centrales. La *centrale* désigne l'ensemble du site qui produit l'électricité. En France, les centrales comprennent entre 2 et 6 réacteurs : il y a par exemple 2 réacteurs à Civaux, 4 à la centrale du Blayais et 6 à Gravelines.

11 - Diapo Principaux acteurs du nucléaire en France

EDF prend l'activité réacteurs d'Areva et détient l'essentiel du capital de *Framatome* (EDF : 75,5%, MHI : 19,5%, Assystem : 5%). Areva garde la partie combustible, de l'extraction minière au retraitement, sous le nom d'*Orano*. (Areva ne garde que quelques activités, essentiellement le chantier de l'EPR Olkiluoto en Finlande et les contrats relatifs à des pièces forgées dans l'usine du Creusot).

L'ASN est l'Autorité de sûreté nucléaire. Comme son nom l'indique, elle est chargée de la sûreté des installations. Elle les inspecte et elle sollicite régulièrement des expertises auprès de l'IRSN, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

Le nucléaire nous est *imposé par l'État*. EDF est une entreprise publique dont le capital est détenu à plus de 83% par l'État. Le CEA et l'IRSN sont des établissements publics. L'ASN est une autorité administrative, elle agit au nom de l'État.

Plusieurs de ces acteurs n'existeraient pas sans la dangerosité du nucléaire. Il n'y aurait ni l'Autorité de sûreté nucléaire, ni l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, ni la FARN (Force d'action rapide nucléaire), ni le PSPG (Peloton spécialisé de protection de la gendarmerie). Il n'y aurait pas l'établissement public de l'Andra pour la gestion des déchets radioactifs. *Les économies réalisées seraient énormes !...* Et elles pourraient permettre d'investir pleinement dans les secteurs énergies renouvelables, stockage d'énergie et réduction des consommations.

3 - LE NUCLÉAIRE DANS LE MONDE

12 - Diapo Carte du monde avec les réacteurs nucléaires

Dans le monde, il y a environ 400 réacteurs répartis dans une trentaine de pays. ^{8]}

En nombre de réacteurs, la France n'est devancée que par les États-Unis, une centaine de réacteurs, mais sur un territoire 17 fois plus grand. La Chine en a une 40aine, la Russie une 30aine. Le Japon en a 42 mais seulement 5 d'entre eux ont été remis en service depuis la catastrophe de Fukushima, les autres sont à l'arrêt. Près de la moitié de l'électricité nucléaire mondiale est produite par les États-Unis et la France.

(En 2017, seuls 4 réacteurs ont été mis en service, 3 ont été arrêtés)

13 - Diapo Nombres de réacteurs actifs et de réacteurs construits dans le monde (mars 2016)

Une 50aine de réacteurs sont actuellement en construction, notamment une vingtaine en Chine, une dizaine en Russie, 6 en Inde et 5 en Corée du Sud

Les constructions des 2 réacteurs de Caroline du Sud aux États-Unis ont été abandonnées, les coûts initiaux ayant presque doublé et Westinghouse le constructeur ayant déposé le bilan en 2017 (rachat en cours par une filiale américaine du groupe canadien Brookfield).

De nombreuses constructions ont été abandonnées : plus de 90 depuis 1977. Fin 2016, le Vietnam a décidé d'arrêter la construction de 4 réacteurs, après avoir investi 2 milliards de dollars dans les travaux préparatoires. Et il abandonne son programme de construction de 14 réacteurs.

4 - FONCTIONNEMENT D'UNE CENTRALE ET RÉSEAU

14 - Diapo Schéma du fonctionnement d'une centrale nucléaire

Voici le schéma, très simplifié, d'une centrale nucléaire.

Le principe de fonctionnement est celui de toute centrale thermique classique : de la vapeur d'eau fait tourner des turbines couplées à un alternateur qui génère de l'électricité, transmise au réseau. Ici, ce sont les réactions de fission nucléaire du combustible qui produisent la chaleur nécessaire pour qu'il y ait dégagement de vapeur.

Une centrale comporte 3 circuits : primaire, secondaire et un circuit de refroidissement.

- *Le circuit primaire* – circuit fermé – sert à produire la chaleur. Le combustible est dans une cuve en acier de plus de 10 mètres de haut remplie d'eau. En plus du combustible, des barres de commande servent à gérer la puissance du réacteur ; on les abaisse pour la diminuer, ou on les remonte. À Tchernobyl, si elles étaient retombées plus vite, la catastrophe aurait pu être évitée.

L'eau circule grâce à des pompes. Elle sort de la cuve à une température de plus de 300°, et pour qu'elle reste à l'état liquide, un pressuriseur la maintient à très haute pression, 155 bars, soit 155 fois la pression atmosphérique normale.

- *Le circuit secondaire* – circuit également fermé. La chaleur dégagée par le circuit primaire est transmise à l'eau du générateur de vapeur, et la vapeur générée fait tourner la turbine. Puis cette vapeur est transformée en eau chaude dans le condenseur grâce au circuit de refroidissement, et elle est renvoyée dans le générateur de vapeur.

- L'eau du *circuit de refroidissement* peut être de l'eau de mer ou celle d'un cours d'eau à grand débit. Si le débit est trop faible, il y a une tour de refroidissement. Les quantités d'eau prélevées, puis en grande partie restituées, sont considérables : une 50aine de m³ d'eau par seconde sans tour de refroidissement, 2 m³ d'eau par seconde s'il y a une tour de refroidissement. ^{9]} En période de sécheresse et d'insuffisance de débit, le réacteur peut devoir être arrêté (en 2003, ¼ des réacteurs ont dû être arrêtés).

15 - Diapo Turbine Arabelle

Les turbines des centrales sont les turbines Arabelle construites par Alstom, mondialement réputées pour leur puissance. En 2014, le groupe français Alstom a vendu sa branche énergie à l'Américain General Electric. La maintenance de ces turbines est donc désormais assurée par General Electric. Avec la perte de cet élément capital, nous sommes tombés sous la dépendance américaine. ⁵

16 - Diapo Schéma Réseau électrique

Une fois produite, l'électricité doit être acheminée.

Le réseau électrique est géré par deux opérateurs principaux, qui sont des filiales d'EDF : *RTE* pour les longues distances et *ENEDIS* pour la distribution jusqu'aux consommateurs.

L'électricité part de la centrale nucléaire. RTE, le Réseau de Transport d'électricité l'achemine par des lignes à hautes tensions jusqu'aux lignes d'ENEDIS de plus basses tensions. ENEDIS, qui s'appelait avant ERDF, assure 95% de la distribution. Le restant est assuré par des entreprises locales de distribution.

17 - Diapo Acheminement et fourniture de l'électricité

Depuis 2007, nous pouvons librement choisir notre *fournisseur d'électricité*, autre qu'EDF. Il en existe une vingtaine, dont une douzaine propose de l'électricité « verte », c'est-à-dire produite à partir d'énergies renouvelables. 15% des foyers choisissent un fournisseur autre qu'EDF.

18 - Diapo Fission nucléaire

Revenons à ce qui est à l'origine du fonctionnement du réacteur, la production de chaleur. Dans la cuve, il y a le combustible, à base d'uranium. C'est là où se produisent les *réactions* nucléaires, d'où le terme de *réacteur*. Ce sont les réactions de fission nucléaire qui dégagent la chaleur nécessaire pour générer la vapeur qui fait tourner les turbines.

L'uranium naturel contient principalement de l'uranium 238 et très peu d'uranium 235, moins de 1%. Or, pour que le réacteur puisse fonctionner, il faut qu'il y ait suffisamment d'uranium 235.

L'*uranium 235* est le seul élément naturel dont les noyaux sont fissiles, c'est-à-dire capable de se diviser sous l'action d'un neutron. Quand un neutron touche le noyau d'un atome d'*U235*, ce noyau se divise en éjectant deux ou trois neutrons. L'intérêt de cette désintégration, de cette fission nucléaire, est la forte quantité d'énergie dégagée.

19 - Diapo Réaction en chaîne

Les neutrons éjectés dans cette réaction peuvent à leur tour désintégrer d'autres noyaux d'atomes. On obtient ce qu'on appelle des réactions en chaîne. Ce sont des fissions nucléaires successives.

La *fission nucléaire* est parfois confondue avec la *radioactivité*. La confusion vient du fait qu'on utilise des éléments radioactifs (uranium, plutonium) pour obtenir les réactions de fission.

20 - Diapo Radioactivité

Certains éléments, comme l'uranium, le plutonium, l'iode 131, le césium 137, sont radioactifs, c'est-à-dire que leurs noyaux sont instables, ils se désintègrent *spontanément* et aléatoirement.

En se désintégrant, ils émettent des particules, alpha ou bêta, et des rayons gamma. Ces rayonnements – qui sont invisibles – sont susceptibles de nuire à la santé. Les effets pathogènes sont très variés : cancers, maladies respiratoires, thyroïdiennes, cardio-vasculaires, atteintes du système nerveux ou du système digestif, anomalies génétiques, etc. Les maladies peuvent survenir rapidement ou se déclarer quelques années après, voire 10 ou 20 ans plus tard. Or qui dit accident grave nucléaire, dit rejets importants d'éléments radioactifs dans l'environnement.

5 – DE L'URANIUM JUSQU'AUX COMBUSTIBLES USÉS – DÉCHETS

21 - Diapo Six étapes, de l'uranium jusqu'aux combustibles usés

De l'extraction des minerais uranifères jusqu'aux combustibles usés, il y a six étapes principales :

22 - Diapo Extraction de l'uranium

D'abord l'extraction de l'uranium. De 1948 à 2000, on a exploité les mines françaises, principalement dans le Massif Central. Elles sont aujourd'hui épuisées, preuve du caractère réellement épuisable d'une ressource naturelle. *On importe maintenant l'uranium* d'Australie, du Canada, du Niger, du Kazakhstan.

23 - Diapo Minerai et concentré d'uranium

Les roches sont traitées sur place pour obtenir un concentré d'uranium. Le traitement sur place évite le transport de charges lourdes et volumineuses... il permet aussi de *laisser les déchets sur place*.

24 - Diapo Malvési à Pierrelatte

Les concentrés d'uranium sont transportés jusqu'à Narbonne, dans l'usine de Malvési, où ils sont traités pour obtenir du tétrafluorure d'uranium, qui est transporté 200 km plus loin à Pierrelatte, au sud de la Drôme, pour conversion en hexafluorure d'uranium.

25 - Diapo Enrichissement de l'uranium

Toujours à Pierrelatte, mais dans une autre usine, on procède à l'enrichissement en uranium 235. L'uranium naturel ne comprend que 0,7% d'uranium 235, c'est insuffisant. Pour que les réacteurs puissent fonctionner, qu'il y ait suffisamment de réactions en chaîne, il faut un taux d'environ 4% d'uranium 235. On utilise des milliers de centrifugeuses disposées en cascade. L'uranium sous forme gazeuse est placé dans un cylindre qui tourne très vite. Plus lourd, l'^U238 descend et est enlevé.

Cet enrichissement génère des *quantités considérables d'uranium appauvri*, dont on ne sait que faire. Chaque année, ce sont 7000 tonnes de plus d'uranium appauvri.

26 - Diapo Assemblage de combustible

Avec cet uranium enrichi, qui est transformé en poudre noire d'oxyde d'uranium, on fait des pastilles de combustible.

À Romans-sur-Isère, au nord de la Drôme, sont fabriqués ces pastilles et les crayons de combustible. Long de plus de 4 mètres, un crayon est constitué d'une gaine métallique remplie d'environ 300 pastilles de combustible. En fonction de la puissance du réacteur, plus de 40 000 ou 50 000 crayons de combustible sont placés dans la cuve.

27 - Diapo Déchargement du combustible

Au bout de 12 à 18 mois de fonctionnement de la centrale, environ 1/3 de combustible est sorti de la cuve et déposé dans une piscine de refroidissement. Au total, chaque année, ce sont 1 200 tonnes de combustibles usés qui sont déchargées.

Il faut bien voir que toutes ces étapes, de l'extraction du minerai d'uranium jusqu'au déchargement du combustible usé, génèrent force déchets radioactifs... Cela fait *60 ans maintenant que nous accumulons ces déchets* !

28 - Diapo Déchets radioactifs accumulés en France

Il s'agit de déchets générés chaque année. L'uranium extrait par retraitement n'est plus utilisé pour raisons économiques (l'enrichissement de cet uranium est plus coûteux et bas prix de l'uranium sur le marché).

Ces déchets ne sont pas des déchets inertes comme l'amiante ou autre produit. Radioactifs, ils évoluent, se désintègrent en d'autres éléments, émettent des gaz, de la chaleur. Ils induisent des risques d'explosion et d'incendie.

Ces déchets posent des *problèmes insolubles* au point que l'Andra – l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs – est toujours à la recherche de centres de stockage ! S'ajouteront les masses des déchets provenant des démantèlements des installations.

29 - Diapo Durée de production d'électricité / durée gestion déchets

Une centrale nucléaire fournit de l'électricité pendant quelques dizaines d'années, mais elle génère des déchets qui restent radioactifs pendant des centaines, des milliers d'années, voire des centaines de milliers d'années. *Produire de l'électricité à partir du nucléaire, c'est se moquer des générations futures !*

Les combustibles usés sont des millions de fois plus radioactifs que les combustibles neufs, notamment à cause du plutonium qui s'est formé dans le réacteur. Il faut 24 000 ans pour que le plutonium perde la moitié de sa radioactivité. Sa dose mortelle n'est que d'un milligramme. Mieux vaut avoir dans son jardin un tas de charbon qu'un seul gramme de plutonium !

30 - Diapo Projet Cigéo

L'Andra étudie l'enfouissement des déchets les plus radioactifs à 500 mètres sous terre à Bure dans la Meuse. C'est le projet Cigéo, Centre industriel de stockage géologique, dont le montant est évalué *entre 15 et 35 milliards d'euros*. Pour des *déchets*, c'est une somme !

L'exploitation durerait environ 130 ans. Les installations souterraines occuperaient 15 km². Il y aurait 200 km d'alvéoles de stockage pour les déchets de haute activité, 20 km d'alvéoles de stockage pour les déchets de moyenne activité, plus une 100aine de km de galeries de liaison ⁶. Comment dire après cela que les déchets radioactifs occupent peu de place ?! Sans compter que l'Andra se base sur une exploitation des centrales de 50 ans, et non de 60 ans comme l'envisage EDF pour certaines centrales.

Cet enfouissement des déchets, *irréversible*, serait désastreux. Comme le dit Bernard Laponche, polytechnicien qui a travaillé au CEA, « *il imposerait aux générations futures une pollution de la croûte terrestre à durée illimitée* ».

6 – UNE SÛRETÉ DOUTEUSE ET COÛTEUSE

31- Diapo Doutes sur la sûreté exprimés par l'ex président et le président actuel de l'ASN

La sûreté nucléaire est *douteuse* et *coûteuse*. Rappelons la moyenne d'âge avancée de nos réacteurs, leur nombre élevé, les risques d'aléas climatiques, d'actes de malveillance. La technologie des drones progresse vite. Ils sont précis et ils peuvent transporter des dizaines de kilos d'explosifs. Ces engins pourraient s'avérer redoutables !

André-Claude Lacoste, le précédent président de l'Autorité de Sûreté Nucléaire, reconnaît que : « *Personne ne peut garantir qu'il n'y aura jamais d'accident grave en France* » (*Le Monde* – 30/03/2011). Dans le même sens, l'actuel président Pierre-Franck Chevet dit : « *Un accident majeur comme ceux de Tchernobyl et de Fukushima, ne peut être exclu nulle part dans le monde, y compris en Europe.* » (*Le Monde* – 22/04/2016).

Et il y a des facteurs aggravants !

L'ASN manque de personnel, son président revendique 150 postes supplémentaires pour que l'organisme puisse assurer pleinement sa mission.

La dégradation financière de l'industrie nucléaire fait craindre pour la sûreté des installations. L'État a récemment dû renflouer EDF (endettée de 37 milliards) de 3 milliards d'euros, également dû renflouer Areva de 4,5 milliards d'euros. Il est à craindre que des investissements de sûreté soient repoussés, ou non réalisés, par mesure d'économies. Dans les centrales, 80% des tâches de maintenance et de surveillance sont confiées à des sous-traitants, qui n'ont souvent reçu que quelques heures de formation à la sûreté et à la radioprotection. Le « grand carénage », qui vise à prolonger la durée d'exploitation des centrales, pourrait atteindre *100 milliards* d'euros selon la Cour des comptes (rapport du 10 février 2016), tandis qu'EDF ne l'évalue plus qu'à... *45 milliards* !

32 - Diapo Responsabilité EDF et coût d'un accident

S'il y avait un accident majeur en France, EDF aurait relativement peu à payer : moins de 92 millions d'euros ! L'État indemniserait les victimes... mais ces indemnisations seraient minimales par rapport aux préjudices subis.

Si les accidents de l'usine AZF à Toulouse et de la marée noire de l'Erika ont chacun coûté *2 milliards*, le coût d'un accident grave ou majeur nucléaire a été estimé *entre 120 et plus de 430 milliards* par deux économistes de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté nucléaire [8].

Et ces estimations matérielles ne prennent pas en compte les souffrances humaines, les pathologies induites. Les habitants doivent tout quitter, laisser leur maison, temporairement ou définitivement. Ils peuvent perdre leur emploi, leurs affaires personnelles, leurs animaux...

33 - Diapo Dispositifs et organismes de protection nucléaire

Différents dispositifs sont mis en place pour *tenter* d'empêcher un accident ou d'en limiter les conséquences.

Des *unités de gendarmerie* sont chargées d'empêcher toute intrusion dans les centrales. Un périmètre de sécurité aérienne interdit le survol à tout aéronef dans un rayon de 5 km et jusqu'à 1000 mètres d'altitude. Des avions de chasse et des batteries de missiles peuvent être déployés.

Un nouvel organisme a été créé : la *FARN*, force d'action rapide nucléaire, composée de 300 personnes qui doivent être capables de relever les équipes en place en moins de 24 heures.

Moyens importants... mais que pourraient-ils faire face à une cyber-attaque ou face à un sabotage venant de l'intérieur de la centrale ? Face à une attaque de plusieurs drones ? Face à un accident climatique de grande ampleur ?

34 - Diapo PPI Blayais

Deux plans d'urgence sont prévus : l'un mis en œuvre à l'intérieur du site par l'exploitant, c'est-à-dire EDF pour une centrale. L'autre, le Plan Particulier d'Intervention (le PPI), déclenché par le Préfet, concerne les dispositions à prendre à l'extérieur du site, dans un rayon de 10 km, rayon qui devrait être étendu à 20 km en 2018. Pierre-Franck Chevet, le président de l'ASN, a déclaré « *qu'à terme, les plans d'urgence devront être complétés jusqu'à un rayon de 100 km* » (Le Monde 22/04/2016).

Tous ces dispositifs, s'ils sont importants, restent dérisoires face à un accident majeur !

35 - Diapo Que faire en cas d'accident grave ?

En cas d'accident grave, que faut-il faire ? D'abord en être informé, ce n'est pas évident ! Et puis selon les cas, se mettre à l'abri, ou partir loin en évitant la trajectoire des nuages radioactifs, cela sans rester bloqué dans des embouteillages... car tout le monde aura pris sa voiture pour s'éloigner au plus vite de la centrale...

Ne pas consommer d'eau et d'aliments contaminés. Éviter les zones de pluie, la pluie précipitant au sol les particules radioactives. Prendre éventuellement un comprimé d'iode – 1h avant le risque d'inhalation jusqu'à 6 à 12h après. Il permet de se protéger de l'iode radioactif en saturant la thyroïde d'iode stable. Ces comprimés ne protègent évidemment pas de tous les autres éléments radioactifs, tels le strontium, le plutonium ou le très volatil césium.

36 - Diapo Centrale du Blayais

Centrale du Blayais – 4 réacteurs de 900 MW. L'eau du circuit de refroidissement est pompée directement dans l'estuaire de la Gironde, la centrale n'a pas de tours de refroidissement.

Située à 29 km de Jonzac (à vol d'oiseau), elle fait partie des centrales les moins sûres : en zone inondable, à 5 km d'un site de stockage pétrolier, ses réacteurs sont parmi les plus anciens. S'il y avait un accident majeur, avec un vent modéré sud ouest de 16 km/h, les premiers nuages d'éléments radioactifs *atteindraient Jonzac moins de deux heures après...*

7 – QUEL EST NOTRE FUTUR ÉLECTRIQUE ?

37 - Diapo Évolution mondiale des sources de production électrique

Si on considère la production électrique au niveau mondial, on note une évolution vers moins de fossiles et de nucléaire et plus de renouvelables. Entre 2010 et 2016, le solaire photovoltaïque est passé de 40 GW à 300 GW, et l'éolien de 200 GW à près de 500 GW. Quant à la part du nucléaire dans la production électrique, elle a baissé de 17,5 % en 1996 à 10,5 % aujourd'hui.

À part la Chine, il y a relativement peu de réacteurs en construction. Au niveau mondial, l'âge moyen des réacteurs est élevé, plus de 30 ans, ce qui laisse prévoir la fermeture prochaine de nombreux réacteurs. La baisse du prix de l'uranium est significative du déclin du nucléaire. Il est passé de 70 \$ la livre début 2011 avant Fukushima à environ 20 \$ aujourd'hui. Plusieurs mines ont été fermées.

38 - Diapo Sondages

Les sondages montrent que la majorité des Français sont favorables à la sortie du nucléaire.

39 - Diapo Bilan électrique 2016 en France

Si la part du nucléaire reste monstrueuse en France, on note quand même des évolutions satisfaisantes. D'abord le niveau de la consommation, qui reste stable depuis 2010.

Dans la production électrique annuelle, la part hydraulique est à peu près stable, de 10% à 12%, fluctuant légèrement en fonction des précipitations. L'éolien et le solaire augmentent nettement, affichant toujours plus de capacités. En production annuelle 2017, l'éolien atteint 5%, le solaire 2%, les bioénergies 1,5%.

Dans les fossiles, la part du gaz augmente (8% en 2017), notamment avec le développement des centrales à cycle combiné, beaucoup moins polluantes que les centrales au charbon. Engie vise les 100% de gaz renouvelable en France d'ici 2050 (10% en 2025, 30% en 2030).

Les énergies renouvelables produisent annuellement environ 90 TWh, soit la production de 13 réacteurs nucléaires (7 TWh est la production moyenne annuelle d'un réacteur nucléaire).

40 - Diapo Couverture des consos par ENR en France - moyenne 2017

La carte montre les couvertures de la consommation électrique par les renouvelables. La Nouvelle-Aquitaine, avec 18,2 % est proche de la moyenne nationale (18,5 %) (6,5% hydraulique, 5,7% solaire, 3,3% bioénergies, 2,7% éolien). (France : 10,1% hydraulique, 2% solaire, 1,5% bioénergies, 5% éolien)

41 - Diapo Puissances des ENR raccordées par région au 30 septembre 2017

Le graphe montre les capacités installées selon les régions. La Nouvelle-Aquitaine est la région la plus productrice dans le solaire et les bioénergies.

42 - Diapo Production solaire en France de 2006 à 2016

De 2010 à 2017, la production solaire annuelle est passée de 1 TWh à 9,2 TWh.

43 - Diapo Productions solaires par région en 2017

Ce sont bien sûr les régions du sud les plus productrices : Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur.

44 - Diapo Production éolienne en France de 2001 à 2016

De 2010 à 2017, la production éolienne annuelle est passée de 10 TWh à 24 TWh (production moyenne annuelle de plus de 3 réacteurs).

45 - Diapo Productions éoliennes par région en 2017

Les régions Hauts-de-France et Grand-Est dominant largement.

46 - Diapo Humour - Apprenons à supporter la vue d'une éolienne

Certains admirent les éoliennes, d'autres moins... L'habitude de les voir et la conscience de l'intérêt qu'elles présentent peuvent aider à les accepter.

47 - Diapo Réduction des consommations et Potentiel d'énergies renouvelables

Plusieurs scénarios établis par de nombreux experts montrent qu'il serait tout à fait possible de produire notre électricité à partir des énergies renouvelables... à condition de réduire suffisamment nos consommations électriques. Il faut en finir avec cette optique du bonheur basée sur la consommation !

48 - Diapo Scénario « Sobriété » du rapport Desessard, Sénat 2012

En 2012, le rapport parlementaire présenté par Jean Desessard comprend un scénario dit « Sobriété » sans nucléaire et avec moins de 10% de fossile^[10].

En 2015, l'Ademe, Agence de l'Environnement et de la *Maîtrise de l'Energie*, a publié un rapport intitulé « *Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050* »^[11]. Il montre que la France peut sortir du nucléaire pour un coût tout à fait raisonnable. Or le coût du nucléaire ne cesse de monter, tandis que celui des renouvelables ne cesse de baisser, sous les effets des progrès technologiques et des économies d'échelle liée à la forte augmentation des capacités installées, et de la concurrence accrue.

49 - Retour à la diapo du début « Et si on parlait du nucléaire »

Exposé « Si on parlait du nucléaire » - Renvois

1 - (Rapport parlementaire sur « la faisabilité technique et financière du démantèlement des installations nucléaires de base » du 1^{er} février 2017 : <http://www.assemblee-nationale.fr/14/rap-info/i4428.asp> . Page 47 du rapport, il est précisé qu'EDF évalue à 75 milliards le coût du démantèlement de son parc nucléaire (composé des 58 réacteurs en service et des 9 réacteurs arrêtés).

2 - Aux alentours de Fukushima, (zone impactée jusqu'à 250 km) ce sont 24 000 km² qui ont été pollués par des éléments radioactifs. Site de l'IRSN : <http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-incident-accidents/comparaison-tchernobyl-fukushima/Pages/1-impact-environnemental-fukushima-tchernobyl.aspx#.W1UA7dThCCg>

3 - Nombre de réacteurs dans le monde - Rapport WNIR (World Nuclear Industry Status Report) 2017 de Mycle Schneider : <https://www.worldnuclearreport.org/>
<http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2017/09/12/20002-20170912ARTFIG00084-nucleaire-10-reacteurs-de-plus-dans-le-monde-en-un-an.php>

4 – Note d'information EDF 2013 « L'utilisation de l'eau dans les centrales nucléaires » : <https://www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/nucleaire/Notes%20d%27information/NOTE%20GESTION%20DE%20L%27EAU.pdf>

5 – Cf. documentaire de David Gendreau « Guerre fantôme, la vente d'Alstom à General Electric » diffusé le 25 septembre 2017 sur LCP.

6 – Précisions indiquées sur le site du Cigéo : www.cigeo.com

7 – EDF a revu à la baisse le coût du « grand carénage », ne l'évaluant plus qu'à 45 milliards d'euros (Le Figaro du 18 mai 2017) : <http://www.lefigaro.fr/economie/le-scan-eco/dessous-chiffres/2017/05/18/29006-20170518ARTFIG00284-les-quatre-chiffres-a-connaître-sur-l-energie-nucleaire-en-france.php>

8 – Estimations de l'IRSN : http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/Les-accidents-nucleaires/cout-economique-accident/Pages/2-cout-economique-pour-2-scenarios.aspx#.W1UEu9ThCCg

9 – Les diapos 40, 41, 43 et 45 proviennent du document de RTE « Panorama de l'électricité renouvelable en France au 30 septembre 2017 » : http://www.rte-france.com/sites/default/files/panorama_enr_2017.pdf

10 – Rapport parlementaire Jean Desessard sur le coût réel de l'électricité, scénario « Sobriété » (page 214) : <https://www.senat.fr/rap/r11-667-1/r11-667-11.pdf>

11 – Rapport de l'Ademe « Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050 » : http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport_final.pdf

Diapo du PowerPoint à adapter

Diapo 36 – Choisir la centrale nucléaire la plus proche du lieu de la conférence-débat

Diapos placées à la fin, à utiliser éventuellement au débat

Diapo 50 – Centrales nucléaires et risques sismiques

Diapo 51 – Exposition à la radioactivité

Diapo 52 – Composition de la facture d'électricité

Diapo 53 – STEP (Système de transfert d'énergie par pompage)

Diapo 54 – Cas de référence de l'Ademe, 100 % de renouvelables en 2050

Diapo 55 – Allemagne : évolution nucléaire, renouvelables et fossiles de 1990 à 2016

Exposé - Commentaires à adapter

- Commentaire de la diapo 36 : en fonction de la centrale à proximité
- Commentaires des diapos 40, 41, 43 et 45 : en fonction de la région du lieu de la conférence.

Précisions

Diapo 28 – L'uranium extrait à La Hague (« uranium de retraitement ») n'est plus aujourd'hui utilisé, pour des raisons économiques. Vu son bas prix, il est plus avantageux d'utiliser de l'uranium importé (De plus l'uranium de retraitement doit être davantage enrichi en uranium 235 car il contient de l'uranium 236 qui est absorbeur de neutrons ; or l'enrichissement est une opération particulièrement coûteuse).

Diapo 31 – La décision d'attribuer un marché de sous-traitance à forte composante de main d'œuvre se fonde à 80% sur des critères financiers et seulement à 20% sur la qualité (pages 40 et 41 du rapport parlementaire du 1^{er} février 2017 d'information relative à la « faisabilité technique et financière du démantèlement des installations nucléaires de base).

Diapo 35 – Sur la prise du comprimé d'iode : « Au-delà de 24 h, ses effets secondaires sont plus graves que les bénéfices attendus » (site de l'IRSN)

Diapo 42 – Solaire en France
Capacité installée de 7,7 GW fin 2017. Projets d'installation : 2,7 GW

Diapo 44 – Éolien en France
Capacité installée de 13,6 GW fin 2017. Projets d'installation :
- 8,5 GW terrestre (essentiellement Hauts-de-France et Grand-Est)
- 3 GW maritime (Normandie, Bretagne et Pays de Loire)