



HAL
open science

Temporalisation des risques liés aux extrêmes climatiques et temporalités de leur régulation

Olivier Chanton, Michael Mangeon

► To cite this version:

Olivier Chanton, Michael Mangeon. Temporalisation des risques liés aux extrêmes climatiques et temporalités de leur régulation. Colloque AGORAS 2019, Colloque AGORAS 2019, 2019, NANTES, France. hal-03588489

HAL Id: hal-03588489

<https://hal.science/hal-03588489v1>

Submitted on 24 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

TITRE : **Temporalisation des risques liés aux extrêmes climatiques et temporalités de leur régulation**

AUTEURS : Olivier CHANTON (IRSN) & Michael MANGEON (Michael Mangeon)

Articulations des temporalités dans les politiques publiques

En 2014, dans un numéro spécial de la revue « Temporalités » consacré aux politiques publiques plusieurs auteurs montrent l'intérêt d'analyser la manière dont **des temporalités hétérogènes d'acteurs hétérogènes sont articulées et mises en cohérence** pour rendre possible l'élaboration et la mise en œuvre des politiques publiques (par exemple : [Collinet et al., 2014](#) ou [Commaille et al., 2014](#)).

Concernant les politiques environnementales, [Gaudin et Fernandez \(2018\)](#) montrent que ces articulations passent par des régulations fondées sur des concepts et des modélisations scientifiques autour desquels vont être conciliés les enjeux et les horizons temporels hétérogènes des parties prenantes de la gestion de l'environnement, en l'occurrence un bassin versant. Cette science qui propose d'appréhender, grâce à la modélisation, des phénomènes naturels selon des horizons temporels différenciés peut ainsi articuler des légitimités hétérogènes, de nature scientifique, économique et politique. [Gaudin et Fernandez \(2018\)](#) montrent également que la maîtrise de ces modélisations favorise certaines parties prenantes et renforce ou crée des inégalités dans la gestion des ressources naturelles (ici l'eau). Les modélisations ne sont en effet pas exemptes d'ambiguïtés, qui vont permettre à certains acteurs de s'aménager des marges de manœuvre importantes dans la gestion ultérieure de ces ressources. Elles leur sont utiles en cas de crise mais aussi « en temps de paix », en leur fournissant, par exemple, des éléments précieux de visibilité et éventuellement de contrôle sur les usages qui seront fait de ces ressources à court, moyen terme au long terme. Ceux qui savent analyser les données produites par les modèles sauront les exploiter dans une optique de prospective ou de planification économique.

Une fois inscrits dans des instruments de régulation, les choix qui ont été faits quant aux horizons temporels, aux modèles utilisés, etc..., seront naturalisés et formeront une boîte noire. On pourra oublier qu'ils ont fait l'objet d'âpres négociations et de compromis qui ne seront questionnés qu'en cas de crise. Ce point souligne l'intérêt d'analyser les dynamiques de conception et de mise en œuvre des instruments de régulation. Celles-ci sont associées à des phénomènes puissants, qui reposent sur **les effets propres de l'écoulement du temps** et jouent un rôle majeur dans la stabilité et la continuité des actions de régulation. Ainsi, le temps écoulé dans l'utilisation d'un cadre réglementaire et la matérialité des effets qu'il produit génère une grande variété d'effets « mécaniques » et systémiques en rapport avec le temps. Oublis, faits accomplis, sédimentations diverses, effets « de cliquet », irréversibilités, dépendances au sentier façonnent les infrastructures et les systèmes sociotechniques. Le « déjà-là » limite considérablement la capacité des acteurs à défaire ou à remanier en profondeur certains choix techniques. Si l'idée de procéder à ces remaniements s'impose finalement, la question de l'intégration du « nouveau » et du « déjà-là » reste généralement complexe. Stratégique, permanente et souvent insoluble, cette intégration du « nouveau » et du « déjà-là » contribue à la lenteur de certains processus de transformation sociotechniques. Le nucléaire n'échappe évidemment pas à ces phénomènes.

Il est presque trivial de considérer que le **temps constitue une ressource stratégique, tant sur le plan des discours que sur celui de l'action**, mais l'analyse concrète des stratégies et de leur mise en œuvre montre s'il en était besoin l'inventivité des institutions et des acteurs sociaux, notamment pour ce qui concerne le nucléaire (Chanton, 2018).

Sur le plan des discours, selon Barthes (2002, 2006), la question de la temporalité aurait été utilisée pour cadrer le débat politique autour du centre de stockage géologique profond, aujourd'hui appelé CIGEO et la centration des débats sur l'option du stockage géologique profond et réversible a eu des effets notables, dont celui d'occulter des questionnements plus radicaux sur les modalités même de gestion de ces déchets ou ceux sur l'avenir de la filière nucléaire électrogène. Ce cadrage s'appuierait fortement sur la promesse de progrès scientifiques, en même temps qu'il laisserait ouvert la question de l'horizon temporel de cette potentialité. Fondée sur un discours confiant dans le progrès des connaissances ou optimiste dans la capacité de la science à enchanter l'avenir de surprises heureuses, la proposition d'une réversibilité, même limitée dans le temps, du stockage géologique devient ainsi une option crédible et assez puissante pour créer un consensus politique. Par ailleurs, selon Blanck (2016), qui a réalisé une étude portant sur l'ANDRA, concepteur et exploitant de plusieurs centres de stockages de déchets radioactifs en France, l'ANDRA utiliserait le temps comme une ressource stratégique et temporaliserait la question de la gestion des déchets avec l'appui des pouvoirs publics et des politiques. En cadrant et en inscrivant dans les agendas des débats publics la question des déchets, l'ANDRA ferait avancer sa vision de la question. Pratiquée au départ principalement dans des espaces à forte visibilité et impliquant de nombreuses parties prenantes, cette temporalisation s'opèrerait également, depuis quelques années, dans la sphère plus confinée de la technique et de la régulation de la sûreté. Les finalités de cette temporalisation ne semblent toutefois pas avoir changée de nature : il s'agit de tenter de rendre irréversible l'adoption des options technologiques choisies par l'ANDRA autour de la question du stockage.

La dimension temporelle est une dimension où peuvent se déployer visions du monde, imaginaires et stratégies argumentatives, passé, présent et avenir pour nourrir stratégiquement des anticipations optimistes ou, au contraire, catastrophistes, pour trancher des conflits et emporter la décision. Le temps est donc une dimension à analyser pour appréhender le dire et le faire stratégique de la régulation, mais la question des temporalités incline également de nombreux auteurs à développer des analyses ontologiques utiles pour mieux appréhender des dimensions profondes et stables de nature institutionnelle, identitaire ou culturelle, du temps.

Temps « objectif », temps vécus, temps sociaux

Dubar (2014) distingue 3 temps : le temps « ordinaire », le temps vécu et « singulier » et le temps social.

Le premier est le temps institutionnel celui des artefacts de mesure du temps (montres, horloges, calendriers, etc.) et de la physique (depuis Galilée). Il est une construction sociale et historique s'appuyant sur les sciences physiques et fondant une série de conventions qui permettent aujourd'hui à une partie de l'humanité de se synchroniser à travers le monde ou à l'échelle d'un pays pour réaliser des activités qui requièrent un haut degré d'intégration et d'articulation notamment temporel (Elias, 1996). Ce temps surplombant, externe, apparemment objectif et quasi universel est celui auquel se réfèrent spontanément les acteurs sociaux, politiques ou économiques qui opèrent dans les systèmes techniques étendus comme le nucléaire. Ce temps a également une empreinte

puissante sur tous les âges de la vie et constitue l'un des fondements du gouvernement des hommes et des multiples formes de disciplines qui s'imposent à eux depuis la petite enfance jusqu'à la mort en passant par le travail (Elias, 1996).

Le second temps est le temps vécu. Dubar (2014) l'appelle également le temps kairologique. Il est par définition le temps intime, biographique et singulier propre à chaque personne. Toutefois, les sciences cognitives ont permis de faire émerger un temps de la régulation et de l'action, le temps de la conscience et de la créativité qui a une forte composante anticipatoire, orientée vers un futur, un probable et des horizons temporels dans lesquels se déploie l'action. S'y forment et se développent des stratégies cognitives complexes, qui pourraient bien être celles des acteurs – individus contribuant à la régulation des risques, à l'interprétation et à la négociation des significations et aux interactions qu'elles engendrent.

Le temps multiple et social constitue le troisième et dernier temps décrit par Dubar (2014). C'est le temps socio-culturel. Il a un caractère à la fois social, normatif et singulier, propre à un groupe culturel ou social qu'il est susceptible de définir. Selon Dubar (2014), il renvoie à trois dimensions : des usages du temps chronologiques, des pratiques temporelles différenciées de court ou de long terme et des horizons temporels spécifiques. Les pratiques temporelles sont ainsi des « modes d'activités dans le temps physique, des divers rapports aux autres temps et des constructions de pratiques et horizons temporels différents selon les groupes ou instances sociales » (Mercure, 1995 ; Dubar, 2014).

TEMPORALITES DE LA REGULATION

Un cadre d'analyse

Nous ferons l'hypothèse que le « petit monde » (Mangeon, 2018) qui contribue à la régulation des risques nucléaires et en particulier à la sûreté des centrales s'est construit avec le temps une temporalité singulière, une vision commune et normative concernant les pratiques et les horizons temporels et qui déterminent directement la manière de réguler les risques et la sûreté nucléaire. Nous verrons également comment les pratiques et horizons temporels peuvent être « bousculés » par des événements majeurs ou extrêmes, mais également comment ils sont redéfinis selon deux logiques « longues » : 1) celle d'une articulation poussées d'enjeux hétérogènes (économiques et techniques en particulier), mais aussi 2) celle des transformations que connaît le régime de régulation de la sûreté nucléaire depuis les années 60.

La temporalité (ici, du nucléaire) peut, selon nous, être caractérisée de manière plus précise et analytique : 1) par des pratiques spécifiques qui structurent de manière forte l'action dans la dimension temporelle (par exemple des routines de gestion) ; 2) par des dispositifs socio-organisationnels de synchronisation qui permettent aux acteurs de se coordonner (par exemple des procédures, des processus spécifiques d'évaluation, etc.); 3) mais aussi par des instruments de régulation qui permettent aux acteurs d'articuler des enjeux et des temporalités hétérogènes (guides, règles, réglementations, etc.); 4) par des horizons temporels partagés (par exemple l'horizon décennal, celui de la durée d'exploitation des réacteurs, etc.); et, en fin, 5) par des visions générales qui définissent et caractérisent des modes temporellement différenciés de régulation des risques.

Dans ce papier nous proposons de rendre visibles ces divers éléments en nous appuyant sur l'analyse d'un cas exemplaire, celui de la gestion de la canicule de 2003 et de ses effets sur la sûreté du parc nucléaire. Ce cas nous paraît avoir des caractéristiques à la fois remarquables et exemplaires du point de vue de la dimension temporelle.

Temporalités de la régulation : le cas de la canicule de 2003

La canicule de 2003 constitue un événement climatique exceptionnel par les températures enregistrées (35°C sur 2/3 des stations de Météo-France, 9 jours consécutifs à 35°C et plus à Paris), par sa durée (une quinzaine de jours) et par son ampleur géographique (elle a touché une grande partie de l'Europe de l'Ouest). Cet événement climatique extrême à l'échelle des 50 dernières années a affecté l'ensemble du territoire national, ses habitants, ses infrastructures, sa faune et sa flore et s'est accompagné d'une forte sécheresse. La forte surmortalité des personnes âgées a particulièrement occupé l'agenda politique et médiatique pendant et après l'épisode. Cet épisode a également contribué à la prise de conscience des effets du changement climatique, depuis le milieu des années 90. Il donne lieu à des projections particulièrement pessimistes car on y voit le résultat d'une évolution probablement irréversible s'accompagnant d'épisodes caniculaires allant croissant en intensité et en fréquence.

Les enjeux de la canicule de 2003 pour le parc électronucléaire

Les effets de cette période caniculaire se font également sentir, de manière importante, sur le parc électronucléaire français. S'ils font l'objet d'une couverture médiatique et politique notable, ils sont largement éclipsés par les dimensions sanitaires et politiques de la canicule. Plusieurs centrales seront arrêtées ou leur production réduite. En cause, les températures de l'eau de refroidissement rejetée en aval des centrales qui excèdent les autorisations administratives de rejet. D'autres problèmes apparaissent dans les centrales : températures de certains locaux trop élevées par rapport à des critères de sûreté ou de sécurité des personnels, températures de l'eau en amont de la centrale menaçant la capacité de refroidissement de certains matériels importants, exposition de certains matériels à des températures engendrant des risques d'explosion, d'incendie ou de vieillissement accéléré, etc.

Comme le montre le rapport du Sénat produit après l'événement (2003, pp. 67-88), les menaces sur la production d'électricité et la sécurité du réseau électrique français et européen ont été prises particulièrement au sérieux par la représentation nationale (on retrouve le même genre de débats à l'Assemblée Nationale dans les mois et années qui suivent) et le gouvernement français, au point que l'on peut lire dans le rapport que : « si la situation a été en définitive correctement gérée, il n'en reste pas moins que la catastrophe a été évitée de peu et le système a montré ses limites » (ibid., p. 67). Une partie des pertes de production effectives (estimées, dans le rapport, à environ 4%) ou potentielles (estimées entre 10 et 15000 MW) sont imputées « aux contraintes environnementales des arrêtés de rejets » (ibidem p. 69).

Les opérateurs publics de production et de distribution de l'électricité, le Secrétaire d'État à l'Industrie, la DGEMP, et la DGSNR apparaissent comme des acteurs clés et fortement connectés dans la gestion de la crise. Les opérateurs publics contribuent très directement à l'élaboration et à la

promotion du plan « Aléas climatiques » présenté par le gouvernement français à la fin Novembre 2003. La plupart des éléments de ce plan sont directement repris ou inspirés de documents prescriptifs élaborés par ailleurs par Électricité de France.

Tournons-nous maintenant vers les arènes plus confinées et discrètes, notamment les nombreuses réunions entre l'exploitant EDF et les acteurs de la régulation du nucléaire qui ont lieu tout au long de l'épisode de canicule afin de gérer la crise associée. La question énergétique se trouve traduite dans la question de l'équilibre offre / demande d'électricité, de son suivi et des risques de délestage qui peuvent rendre délicate l'exploitation des réacteurs. La question de la ressource en eau est abordée au travers de la question des arrêtés de rejet et de prélèvement dans l'environnement. EDF a obtenu un arrêté interministériel exceptionnel couvrant l'ensemble du parc électronucléaire qui lui permet de rejeter une eau plus chaude que ce qui est prévu dans ces arrêtés locaux, possibilité qu'il a finalement très peu utilisée. Au cœur de cette crise, EDF plaide pour une remise à plat, à court-moyen terme, des règles et critères qui permettent de définir ces limites dont il remet fortement en cause la légitimité en soulignant la faible pertinence et la très grande hétérogénéité selon les sites.

Au cours de ces réunions, les actions menées au quotidien sur les différentes centrales sont relatées et discutées entre la DGSNR et l'IRSN de manière particulièrement approfondie. Les difficultés du parc sont problématisées en distinguant les principaux enjeux : l'enjeu économique et industriel lié aux difficultés de production, la sûreté, la sécurité des personnels, l'environnement et la préservation des bâtiments et des matériels constituant l'outil industriel.

Un échelonnement temporel des processus de modification des instruments de régulation des risques

A partir de la crise que constitue la canicule, plusieurs processus de modification ou de conception d'instruments de régulation vont se déployer selon des temporalités extrêmement variées. En premier lieu, un processus à l'échelle du mois qui visera à modifier de manière temporaire et/ou définitive deux documents à caractère réglementaire associés à chaque centrale nucléaire, le Décret d'Autorisation de Rejets et de Prélèvements dans l'Environnement (DARPE) et les Règles Générales d'Exploitation (RGE). En second lieu un processus à l'échelle de l'année, de création d'un système de règles guidant les exploitants dans la gestion des périodes caniculaires. Enfin, en troisième lieu un processus, à l'échelle de la décennie, de création, d'évaluation et de mise en œuvre d'un nouveau référentiel de (re)conception pour les différents paliers techniques du parc électronucléaires. Ce processus débute par la conception par EDF d'un nouveau référentiel, désigné comme le « référentiel Grands Chauds ». Ce dernier processus va se dérouler en deux temps et mobiliser successivement deux systèmes d'acteurs avec, en premier lieu les ingénieries et la recherche et développement d'EDF, puis dans un second temps, les acteurs institutionnels de la régulation du nucléaire, en particulier l'ASN et l'IRSN.

Cet instrument a des caractéristiques notables. Il est conçu par l'Exploitant, modifié et mis en œuvre au rythme choisi par lui selon les contraintes et les enjeux qui sont les siens. Par ailleurs, l'Exploitant peut prendre l'initiative à tout moment de le réviser, sans que ces changements n'aient fait au préalable l'objet d'un accord de l'ASN. Ce mode de fonctionnement autonome permet donc à l'Exploitant de définir certaines des temporalités selon lesquelles le référentiel va pouvoir être déployé. Ce déploiement s'appuie sur les outils managériaux dont s'est progressivement doté EDF

depuis la création du parc. Ils vont permettre de générer et de gérer une variété de processus de modification à caractère organisationnel et documentaire selon les temporalités et les dynamiques spécifiques à ces dimensions.

Toutefois, lorsque l'exploitant est amené à intégrer dans son référentiel des modifications substantielles par rapport aux exigences et critères définis dans les décrets et arrêtés relatifs à la sûreté nucléaire, celles-ci doivent faire l'objet d'une déclaration, voire d'une demande d'autorisation, auprès de l'ASN. L'ASN peut alors mobiliser l'IRSN, en tant qu'appui technique, pour l'évaluer. De fait, entre 2006 et 2012, un long cycle d'échanges et de réunions, de formulation d'avis de l'IRSN et d'engagements d'EDF s'engage et va se conclure par un avis global de l'ASN sur le référentiel « Grands chauds » diffusé en Janvier 2013.

Ce nouveau « référentiel » sera ensuite inscrit dans le cycle des réexamens décennaux des différentes centrales nucléaires. La question des grands chauds n'a pas été abordée dans le cadre du troisième réexamen décennal des réacteurs de 900 MWe (débuté en 2005) construits dans les années 70/80 et qui sont considérés comme les plus sensibles aux phénomènes de canicule. En effet, la préparation et le lancement des études associées à ce réexamen sont concomitants à la canicule. Toutefois, EDF a anticipé, pour certains réacteurs et pour certains sites, un certain nombre de modifications matérielles, organisationnelles et intellectuelles. Par ailleurs, le référentiel « Grands chauds » a fait l'objet en 2019 d'une nouvelle réévaluation dans le cadre du 4ème Réexamen décennal qui concerne les réacteurs les plus anciens du parc, qui sont également ceux qui ont été les plus touchés par la canicule de 2003. Les dispositions et modifications résultant de ces réévaluations seront finalisées et mises en œuvre à l'horizon 2030.

Signalons enfin un dernier élément important de ces régulations, le plan d'actions élaboré par EDF immédiatement après la canicule crée un dernier processus de réévaluation des risques liés aux températures extrêmes chaudes selon une temporalité infra-décennale par le biais de la veille climatique dont la finalité est de permettre la prise en compte du changement climatique à l'échelle du territoire et du parc électronucléaire français. A partir de 2009, la veille climatique crée un nouvel horizon temporel, 30ans, qui dépasse l'horizon des réexamens décennaux et projette les acteurs de la régulation vers la fin supposée de l'exploitation de la partie du parc électronucléaire construite dans la période 70-90. Elle s'intègre également aux cycles des réexamens décennaux. En rendant possible une réévaluation régulière des prévisions concernant les températures de l'air et de l'eau à l'horizon 2030, cette veille permet aux acteurs de la régulation du nucléaire de mener un travail de réflexion et de fabrication de compromis au cas où il apparaîtrait souhaitable de procéder à des modifications du parc électronucléaire en vue d'affronter des périodes caniculaires plus longues ou plus intenses à venir.

De la caractérisation du risque à sa négociation

Dans le « Référentiel grand chaud », la canicule est appréhendée comme une conjonction de deux « agressions » : une température élevée de l'eau, une température élevée de l'air. Le référentiel Grands Chauds définit et distingue des couples durées - température (de l'eau et de l'air) appelés régimes : un régime permanent (pour l'eau et l'air), un régime de variation journalière (pour l'air) et un régime exceptionnel (pour l'air et l'eau), appelé aussi régime « canicule ». Le document intègre les résultats issus d'une veille climatique à un horizon de 30 ans qui permettent de réévaluer (à la hausse) les températures par rapport auxquelles la disponibilité des centrales doit être vérifiée. Le

document définit également les règles de cumuls d'événements accidentels ou incidentels retenus pour le dimensionnement et la démarche qui doit permettre de vérifier la disponibilité de matériels importants pour l'exploitation ou la gestion de situation accidentelles ou incidentelles. L'essentiel des problématiques techniques et de la fabrication du compromis entre EDF et l'IRSN va porter sur les cumuls et les durées des situations prises en compte, sur l'évaluation des températures dans les locaux où se trouvent les matériels importants et sur les méthodes d'évaluation de leur disponibilité. En revanche, le choix du couple température–durée ne fait pas débat et la démarche globale définie par l'exploitant est rapidement évaluée favorablement par l'IRSN et l'ASN. Il est intéressant de souligner que le nouvel instrument élaboré par l'exploitant et notamment les deux composantes que l'on vient d'évoquer recyclent le travail réalisé dans le cadre de l'élaboration du référentiel « Grands froids ». A mesure que le déploiement des modifications impliquées par le nouveau référentiel progresse, de nouvelles problématiques émergent concernant certains matériels ou locaux spécifiques et cristallisent les débats entre l'IRSN et l'exploitant. Ces problématiques mettent en lumière certaines fragilités et limites dans la conception des centrales les plus anciennes du parc, mais aussi quelques-unes plus récentes. Elles soulignent les difficultés inhérentes aux vérifications et aux redimensionnements post-conception et, plus largement, les difficultés de la gestion des décalages entre les évolutions des savoirs en matière d'agression climatique et la « mise-à-jour » de la conception d'installations vieillissantes. Ce faisant elles soulignent également la faiblesse de certaines marges, que ce soit en régime « agression » ou en régime « permanent » et en prenant en compte ou non les cumuls actuellement envisagés, après ces « mises-à-jour ».

Avant 2003

Lorsque l'on considère la manière dont étaient évalués et traités les risques associés à la canicule sur le parc électronucléaire avant 2003, force est de constater que très peu de choses existaient, hormis les règles et normes qui ont été définies et appliquées pour la conception et la construction initiale des centrales. Par ailleurs, aucun instrument à caractère réglementaire ou para-réglementaire équivalent à la RFS Inondation ou au Référentiel « Grands froids » ne guide ou codifie les pratiques à adopter à la conception des centrales en prévision de températures extrêmes chaudes de l'air ou de l'eau. Avant la canicule de 2003, il n'est pas non plus question pour l'exploitant de concevoir le même type de documents concernant spécifiquement les risques générés par une canicule. Par ailleurs, les quelques tentatives de refonte et de systématisation d'un corpus de guides ou de règles fondamentales concernant les risques naturels, faites notamment par l'IRSN, la dernière en date étant immédiatement antérieure à la canicule, ont été rejetées par l'exploitant. Ce dernier fortement mobilisé par le « REX-Blayais » considère que cette question doit plutôt faire l'objet d'un traitement au cas par cas, spécifique aux réacteurs et aux sites qui rencontreraient effectivement des difficultés. Les événements antérieurs de type Sécheresse et Canicule, en particulier ceux survenus au cours de la période allant de 1975 à 2002 (Météo-France en décompte une dizaine d'intensité forte à faible sur cette période) ne sont pas évoqués lors des réunions techniques internes consacrées aux risques associés aux aléas naturels en 2002, quelques mois avant la canicule. En revanche, l'exploitant est confronté dans les années 90 à plusieurs épisodes d'étiages importants et particulièrement concentrés sur quelques centrales. En 1997, l'exploitant fait le bilan des pertes de production d'électricité enregistrées sur la période 1990 à 1997 et plaide déjà auprès de la DGSNR pour une relaxation des critères des DARPE qu'il considère comme étant à l'origine des difficultés qu'il rencontre. En résumé, la question des risques engendrés par les épisodes de canicule est une question qui n'est pas traitée à l'échelle du parc électronucléaire d'une manière analogue à ce qui

existe depuis environ 20 années pour le risque inondation et les températures extrêmes froides. La canicule de 2003 apparaît ainsi comme l'événement initiateur qui contribue de manière décisive à la mise à l'agenda de ce problème dans les arènes « discrètes » où les acteurs de la régulation du nucléaire traitent des questions de sûreté.

Gros plan sur deux dispositifs de synchronisation : les réexamens périodiques et la veille climatique

Nous avons rapidement évoqué dans les pages qui précèdent deux des dispositifs majeurs qui permettent de réévaluer les risques climatiques après la canicule de 2003. Qu'entend-on par dispositifs de synchronisation ? Nous les définirons comme des dispositifs hybrides de nature cognitive, sociale, matérielle et organisationnelle qui visent à permettre à des acteurs aux enjeux, aux organisations, aux logiques et aux temporalités hétérogènes de se coordonner et de communiquer, sur des échelles temporelles (et spatiales) multiples et différenciées. Ces dispositifs contribuent à structurer temporellement le travail de régulation (Mangeon, 2018) opéré par les acteurs de la régulation et de réaliser les diverses activités communicationnelles relatives aux risques : définir, cadrer, résoudre des problèmes, prendre des décisions, les communiquer vers l'extérieur et les implémenter. Ils visent notamment à faciliter la communication (réunions, groupes de travail, séminaires, etc.). Ils peuvent s'opérer par divers outils des plus simples aux plus complexes : questionnaires, formulaires, base de données, dispositifs techniques divers d'échange et de communication. Ils impliquent l'existence de conventions et de nomenclatures qui permettent d'appréhender cognitivement les risques. Ils sont fortement structurés et différenciés temporellement en routines, procédures ou d'organisations stabilisés, voire institués (par exemple l'organisation de crise).

Pour illustrer cette définition, nous nous intéresserons très brièvement à deux dispositifs de synchronisation : l'un emblématique de la sûreté nucléaire depuis les années 60 et fortement institué, le second de création plus récente et qui concerne explicitement les risques climatiques. Le premier, le réexamen périodique « décennal », a été inscrit dans la loi TSN, mais existe en pratique depuis la fin des années 60. Le second a été constitué en 2004, après la canicule de 2003, il s'agit de la veille climatique.

Le réexamen décennal

La particularité du réexamen est qu'il est fortement structuré temporellement et ce, sur un horizon long. Il s'agit aujourd'hui d'un processus dont la durée devrait atteindre, pour sa 4^{ème} itération, celle concernant les réacteurs les plus anciens du parc, 20 ans. Ce dispositif appelé « réexamen périodique » permet aujourd'hui d'intégrer trois formes d'apprentissages : 1) les apprentissages liés aux activités d'exploitation et de conception sur la période des 10 années écoulées ; 2) les évolutions d'une grande variété de savoirs scientifiques et techniques susceptibles de contribuer directement à la sûreté nucléaire ; et, enfin, 3) les apprentissages par anticipation reposant sur les prédictions concernant les risques engendrés par les évolutions climatiques. Il s'agit donc d'un dispositif d'articulation de savoirs tournés à la fois vers le passé et l'avenir. Il fait référence à deux horizons bornés institutionnellement par le réexamen précédent et par le suivant. Depuis les années 1980/1990, il s'opère en deux temps qui permettent de synchroniser les efforts et les

communications de deux systèmes d'acteurs bien distincts au sein du système de régulation : des acteurs centraux et nationaux, pour la phase dite « générique », et des acteurs à la fois locaux et centraux pour la phase dite « spécifique ». Cette différenciation implique un allongement temporel conséquent du processus. Pour les VD4 900, les travaux des acteurs de la régulation ont débuté aux environs de 2012 et ils s'achèveront en 2031 sur le dernier réacteur de 900 MWe construit, celui de Chinon. La phase « générique » aura duré environ 10 ans et s'achèvera par la publication d'un document de l'ASN compilant les procédures réglementaires ainsi que les modifications techniques et organisationnelles qui auront été discutées et définies entre 2012 et 2021. La phase « spécifique » débutera en 2019, par la mise en œuvre sur le réacteur « tête de série » des procédures et modifications élaborées en phase « générique ». Ce long processus de « concrétisation » se terminera alors que le processus de réexamen suivant, la VD5 900, aura démarré.

La veille climatique

Pour sa part, le dispositif de veille climatique proposé par EDF quelques mois après la canicule de 2003, et dont plusieurs exercices ont été réalisés depuis, offre trois temporalités bien distinctes qui vont alimenter en données et en savoirs scientifiques « à jour » différents dispositifs de synchronisation contribuant à la réévaluation des aléas climatiques. La première temporalité est non prévisible et repose sur l'occurrence d'événements extrêmes. Elle pourrait apparaître comme une temporalité « réactive ». En réalité, elle se trouve intégrée aux routines que les acteurs de la régulation du nucléaire désignent par l'appellation « retour d'expérience ». Les récents épisodes caniculaires de Juin et Juillet 2019, qui ont vu plusieurs records de températures maximales tomber dans des zones proches des centrales d'EDF, pourraient par exemple faire l'objet d'une analyse spécifique dans le cadre de la veille climatique. La seconde temporalité s'appuie sur les travaux du GIEC, travaux qui aboutissent à des modèles climatiques remaniés et à une révision de l'estimation des risques engendrés par le changement climatique. L'horizon correspondant est celui des évolutions d'un savoir scientifique fortement institutionnalisé, scandées et rythmées par la publication du rapport du GIEC, environ tous les 5 ans. La veille climatique pourrait ainsi être l'occasion pour EDF de reprendre ses calculs en s'appuyant sur les modèles, les données, les scénarios et les classifications diverses remaniés par le GIEC. Une troisième temporalité s'articule à l'horizon institutionnel spécifique au nucléaire : le réexamen décennal. Les dynamiques de la veille climatique sont donc multiples. Elles sont définies pour des horizons et des périodicités différenciées qui facilitent l'anticipation et la synchronisation entre les acteurs. Toutefois, et c'est particulièrement vrai pour le retour d'expérience, les horizons de réalisation des travaux de la veille climatique restent sous le contrôle d'EDF qui en est le seul maître d'œuvre et peut décider de réviser ou non ses évaluations. Enfin ces horizons sont arrimés a priori aux horizons des routines et procédures fortement institutionnalisés, tantôt de nature endogène, tantôt de nature exogène au nucléaire.

TEMPORALISATION DES EVENEMENTS CLIMATIQUES EXTREMES

Période de retour et changement climatique

La canicule de 2003 a amené EDF à revoir de manière profonde la façon dont est évaluée la capacité d'une centrale à fonctionner de manière sûre lors de longs épisodes de températures élevées ou en cas de températures chaudes extrêmes. Le point de départ de la démarche proposée par EDF consiste à définir des aléas dits de « référence » : une température de longue durée (TLD) et un régime exceptionnel caractérisé notamment par une température extrême (TE). Dans ce qui suit, nous nous intéresserons tout particulièrement à la définition de la température extrême, aléa par définition rare, qui implique de choisir une période de retour statistique de grande ampleur. En effet, plus la période de retour choisie sera longue, plus l'aléa considéré sera rare et extrême.

La notion de période de retour est essentielle pour définir les aléas auxquels une installation pourrait être exposée au cours de la période pendant laquelle elle devra être exploitée. Évidemment, plus les aléas considérés seront importants (élevés), plus les protections de l'installation devront être robustes et donc potentiellement coûteuses. Il en va ainsi pour le dimensionnement et les protections des centrales nucléaires contre la plupart des aléas : inondation, séisme mais aussi températures extrêmes de l'air ou de l'eau. S'agissant des températures extrêmes hautes, le choix d'une période de retour longue implique de dimensionner les systèmes de refroidissement de l'air des locaux et des matériels qui s'y trouvent en conséquence, mais aussi d'utiliser des matériaux et des matériels qui tolèrent des températures élevées pendant de longues périodes sans que cela n'altère leur état à court, à moyen et à long terme. Ces choix auront des conséquences directes et indirectes, économiques, techniques organisationnelles, s'agissant d'un système sociotechnique complexe dont les diverses parties sont interdépendantes. La définition d'une période de retour, dite « de référence », constitue donc un élément essentiel pour la régulation d'un risque d'origine climatique et pour la conception des instruments qui vont servir à cette régulation. Les considérations stratégiques et notamment économiques ne sont pas non plus totalement étrangères à ces choix et à leurs révisions. Aujourd'hui les débats autour du choix de la période de retour de référence pour les températures extrêmes chaudes restent très ouverts et constituent un cas exemplaire, que nous allons analyser, qui illustre la manière dont les acteurs tentent d'articuler des enjeux et des temporalités hétérogènes. Qui plus est, depuis 2003, les incertitudes liées au changement climatique se sont accrues et fournissent, dans les débats qui animent la conception de ces instruments, des points d'appuis argumentatifs stratégiques pour les différents acteurs de la régulation (Chanton, 2018).

Définitions

La période de retour caractérise le temps moyen entre deux occurrences d'un événement naturel d'une intensité donnée. Par exemple, si une température de 40 degrés a une période de retour de 10 ans (ou décennale), c'est que cette température est atteinte ou dépassée en moyenne tous les 10 ans. Cela ne veut pas dire que cette température se produira nécessairement une fois toutes les dix années, ni même qu'elle se produira certainement au cours de la période définie. Dans cette définition la probabilité d'occurrence moyenne pour une année quelconque est de 1/10 et on considère qu'elle reste la même tout au long de la période de 10 ans. Le phénomène dont doit rendre compte la statistique est considéré comme stationnaire : ses caractéristiques statistiques n'évoluent pas dans le temps. Autrement dit, le temps reste une dimension neutre. Les enjeux, les

risques et les menaces associés à l'aléa n'évoluent pas avec le temps. On suppose également que les facteurs qui déterminent l'aléa n'évolueront pas au cours de la période couverte. En revanche, on parlera de non-stationnarité lorsque la probabilité d'occurrence d'un événement évolue avec le temps.

Si la définition statistique de la période de retour fait largement consensus lorsque les phénomènes analysés sont considérés comme stationnaires, il en va tout autrement lorsqu'ils sont non-stationnaires, autrement dit lorsqu'ils évoluent avec le temps, ce qui est le cas pour certains phénomènes météorologiques affectés par le changement climatique. Comme on va le voir, dans ce second cas, c'est la notion même de période de retour qui doit être redéfinie et précisée.

Non-stationnarité et changement climatique

Le changement climatique implique, par exemple, de considérer comme non stationnaire l'évolution des températures de l'air au cours des prochaines décennies ou à l'horizon 2100. Étant données les analyses menées, notamment depuis 2003, la probabilité d'occurrence d'un événement de type canicule est aujourd'hui plus élevée comparée à ce qu'elle était, par exemple, dans les années 70, au moment de la conception des REP EDF.

Les implications de ces constats concernant le choix d'une période de retour sont considérables. Pour une période de retour donnée, la probabilité d'occurrence de l'événement redouté ne sera pas la même selon la date que l'on considère. Autrement dit, l'idée de probabilité invariable dans le temps est remise en cause et il devient nécessaire d'analyser plus finement ses évolutions et/ou les facteurs qui affectent le phénomène que l'on tente de probabiliser. Ces éléments s'ajoutent à la difficulté de proposer des périodes de retour longues (par exemple 10000 ans comme ce qui est proposé par la WENRA pour l'ensemble des aléas de nature climatique) puisque l'on est immanquablement confronté aux limites des savoirs disponibles et aux incertitudes concernant l'évolution dans le temps des phénomènes probabilisés. Ces incertitudes conduisent les acteurs à explorer et à intégrer de nouveaux savoirs, mais aussi à être plus prudents dans le choix d'une période de retour. Le choix de périodes de retour longues fait dans le secteur nucléaire est également plus difficile à tenir car il peut avoir des conséquences imprévisibles, difficiles à anticiper ou intenable. Nous verrons un peu plus loin pourquoi.

Prédictions des aléas extrêmes : de l'extrapolation à la modélisation du climat

Pour mieux connaître et prédire l'augmentation de la probabilité d'un épisode de grand chaud dans le temps, il est nécessaire d'analyser plus finement les données disponibles mais aussi d'avoir recours à de nouveaux types de données. Ce travail est réalisé en utilisant les enregistrements des températures mesurées depuis les années 50 (lorsqu'elles existent) ou 60, en France mais également, en utilisant les données produites grâce aux modèles climatiques, qui ont un caractère global, développés dans le cadre des travaux du GIEC. Ces modèles globaux sont ensuite couplés à des modèles régionaux, qui permettent d'accroître considérablement la résolution spatiale des estimations de température moyenne pour une zone donnée et de les projeter sur des horizons temporels longs mais limités (par exemple 2050, 2070 ou 2100).

La prédiction des températures et le calcul des périodes de retour sont ainsi en passe de changer en profondeur. Ils ne s'appuient plus exclusivement sur des extrapolations statistiques fondées

exclusivement sur les enregistrements de températures passées, mais également sur les prédictions de températures produites grâce à la modélisation climatique. Les chercheurs ont par ailleurs une connaissance accrue des limites et des difficultés de l'extrapolation/prédiction des températures pour des périodes de retour importantes. Il en résulte une plus grande prudence et le choix d'horizons temporels limités, pour lesquels ces incertitudes sont quantifiables et considérées comme « raisonnables ».

La question du choix d'une période de retour pour les températures extrêmes anime de nombreux débats entre acteurs du nucléaire et montre de manière assez évidente les enjeux qu'ils tentent d'articuler et l'horizon temporel qui rend possible ces articulations et vers lequel ils convergent. Nous allons nous concentrer brièvement sur les trois principaux dossiers, dans lesquels les débats autour des périodes de retour se déploient.

Deux mises en débat de la temporalisation du risque

Les quatrièmes réexamens décennaux des réacteurs les plus anciens du parc

Les données fournies par l'exploitant sur l'état de ces réacteurs lors de ces réexamens doivent permettre à l'ASN d'autoriser ou non EDF à les exploiter 10 ans de plus, c'est-à-dire au-delà des 40 années initialement prévues. Pour ce qui concerne les températures de l'air, de nombreux débats ont tourné autour de la question du choix d'une période de retour. Depuis 2012, EDF privilégie une période de retour trentennal¹ tandis que l'IRSN considère qu'une période de retour centennale est souhaitable étant donné l'état des connaissances actuelles dans le domaine statistique et sur le réchauffement climatique. La période de retour choisie par EDF coïncide avec un horizon temporel technico-économique correspondant à la limite au-delà de laquelle les centrales les plus anciennes, celles conçues il y a 40 ans devraient toutes être fermées, c'est-à-dire à l'horizon 2040. La période de retour proposée par l'IRSN, qui paraît maximiser ce qui est faisable sur le plan scientifique et en termes d'extrapolations statistiques, n'est pas contrainte par l'horizon temporel de la fermeture des centrales. Elle est par ailleurs cohérente avec la période de retour centennale mobilisée pour l'EPR.. Au cours des deux dernières années, un débat difficile s'est instauré entre l'IRSN et EDF notamment du fait qu'EDF refusait l'idée même de remettre en cause la période de retour choisie. Il semble que la situation se soit récemment dénouée par l'engagement d'EDF de prendre en compte une période de retour de 100 ans. La convergence entre l'IRSN et EDF repose sur un découplage entre période de retour et horizon temporel. L'idée d'EDF est de définir un aléa de référence en intégrant sur les 30 prochaines années (sous la forme d'une moyenne) l'augmentation des probabilités d'un aléa extrême liées aux évolutions climatiques (Parey et al., 2010). Autrement dit, l'aléa défini par EDF était l'aléa intégrant le changement climatique des 30 années à venir, tel qu'il peut être calculé aujourd'hui. In fine, la solution retenue actuellement consisterait à définir un aléa centennial intégrant les évolutions climatiques des années courant jusqu'au prochain réexamen décennal. L'horizon temporel commun aux acteurs devient donc l'horizon temporel du dispositif « décennale » de synchronisation des activités de régulation et s'appuie sur un horizon institutionnel défini dans la

¹ Les valeurs retenues par EDF intègrent également des incertitudes associées à ce calcul sous la forme d'un intervalle de confiance. Cet aspect est négligé dans les éléments présentés ci-après pour ne pas complexifier la présentation

loi TSN (2006) d'une réévaluation tous les 10 ans des aléas de référence. Il est possible de s'interroger sur la question de savoir si l'horizon de 30 ans proposé par EDF à partir de 2008/2009 (contre les 100 ans choisis par EDF pour l'EPR, et contre les 100 ans considérés comme atteignables par l'IRSN) ne résulte pas de calculs économiques et notamment de l'estimation des coûts engendrés par les modifications rendues nécessaires pour revoir les installations existantes et leur permettre d'affronter des températures correspondant à des périodes de retour plus longues ou à des températures de l'air à la fois plus élevées et plus fréquentes que ce qui avait été calculé à la conception des premières centrales nucléaires dans les années 70. Ces arbitrages paraissent d'autant plus contraints aujourd'hui que les prix de l'électricité sur les marchés internationaux restent bas et que la perspective de nombreuses fermetures de centrales à partir de 2030 se rapproche depuis la loi TECV.

L'évaluation de la conception des EPR

Le second dossier concerne les températures calculées et retenues pour la conception de l'EPR Nouveau Modèle (EPR NM) et pour la conception de l'EPR de Flamanville. Deux éléments frappent lorsque l'on compare les processus d'évaluation des chaleurs extrêmes pour ce nouveau type de réacteur : la période de retour et l'horizon temporel de la réévaluation mais également les méthodes déployées pour évaluer les risques et dimensionner les installations diffèrent sensiblement de ce que nous avons vu concernant les centrales en cours d'exploitation. Ils correspondent, du point de vue des acteurs, à un renforcement des exigences. Il faut toutefois distinguer l'EPR NM de son prédécesseur. L'EPR NM n'est aujourd'hui qu'un concept avancé et il est impossible de dire si EDF pourra lancer la construction de l'un de ces réacteurs dans un avenir proche. Les acteurs de la régulation ont engagé un processus d'expertise sur ce concept qui vise à évaluer son dimensionnement et les exigences de conception définies par EDF et Framatome. Concernant les aléas climatiques, les exigences que le régulateur considère comme devant faire partie du processus d'évaluation de la sûreté des réacteurs ont fortement évolué au cours des 40 années d'exploitation des centrales nucléaires en France : elles intègrent de nouveaux aléas en comparaison des règles appliquées dans les années 70. Les températures de dimensionnement (de conception) définies par EDF pour l'EPR NM s'avèrent nettement plus élevées que celles retenues après 2003, pour le redimensionnement des réacteurs en cours d'exploitation. Ces évolutions résultent en grande partie des périodes de retour et des horizons temporels retenus pour l'EPR mais aussi des marges de manœuvre technico-économiques supérieures qui existent lorsqu'il s'agit de dimensionner à la conception. A partir de 2005, EDF a choisi de calculer une période de retour centennale pour l'horizon temporel 2100. Cet horizon coïncide avec la fin supposée de la période pendant laquelle l'EPR en cours de construction sera exploité. Cette approche a été conservée pour l'EPR-NM, même si une majoration de 2° C a été ajoutée dans le but d'atteindre le niveau d'exigence WENRA (10^{-4}). Cette articulation de la période de retour et de l'horizon du projet, qui conduit à définir des aléas plus extrêmes et rares, n'est possible qu'à condition de combiner deux méthodes de prédiction des températures : l'extrapolation statistique et la modélisation climatique. La temporalisation liée à l'horizon choisi fait donc coïncider l'évaluation du risque avec la fin probable de l'exploitation de l'EPR telle qu'elle peut être anticipée aujourd'hui et diffère quantitativement mais aussi qualitativement, par les méthodes et outils utilisés, de ceux retenus pour les centrales du parc actuel. Une réévaluation de la température de dimensionnement a été réalisée par EDF en 2017 en s'appuyant sur les plus récentes modélisations climatiques proposées par le GIEC dans son rapport de 2014, en prenant pour hypothèse le scénario RCP 8.5, scénario le plus pessimiste et le plus

pénalisant. Celui-ci considère en effet que la production de gaz à effets de serre continuera à augmenter d'ici la fin du siècle. Les travaux d'EDF reposent également sur les modèles régionalisés pour la France construits à partir des variantes du modèle climatique général développées par Météo-France et l'IPSL. Les températures retenus actuellement pour l'EPR NM correspondent à des maximas qui aujourd'hui n'ont pas été atteints et mesurés en France et pourraient être révisés à la baisse ou à la hausse en fonction du site choisi et des résultats de nouvelles études. EDF affirme qu'elles approchent un maximum physique possible pour la France.

CONCLUSION

Pour caractériser les temporalités de la régulation des risques d'origine climatique, nous avons proposé qu'elles pourraient être définies selon 5 dimensions : 1) par des pratiques spécifiques qui structurent de manière forte l'action dans la dimension temporelle (par exemple des routines de gestion) ; 2) par des dispositifs socio-organisationnels de synchronisation qui permettent aux acteurs de se coordonner (par exemple des procédures, des processus spécifiques d'évaluation, etc.) ; 3) mais aussi par des instruments de régulation qui permettent aux acteurs d'articuler des enjeux et des temporalités hétérogènes (guides, règles, réglementations, etc.) ; 4) par des horizons temporels partagés (par exemple l'horizon décennal, celui de la durée d'exploitation des réacteurs, etc.) ; et, enfin, 5) par des visions générales qui définissent et caractérisent des modes temporellement différenciés de régulation des risques.

Nous avons ensuite proposé de rendre visible ces divers éléments en nous appuyant sur l'analyse du cas de la gestion de la canicule de 2003 et de ses effets. Ce cas nous paraît en effet avoir des caractéristiques à la fois remarquables et exemplaires du point de vue de la dimension temporelle.

Notre travail donne à voir la manière dont l'action et les pratiques concrètes des acteurs de la régulation se déploient dans le temps. Il met en évidence l'importance des dispositifs socio-matériels de synchronisation qui permettent aux acteurs de se coordonner. Enfin, il donne à voir la manière dont sont structurés représentations, croyances et savoirs, sur la question de la dynamique des phénomènes qui sont à l'origine du risque à réguler, en l'occurrence le phénomène des canicules.

On a vu, s'agissant du travail de régulation autour de l'événement singulier que constitue la canicule de 2003, qu'il se déploie selon divers étagements temporels que l'on pourrait caractériser comme des modalités de gestion complémentaires et concentriques suivant des logiques courts, moyens, longs et très longs termes. Cela se traduit par un accroissement de la portée temporelle (durée et horizons temporels aussi bien passés que futurs) des dispositifs socio-matériels de synchronisation qui permettent aux acteurs de se coordonner sur des horizons de plus en plus longs. La complexité et l'horizon temporel de ces dispositifs culminent avec les réexamens décennaux qui en réalité couvrent les 20 années qui vont s'écouler entre le lancement du réexamen et la finalisation des programmes de travaux sur la dernière tranche concernée.

Dans ce travail, l'articulation entre concepts et données reste toutefois en cours de maturation. Ces articulations pourraient être approfondies selon plusieurs axes.

Un premier axe pourrait consister à approfondir, à définir et conceptualiser les cadres cognitifs qui permettent aux acteurs de penser et de gérer la sûreté en général, mais aussi dans des situations

particulières, sur le plan de leurs articulations temporelles. Nous pensons en effet que les diverses manières de penser et de gérer la sûreté, qu'il s'agisse 1) des standards et des normes, 2) des risques ou 3) d'évaluer / développer les capacités de résilience et d'adaptation du système sociotechnique, articulent d'une manière spécifique passé, présent et avenir. Nous considérons, par exemple, que les notions même de standards et de normes constituent une manière spécifique de temporaliser (pour le maîtriser) le danger. Cette approche repose fortement sur le passé, sur ce qui y a été fait, sur ce que l'on en connaît, sur les acquis de l'expérience développés avec le temps, sur les efforts passés mais également sur l'analyse du retour d'expérience et les leçons tirées du passé. Pour reprendre l'expression de Giddens (1994), on pourrait dire qu'ici le passé colonise le présent et l'avenir et les rends prévisibles. Le passé, le présent et l'avenir se conditionnent sans ruptures majeures. On pourrait mener la même analyse pour les deux autres façons de penser et de gérer la sûreté et ainsi les caractériser par un régime de temporalité spécifique plutôt centré sur le présent ou le futur.

Un second axe pourrait concerner la manière dont la portée temporelle croissante de l'action et des dispositifs de coordination se construit en parallèle de niveaux croissants de généralité et d'abstraction des représentations concernant la canicule de 2003. Celle-ci a été assimilée au travers d'un ensemble de catégories cognitives (aléa, agression) qui ont permis de s'écarter progressivement de la singularité de l'événement. D'autres catégories ont permis de le réduire à des éléments quantitatifs probabilisables et traitables par les statistiques (température). A partir de ces « données », il a été possible de définir des températures de redimensionnement qui permettent aujourd'hui d'utiliser ou de spécifier un large ensemble d'outils de calcul, de matériels, de sous-systèmes techniques (ventilations, températures admissibles). Il semblerait donc qu'avec le temps, les actions, dispositifs socio-organisationnels, cadres cognitifs et instruments de la régulation se détachent de leur objet initial : l'événement singulier, son contexte et ses effets concrets. Ces distanciations apparaissent comme une série d'étapes indispensables qui facilitent l'établissement de « commensurations » qui vont ensuite permettre d'articuler dimensions réglementaires, scientifiques, techniques, économiques et politiques. Ce travail de détachement accroît également la légitimité de la régulation (Bourdieu, 1986), en même temps que sa portée temporelle et spatiale (Thévenot, 1995). Il facilite de nombreuses opérations de formalisation : mises en forme et inscriptions dans des textes réglementaires ou para-réglementaires, dans des démarches ou procédures d'évaluation des risques, démarches de conception et de redimensionnement des installations, ou encore, des formes matérielles et techniques dites « génériques », qui auront vocation à être « déclinées » sur l'ensemble du parc électronucléaire. Ce « détachement » définit certaines évolutions profondes du régime de régulation de la sûreté, de ses origines à aujourd'hui (Mangeon, 2018).

Un dernier axe de développement pourrait concerner la thématique de l'adaptation au changement climatique. On a vu que celui-ci questionne profondément les horizons temporels ainsi que l'épistémologie des acteurs de la régulation. On l'a vu sur la question des outils et des méthodes de prédiction et en particulier pour le calcul des aléas servant de référence dans le processus d'adaptation des installations existantes ou la conception de nouvelles centrales. Les mêmes changements sont susceptibles d'affecter l'ensemble des projets d'infrastructures en regard du changement climatique. Toutefois, ce dernier affecte également la manière dont peuvent être articulés enjeux politiques, économiques et techniques, tant leurs couplages semblent se renforcer à mesure que la crise écologique accélère et se rapproche de nous (Latour, 2017).

- Barthe, Y. (2002). Rendre discutable. Le traitement politique d'un héritage technologique. *Politix. Revue des sciences sociales du politique*, 15(57), 57-78.
- Blanck, J. (2016). Gouverner par le temps. *Gouvernement et action publique*, (1), 91-116.
- Boudia, S., & Jas, N. (2015). Gouverner un monde contaminé. Les risques techniques, sanitaires et environnementaux. *Dominique Pestre et al*, 381-397.
- Bourdieu, P. (1986). La force du droit. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 64(1), 3-19.
- Chanton, O. (2018). What does the French nuclear regulatory system learn from extreme climatic events: A case study of the 2003's heatwave and drought? *Colloque AGORAS 2018*, 13-14 Décembre, Montrouge.
- Collinet, C., Schut, P. O., Pierre, J., & Caluzio, C. (2014). L'articulation des temporalités dans les politiques de prévention du vieillissement. La prise en compte des activités physiques et sportives comme outil d'anticipation du bien vieillir. *Temporalités. Revue de sciences sociales et humaines*, (19).
- Commaille, J., Simoulin, V., & Thoemmes, J. (2014). Les temps de l'action publique entre accélération et hétérogénéité. *Temporalités. Revue de sciences sociales et humaines*, (19).
- Dubar, C. (2014). Du temps aux temporalités: pour une conceptualisation multidisciplinaire. *Temporalités. Revue de sciences sociales et humaines*, (20).
- Elias, N. (1996). *Du temps*, traduit de l'allemand par Michèle Hulin. Paris: Fayard.
- Gaudin, A., & Fernandez, S. (2018). En attendant les barrages. Gouverner les temporalités de la gestion de la pénurie en eau dans le sud-ouest de la France. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 9(2).
- Giddens, A. (1994). *Les conséquences de la modernité*. Paris : L'Harmattan.
- Latour, B. (2017). *Où atterrir?: comment s'orienter en politique*. La découverte.
- Mangeon, M. (2018). Conception et évolution du régime français de régulation de la sûreté nucléaire (1945-2017) à la lumière de ses instruments : une approche par le travail de régulation. Paris Sciences et Lettres, Paris.
- Mercure, D. (1995). *Les temporalités sociales*. Paris: L'Harmattan.
- Parey, S., Hoang, T. T. H., & Dacunha-Castelle, D. (2010). Different ways to compute temperature return levels in the climate change context. *Environmetrics*, 21(7-8), 698-718.
- Thévenot, L. (1995). Des marchés aux normes. *La Grande Transformation de l'agriculture: lectures conventionnalistes et régulationnistes*, Paris, INRA/Economica, 33-51.