Revue COSSI

N° 5 | 2018
Processus de normalisation et durabilité de l'information

Définir une norme pour l'éternité ? L'exemple des messages d'avertissement autour des sites de stockage de déchets nucléaires

David ROCHEFORT

Édition électronique :
URL :
https://revue-cossi.numerev.com/articles/revue-5/76-definir-une-norme-pour-l-eternite-l-exemple-des-messages-d-avertissement-autour-des-sites-de-stockage-de-dechets-nucleaires
DOI : numerev_1617
Date de publication : 30/11/2018

CertiScience© *Certifié évalué par les pairs*

Cette publication est sous licence **CC BY-NC-ND** (Attribution - No commercial - No derivatives).

Pour **citer cette publication** : ROCHEFORT, D. (2018) Définir une norme pour l'éternité ? L'exemple des messages d'avertissement autour des sites de stockage de déchets nucléaires. *Revue COSSI*, (5). https://doi.org/10.34745/numerev_1617

Le secteur du nucléaire est confronté à la question de la durabilité par la nature des déchets produits, par leur toxicité, par leur durée de vie et par la nécessité de leur gestion et de leur supervision. Plusieurs normes internationales s'appliquent à la signalisation du danger nucléaire – le fameux « trèfle » noir et jaune (ISO 361) complété depuis 2007 par un second symbole (ISO 21482) afin d'être compris de façon plus universelle. Mais pour les déchets de haute activité à vie longue, la solution majoritairement admise aujourd'hui – le stockage géologique en couche profonde – pose une question de communication : si les déchets sont confinés sous terre pour des millions d'années, comment prévenir de l'existence et de l'emplacement de ces sites afin d'éviter toute intrusion humaine future, volontaire ou accidentelle ? Quel peut être le processus de normalisation quand l'objet de la norme – ici, le déchet nucléaire – et l'enjeu de la norme – ici, la bonne gestion de ce déchet, la préservation du mode de vie des générations futures – s'étendent sur une période d'un million d'années ? Comment établir une norme destinée à des « usagers » dont on ne sait rien ? Face à cette double nécessité/impossibilité de normaliser, les différents acteurs internationaux (AIEA ou AEN) ou nationaux (Andra) ont recours à l'apport des sciences humaines, mais sans nécessairement tirer profit de leurs travaux, notamment pour ce qui concerne les sciences de la communication et, particulièrement, les recherches à mener sur le destinataire de ces messages d'avertissement et sur la communication avec l'absent.

The nuclear sector is confronted with the question of sustainability by the nature of the waste produced, by its toxicity, by its lifespan and by the need for its management and supervision. Several international standards apply to nuclear danger signaling - the famous black and yellow "trefoil" (ISO 361), which has been supplemented since 2007 by a second symbol (ISO 21482) to be understood more universally. But for high-level waste, the solution now widely accepted - deep geological disposal - raises a question of communication: if the waste is confined underground for millions of years, how can we prevent the existence and location of these sites in order to avoid any future human intrusion, be it voluntary or accidental? What can the standardization process be when the subject of the standard - here, nuclear waste - and the challenge of the standard - here, the proper management of this waste, the preservation of the way of life of future generations - extend over a period of one million years? How can a standard be established for "users" about whom one knows nothing? Faced with this double need/impossibility of standardization, the various international (IAEA or NEA) or national (Andra) actors have recourse to the contribution of the human sciences, but without necessarily benefiting from their work, particularly the communication sciences, the research on the recipient of these warning symbols and communication with a missing

recipient.

Mots-clés :
Normalisation, Durabilité, Stockage de déchets nucléaires, Symboles de danger, Destinataire, Usager, Sustainability, Nuclear waste storage, Hazard symbols, Standardization, Recipient, User

INTRODUCTION : LA DURABILITÉ AU COEUR DE LA NORMALISATION

Le secteur du nucléaire est confronté à la question de la durabilité par la nature des déchets produits, par leur toxicité, par leur durée de vie et par la nécessité – communément admise depuis la conférence de Monaco en 1959 – de leur gestion et de leur supervision. Pour les déchets de haute activité à vie longue, la solution majoritairement admise aujourd'hui – le stockage géologique en couche profonde – pose une question de communication : si les déchets sont confinés sous terre pour des millions d'années, comment prévenir de l'existence et de l'emplacement de ces sites afin d'éviter toute intrusion humaine future, volontaire ou accidentelle ? Quel peut être le processus de normalisation quand l'objet de la norme – ici, le déchet nucléaire – et l'enjeu de la norme – ici, la bonne gestion de ce déchet, la préservation du mode de vie des générations futures – s'étendent sur une période d'un million d'années ? Comment établir une norme destinée à des « usagers » dont on ne sait rien ? Face à cette double nécessité/impossibilité de normaliser, les différents acteurs internationaux – Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ou Agence de l'énergie nucléaire (AEN) – ou nationaux – Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) – ont créé des groupes de travail qui, avec des méthodes et des moyens différents, visent à résoudre ce « forever problem » (Healey, 2013).
Nous entendons montrer dans cet article comment ces acteurs internationaux ont procédé pour élaborer des normes de sécurité informant du danger de la radioactivité, puis comment, analysant les incompréhensions et échecs rencontrés, ils ont su s'amender pour s'adapter aux usagers et mettre en place une nouvelle signalisation. Nous montrerons ensuite comment, pour ce qui concerne la protection de sites sur des échelles de temps beaucoup plus longues, le fait que l'usager soit absent et, par nature, insaisissable pousse ces institutions à développer des modèles théoriques paradoxaux, qui considèrent qu'il est à la fois nécessaire et inutile d'anticiper les usages du site et de connaître l'usager.

Pour le législateur français, la normalisation paraît associée à la durabilité dans sa définition même. Ainsi, le décret n° 2009-697 du 16 juin 2009 relatif à la normalisation

la définit comme suit :

> « La normalisation est une activité d'intérêt général qui a pour objet de fournir des documents de référence élaborés de manière consensuelle par toutes les parties intéressées, portant sur des règles, des caractéristiques, des recommandations ou des exemples de bonnes pratiques, relatives à des produits, à des services, à des méthodes, à des processus ou à des organisations. Elle vise à encourager le développement économique et l'innovation tout en prenant en compte des objectifs de développement durable. » (nous soulignons)

On peut trouver un exemple de norme « prenant en compte des objectifs de développement durable » avec la norme ISO 24113 s'appliquant aux débris spatiaux. Alors que des dizaines de milliers d'objets de plus de dix centimètres ont pu être repérés par des radars et télescopes, la norme ISO 24113, adoptée en 2013, « a pour objectif de garantir que la conception, l'exploitation et l'élimination des engins spatiaux et des étages des lanceurs qui servent à leur mise en orbite (et sont éjectés après propulsion) ne génèrent pas de débris dans leur durée de vie en orbite » (Tranchard, 2013). Cet impératif engendre des surcoûts et, afin d'éviter toute concurrence déloyale entre acteurs, seule une action de normalisation consensuelle et adoptée internationalement peut contraindre les différentes parties prenantes à accepter d'assumer le surcoût lié à la préservation de l'écosystème spatial (Wheeler, 2016).
Par ailleurs, sur ce volet de la durabilité et de l'articulation existant entre normalisation et développement durable, il faut noter la place à part qu'occupe la norme ISO 26 000 – adoptée en 2010 par la quasi-totalité des pays du globe, en complément du Pacte mondial élaboré par l'Organisation des Nations unies en 2000. Concernant la responsabilité sociétale des organisations, elle regroupe un ensemble de bonnes pratiques que les organisations (entreprises, collectivités, etc.) peuvent adopter en matière de lutte contre la corruption, de respect des droits de l'homme, de conditions de travail. L'une des sept « questions centrales de responsabilité sociétale » concerne la préservation de l'environnement et la norme elle-même a pour objectif « de contribuer au développement durable » (ISO, 2014). Non certifiable (contrairement à la norme ISO 14001 sur le management environnemental), elle fait office de « *méta-norme* », de ligne directrice exprimant la centralité du développement durable pour la normalisation.
Le développement durable se trouve ainsi placé au cœur de la définition de la normalisation, et l'action de normalisation se trouve placée au cœur des pratiques visant à assurer à l'écosystème terrestre un développement durable.
Comment cette articulation, qui semble donc principielle, entre développement durable et normalisation joue-t-elle dans le secteur du nucléaire ? Si dès 1946, des efforts sont entrepris pour chercher à limiter la prolifération nucléaire (c'est l'objet du plan Baruch, proposé à la présidence américaine), le fait est que le développement du nucléaire militaire et, depuis les années 1950, du nucléaire civil a désormais produit l'équivalent de 22 000 mètres cubes de « déchets ultimes », qui restent hautement radioactifs pendant plusieurs centaines de milliers d'années (World Nuclear Association, 2017 ; Monsaingeon, 2017). C'est l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) qui est chargée d'édicter les normes de sûreté, par le biais de sa Commission des normes de sûreté (Commission on Safety Standards, CSS). L'AIEA travaille depuis longtemps en

partenariat avec l'Organisation internationale de normalisation (International Standard Organization, ISO).

COMMUNIQUER LE DANGER AUJOURD'HUI

Dans l'arsenal des normes qui régissent l'ensemble des pratiques des acteurs du secteur du nucléaire, nous nous intéresserons particulièrement ici à celles qui visent à prévenir du danger des matières radioactives. En effet, si depuis les bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki, l'humanité doit vivre avec la possibilité de son annihilation, de sa destruction totale (Anders, 2008), il s'est depuis ajouté l'éventualité d'une destruction lente, par une mauvaise exploitation des déchets produits et stockés. La communication autour du danger et des « signes du danger » (Van Wyck, 2004) revêt donc une importance essentielle. Il existe actuellement deux normes complémentaires régissant cette signalisation du risque de radiation ionisante.

La norme ISO 361

Inventé aux États-Unis, dans le laboratoire de radiologie de l'université Berkeley, en 1946 et généralisé en 1948, le trèfle est le symbole le plus connu. Après quelques évolutions (il était à l'origine bleu et magenta, le magenta ayant été choisi pour son coût élevé, qui en faisait une couleur relativement rare), il a été stabilisé dans les années 1950 (et le jaune, plus commun, a été adopté, parce que visible de plus loin). Il fait l'objet d'une norme internationale ISO 361 depuis 1975. C'est le signe de référence. Mais est-il suffisamment explicite ? C'est « un motif supposé représenter l'activité émanant d'un atome » (Nels Garden, lettre de 1952), mais plusieurs exemples au cours du dernier demi-siècle ont montré qu'il était trop ambigu pour être immédiatement compréhensible.



Figure 1 : La norme ISO 361

Parmi les incidents nucléaires plus ou moins importants qui se produisent chaque année, certains sont précisément liés à un tel manque de clarté, à un problème de communication, un malentendu (Servais et Servais, 2009). Ainsi, en janvier et en février 2000, en Thaïlande, un appareil de radiothérapie au cobalt 60 (qui n'avait pas été utilisé depuis 1974) a été volé dans un entrepôt et les voleurs n'ont pas su déchiffrer le pictogramme. La source avait une activité de 16TBq. Les voleurs ont transporté l'appareil, des dizaines de personnes y ont été exposées pendant plusieurs jours. Le bilan humain de cette incompréhension du sens du pictogramme fut élevé : trois morts et des dizaines de blessés.
Cet incident nucléaire a été analysé par l'AIEA, qui y a vu : 1) les limites du trèfle pour symboliser le danger ; 2) le besoin d'un symbole complémentaire de mise en garde. (AIEA, 2002)
L'analyse des enquêteurs est sans concession :

> « The trefoil symbol on the source containers failed to convey the potential radiation hazard. The signs and warning labels that were present were not understood by the individuals who gained access to these containers. There is a need for an international review of the usefulness of the trefoil symbol and the possible need for a more intuitively understandable warning sign for Category 1 or 2 sources. If words are used in addition to symbols, they need to be in a language which is understandable to the local public and workers[1]. » (Ibid.)

Ainsi, pour l'AIEA, la compréhension du danger par *l'usager potentiel* est essentielle pour de tels signes, quels que soient sa culture, sa langue, son niveau d'éducation.

La nouvelle norme ISO 21482

Suite à cette prise de conscience, un groupe de travail international a été mis en place pour élaborer un nouveau symbole. L'Agence a conçu plusieurs symboles, avec différents motifs, différentes formes, différentes couleurs, et après quelques tests, en a retenu cinq. L'institut Gallup a ensuite été chargé d'une enquête dans 11 pays pour « tester » l'efficacité de ces logos et retenir celui qui serait le plus universel. « La vaste majorité des personnes interrogées dans onze pays n'avaient aucune idée de ce que le symbole [du trèfle] représentait et ignoraient tout des rayonnements. En fait, seuls 6 % des personnes interrogées en Inde, au Brésil et au Kenya ont reconnu le symbole pour ce qu'il représentait. » (*Bulletin de l'AIEA*, 2007).
Après cette phase de test, et conformément aux résultats de l'étude menée par Gallup, le nouveau symbole, qui vient compléter le précédent, est annoncé le 15 février 2007 conjointement par l'AIEA et l'ISO. Le trèfle a été conservé, mais assorti de flèches laissant comprendre la notion de rayonnement. Deux autres pictogrammes le complètent. Le « skull and crossbones » a été retenu comme symbole universel de mort[2], et le personnage courant vers la sortie apporte à cette signalisation une dimension qui était jusqu'alors seulement implicite : face à ce danger, il faut fuir. On pourrait lire ce nouveau symbole comme matérialisant en un regard l'alternative suivante : face aux émissions radioactives, il faut s'échapper ou mourir.



Figure 2 : La norme ISO 21482

Tels sont donc les deux symboles aujourd'hui retenus au niveau international pour protéger les populations du danger de l'irradiation. Mais si l'on peut déjà constater l'importance de la diversité culturelle dans l'élaboration du symbole, comment concevoir un signe capable de mettre en garde des populations qui seraient non pas d'une autre culture mais d'une autre époque ? Comment avertir les générations futures ?

LES AGENCES ET LE PROBLÈME D'UNE NORME DE SÛRETÉ ÉTERNELLE

Si le développement durable est bien au cœur de la démarche de normalisation, comment trouver une norme applicable « pour l'éternité » ? Comment les différents acteurs impliqués répondent-ils à cette problématique ? Nous allons présenter ici les actions mises en place par deux agences internationales (AIEA et AEN) et une agence nationale (Andra) et montrer leurs différentes approches de cette même question.

L'AIEA

Parmi l'ensemble des « principes fondamentaux de sûreté » de l'AIEA, dont l'objectif « est d'établir l'objectif fondamental de sûreté, et les principes et notions de sûreté qui constituent les bases des normes de sûreté de l'AIEA » (AIEA, 2007, p. 12), le septième s'applique à la « protection des générations actuelles et futures ».
Il est en effet de la responsabilité de l'agence d'établir des normes de sûreté applicables

> « à toutes les circonstances donnant lieu à des risques radiologiques [...] applicables, selon que de besoin, pendant la durée de vie de toutes les installations et activités, existantes et nouvelles, utilisées à des fins pacifiques ainsi qu'aux mesures de protection visant à réduire les risques radiologiques existants. Ils fournissent la base pour les prescriptions et les mesures de protection des personnes et de l'environnement contre les risques radiologiques, et de sûreté des installations et des activités pouvant être à l'origine de tels risques, notamment les installations nucléaires et les utilisations des rayonnements et des sources radioactives, le transport de matières radioactives et la gestion des déchets radioactifs. »

Le champ de responsabilité de l'agence s'étend donc sur toute la durée de vie des installations, allant jusqu'à la gestion des déchets radioactifs – et implique donc au niveau réglementaire une responsabilité vis-à-vis des usagers futurs.
L'un des quatre domaines de compétence de la Commission on Safety Standards concerne cette gestion du stockage des déchets, à travers le Waste Safety Standards Committee (Wassc). La sous-commission qui nourrit les travaux du Wassc et qui se

réunit spécifiquement pour élaborer des règles de sécurité et de signalisation applicables aux générations futures et pour mettre en place les conditions permettant d'empêcher toute intrusion humaine à l'avenir sur un site où seraient stockées des matières radioactives est le groupe Hidra (Human Intrusion in the Context of Disposal of Radioactive Waste), dont les travaux ont commencé en 2012, en deux cycles : Hidra 1 (2012-2014) et Hidra (2016-). L'objectif est de nourrir les réflexions de l'Agence pour la période suivant la fermeture des sites d'enfouissement de déchets nucléaires, et après leur phase de surveillance institutionnelle, lorsque ces sites entrent dans la phase dite « passive », mais également, et peut-être principalement, de donner des éléments pour faire évoluer la réglementation et les normes de sécurité édictées par l'Agence.

L'AEN

C'est pour répondre à ce même problème qu'a été mis en place en 2011 un groupe « Preservation of Records, Knowledge and Memory » (RK&M) au sein de l'Agence de l'Organisation de coopération et de développement économiques pour l'énergie nucléaire (AEN-OCDE). Dès 2011, lors d'un de ses premiers ateliers, la question de la standardisation des dispositifs de communication est posée :

> « Standardization of messages may be useful when considering records for the farther future - that is, for the time when national programmes may no longer be extant. One may want to: maximize visual and diagrammatic content; minimise textual presentation; prepare records in host language and major regional languages; and standardize content and the order of material to allow interpretation of fragmentary records. Also, it would be useful to have an international document on markers' messages[3]. » (AEN, 2011).

Là encore, le besoin de normalisation est mis en avant, mais aucune solution consensuelle n'a encore été trouvée ou proposée. L'AEN organise des colloques internationaux, réunit des experts, anime des groupes de travail. Son optique est plus théorique que l'AIEA, moins orientée vers la création de normes de sécurité que vers l'aide à la décision pour les pays membres. Il s'agit pour l'essentiel de « satisfaire la demande des pays membres désireux de faciliter les échanges et de nourrir leurs réflexions » (site AEN/RKM).

L'Andra

En France, l'Andra est l'agence chargée par l'État d'une double mission : organiser une réflexion publique et institutionnelle, et mettre en place la politique d'enfouissement. L'agence a mis en place un « programme Mémoire », qui collabore avec RK&M, avec lequel a été notamment co-organisé en 2014 un colloque international « Constructing Memory » (Andra/AEN, 2014).
Ce colloque réunissait, au-delà des spécialistes du nucléaire, des philosophes, des géographes, des sémiologues (Centre de recherches sémiotiques de l'université de Limoges, Ceres), des chercheurs en SIC, des archéologues et des artistes.

La pérennité physique des archives de l'Andra est assurée par l'usage de papier permanent (norme ISO 9 706, puis ISO 11 108) ; des recherches sont actuellement conduites sur un disque de saphir capable de stocker 40 000 pages, lisible durant un million d'années. Les recherches sur la pérennité physique du stockage et sur la pérennité sémiotique du message vont ainsi de pair.

La finalité générale est la même pour ces trois acteurs (assurer la sécurité des sites et empêcher toute intrusion future), mais les trois groupes n'ont pas les mêmes enjeux : Hidra doit alimenter un document normatif international (« provide recommendations to Wassc for future updates of safety standards », AIEA, 2017) ; l'Andra doit concevoir sa propre solution, en respectant le cadre réglementaire international ; RK&M a un rôle davantage consultatif : faire avancer la réflexion pour alimenter les travaux des différents acteurs nationaux.
Par le travail complémentaire de ces différents acteurs, le processus de normalisation est en cours et le groupe Hidra, tout comme le groupe RK&M, devraient présenter des résultats au cours de l'année 2018 afin de nourrir les travaux de l'AIEA et de l'AEN.

L'USAGER ABSENT

Les agences internationales et nationales sont donc confrontées à la même problématique et mettent toutes en place des commissions et groupes de travail *ad hoc* pour trouver une solution efficace. Mais la situation étudiée possède un caractère exceptionnel : la norme sur laquelle un consensus sera établi ne commencera à s'appliquer qu'après la fermeture des sites de stockage et à la fin de leur phase de surveillance, quand ils entreront dans leur phase passive – c'est-à-dire au plus tôt dans 500 ans (quelques centaines d'années après la fin de période de surveillance du site).

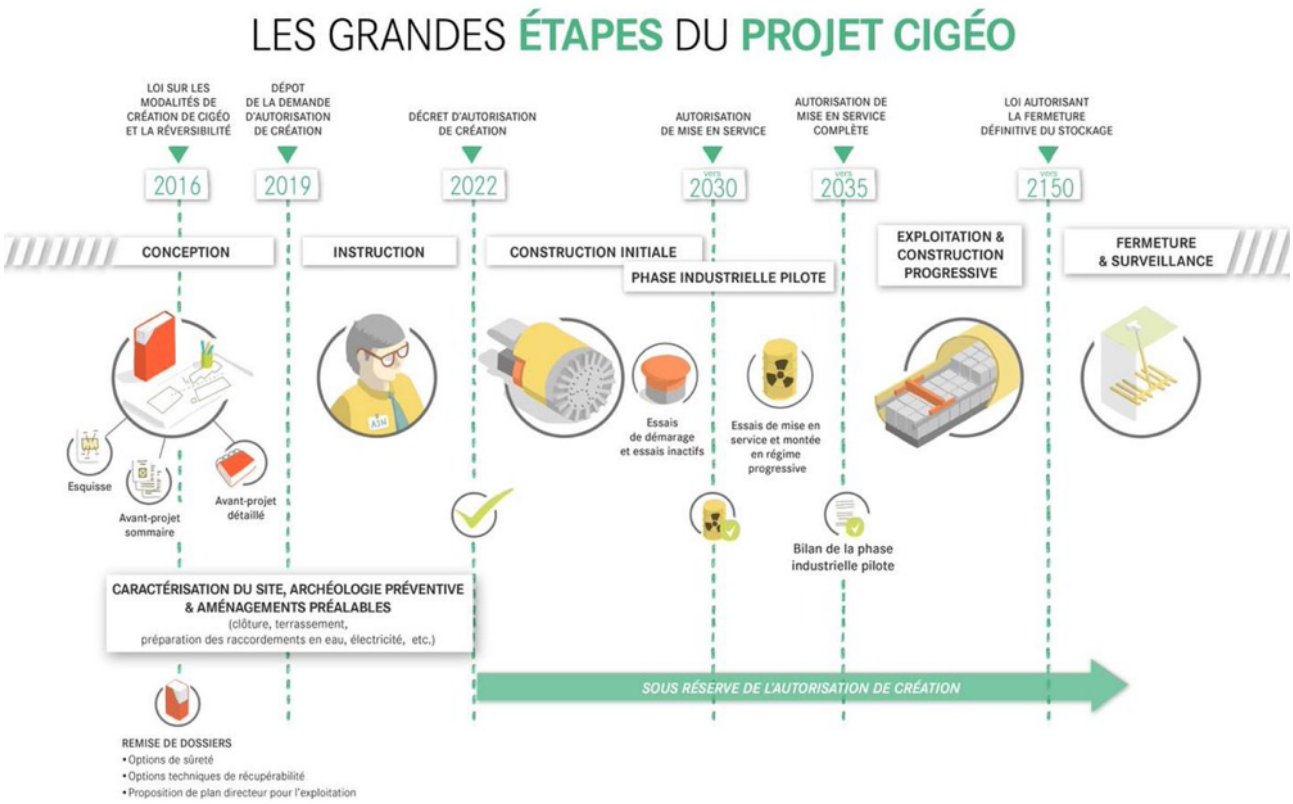


Figure 3 : Les grandes étapes du projet Cigéo. © Andra 2018.

Au regard de ce que sont une norme et une pratique de normalisation, le secteur du nucléaire possède des caractéristiques uniques. Comment les organismes internationaux et nationaux peuvent-ils établir non pas une norme durable, mais une norme qui préserve (et rende possible) la durabilité de l'information ?

Un paradoxe : une norme efficace seulement si elle n'est pas appliquée

Si la normalisation vise à encadrer la production d'objets ou de pratiques répandues, tel n'est pas le cas ici : il s'agit non seulement d'encadrer une pratique très rare (aucun site de stockage géologique profond n'est encore fermé à ce jour, et il n'y en existera que peu à terme, en tout état de cause), mais d'une normalisation *ex ante* : il n'est pas question de *mettre de l'ordre* dans des pratiques, mais de *donner naissance* à une pratique, dont les acteurs n'auront pas un usage « commun et répété » (ISO/CEI, 2004) mais unique et éternel. Plus encore, la finalité du message de mise en garde à élaborer représente un paradoxe, une « injonction paradoxale » au sens de l'école de Palo Alto (Watzlawick, 1972) : en effet, le sens du message d'avertissement autour des sites de

stockage visant à éviter toute intrusion est le suivant : « Look ! Here lies nothing » (« Regardez ! Ici, il n'y a rien », Van Wyck, 2004).
Par ailleurs, l'efficacité du dispositif – qui ne pourra de toute façon jamais être évaluée par ceux qui l'ont établi – sera maximale si *personne* ne vient sur le site de stockage, si personne ne fore dans le sol, mettant en danger la sécurité du site.
Dès lors, le but de la norme est qu'il n'y ait pas d'usager de la norme, que personne ne vienne sur ces sites, ou que ceux qui viennent en repartent aussitôt. En somme, il s'agit d'une norme qui concerne une situation qui, idéalement, ne doit pas se produire.

Qui est l'usager de cette norme ?

Si une norme définit un langage commun entre producteurs, ainsi qu'entre producteurs et usagers, comment normaliser en l'absence d'usagers ? Si l'on reprend l'exemple de l'accident thaïlandais, l'AIEA écrivait :

> « There is a history of people, in particular those persons with insufficient technical education or background, receiving serious injuries or fatalities from handling large sealed radioactive sources and not correctly understanding the meaning of the basic ionizing radiation symbol on the source. The ability to interpret and understand the symbol is of crucial importance for all people[4]. »

Mais si l'agence a pu effectuer des tests dans onze pays pour vérifier l'universalité de la compréhension avant de mettre à jour ses normes de mises en garde, il est bien évidemment impossible de procéder de la même façon avec d'éventuels « usagers » futurs. Pourtant, la norme n'est-elle pas censée organiser « les pratiques et les systèmes de représentations des individus appelés à l'utiliser et à l'approprier » (Régimbeau, 2013) ? En somme, la difficulté à élaborer ici un message d'avertissement unique et qui fasse l'unanimité s'explique certainement par le fait que, par définition, il n'y a pas d'utilisateur pour éprouver la norme, se l'approprier.
En l'absence d'utilisateurs, il ne peut y avoir de logique d'usage qui soit prise en compte. Pourtant, selon Jacques Perriault (2015), « Les seuls espaces de négociation […] sont aujourd'hui bien en amont du service, au niveau des commissions de normes et standards (ISO, W3C). De 2000 à 2010, ces instances ont progressivement intégré des paramètres prenant en compte usage et logique de l'usage. »
Pour pallier l'absence de cet usager, les institutions anticipent alors deux types d'usagers différents, et optent en conséquence pour deux stratégies, qui peuvent être complémentaires dans la stratégie *dual-track* promue par l'Agence de l'énergie nucléaire (AEN, 2014) : dans le premier axe, l'accent sera mis sur les archives, sur la mémoire institutionnelle, sur une transmission médiée de l'information au sujet de la localisation du site, de ses caractéristiques, etc. ; dans le second cas, l'accent sera mis sur le site même, par des « barrières », des « marqueurs », des messages de mise en garde *in situ*. Dans le premier cas, ce qui importe, c'est la robustesse de l'archive, sa redondance, sa multiplication, afin de préserver l'information et de la transmettre de génération en génération ; dans le second cas, ce qui importe, c'est la compréhension

immédiate par la personne qui accédera au site pendant toute la phase passive, quel que soit le moment de la « rencontre » avec le message.
Par ailleurs, les différentes agences adoptent une approche par scénario – avec toutefois de fortes disparités méthodologiques entre elles –, toujours dans le but de définir l'usager du site et le destinataire des marqueurs d'avertissement.
Le groupe RK&M se livre à une analyse des risques poussée. On trouve ainsi un tableau recensant dix types de risques à anticiper, parmi lesquels la curiosité, la cupidité, la négligence, l'ignorance ou le sens des responsabilités. Pour chacun d'entre eux, est décrite la motivation principale : la recherche de profit, la pauvreté qui pousse à rechercher des matières rares, empêcher un site de contaminer son environnement, l'indifférence. Dans chacun des dix cas, les analystes évaluent la perception des risques par le destinataire : cela va de « nulle » pour le risque lié à « l'ignorance » à « très forte » pour le risque lié au « sens des responsabilités ». Est ensuite décrite la forme d'intrusion associée à chaque risque : intrusion délibérée et violente, exploration de l'environnement souterrain par forage, etc. Enfin, ce tableau étant dressé, c'est l'efficacité du marquage qui est décrit : effet important contre la curiosité ou le sens des responsabilités, effet limité pour l'ignorance, effet faible pour l'avarice. On remarque que sur les cinq critères retenus, quatre concernent l'« usager » du site (type de risque, motivation, perception du risque, moyens mis en œuvre), et un seul l'émetteur (effet du marquage).

NEA/RWM/R(2013)5

	Risk type	Driving force for action or reasons for non-action	Risk perception	Form of realisation	Protection factor (effect) of a marking programme on intrusion
1	Greed	Ruthless profit-orientation of individual interests (speculative investors, example "stock market" or "treasure-hunting", see point 4)	Tends to be low as profit orientation dominates and strongly influences risk perception	Violent and deliberate plundering of a site with the purpose of acquiring valuable objects	Small to minimal effect as the driving motive dominates possible precautionary measures, pre-programmes destruction of the marking
2	Adversity	Alleviating materially intolerable living conditions (poverty in "3rd world countries", example "theft of medical radioactive sources")	Minimal, negligible in the adversity situation	Violent plundering of a site with the purpose of acquiring valuable objects to improve existential hardship	Small to minimal effect as hardship is considered more threatening than the risk from the repository; destruction of near-surface marking likely
3	Curiosity	Satisfying the drive by fulfilling the need: appropriation of knowledge for individual use (researchers; example "archaeology")	Average to high, depending on what individual preferences dominate	Deliberate intrusion into the underground environment and the repository possible	Relatively large effect of marking, particularly underground
4	Profit maximization	Retrieval of emplaced, economically potentially lucrative materials such as waste (treasure-seekers, example "recovery of gold and silver and everyday objects from sunken ships")	Small to large, depending on whether processes are coupled	Deliberate intrusion into the repository, cost of intrusion determines the economic success of the undertaking	Relatively large effect of marking, particularly for underground structures
5	Sense of responsibility	Averting danger from a leaking repository (clean-up programme, examples "decommissioning of hazardous waste disposal sites in Switzerland")	High, knowledge of danger potential good	Deliberate intrusion into the repository, costs of intrusion relative to health risk	Large effect of marking, particularly for underground structures and disposal tunnels
6	Herostratism, wilfulness, fanaticism	Satisfying the drive by fulfilling the need: appropriation of hazardous material for destructive purposes and for harming others (e.g. terrorism)	High because the source of danger is deliberately being sought to use it for destructive ends	Deliberate and presumably fast and violent intrusion with the purpose of acquiring hazardous material	Large effect of marking, particularly for underground structures and disposal tunnels

Table 4.1a: Overview of potential risk scenarios for intrusion into a radioactive waste repository and protection factors of marking programmes

	Risk type	Driving force for action or reasons for non-action	Risk perception	Form of realisation	Protection factor (effect) of a marking programme on intrusion
7	Lack of interest	Absolute indifference to source of danger, complete blanking out of danger	Minimal, risk is not recognised or, at best, played down	Risk of intrusion only in the case of exploration of underground environment	Marking presumably has only a restricted effect
8	Negligence	Indifference to source of danger, complete blanking out of danger	Minimal, risk is not correctly perceived	Risk of intrusion only in the case of exploration of underground environment	Marking presumably has only a restricted effect
9	Ignorance	Loss of knowledge of a potential danger and of the know-how and possibilities for recognising the danger: exploration and use of the underground environment possible	No risk perception because source of danger is not known	Risk of intrusion in the case of exploration of underground environment	Marking presumably has only a restricted effect
10	Coupled processes (e.g. ignorance and curiosity)	Realignment of interests and assessment of danger possible	Minimal to large depending on the scenario	Risk of intrusion in the case of exploration of underground environment	Effect of marking varies

Table 4.1b: Overview of potential risk scenarios for intrusion into a radioactive waste repository and protection factors of marking programmes

Figure 4 : Un exemple de tableau anticipant les risques selon l'approche par scénario (Buser/AEN, 2013)

Un autre tableau analyse spécifiquement le risque d'intrusion dans un site qui serait situé mille mètres sous terre. Là encore, treize scénarios sont conçus, allant de la construction de tunnels au forage profond, de l'ouverture du site pour stocker de nouveaux déchets à l'exploration archéologique. Là encore, les motivations des générations futures sont décrites à chaque fois (recycler des ressources, recherche de matières brutes, fanatisme), ainsi que les technologies nécessaires à l'intrusion. Enfin, l'utilité du marquage est évaluée pour chacun des cas, ainsi que sa localisation (en surface, dans le site souterrain, marquage inutile, etc.). Trois des catégories concernent l'usager, ses motivations, tandis qu'une seule concerne le marquage. On notera enfin que parmi les 23 scénarios envisagés par RK&M, 18 concernent des intrusions intentionnelles.

À l'inverse, le groupe Hidra s'intéresse exclusivement, par choix, aux intrusions non intentionnelles. Dans la mesure où il est impossible de prévoir ou d'anticiper toute action humaine future, « the only reasonable and credible approach is to assume present-day technology and habits[5] » (AIEA, 2017b). Les experts développent donc des « stylized scenario » afin de ne pas « introduire des scénarios trop spéculatifs », simplifiant volontairement à l'extrême les hypothèses. Pour ce faire, ils conçoivent un pays fictif, Hidrania, à partir duquel ils développent leur analyse des risques. Leur rapport retient finalement trois scénarios : forage profond, minage profond, minage non conventionnel. L'accent est placé sur le risque sanitaire : qui est touché en premier ? Quelles sont les conséquences pour la santé de chacun des trois scénarios ?

La question théorique de l'usager ou du destinataire absent intéresse peu les acteurs, qui la chassent en considérant qu'il s'agit de « spéculations gratuites » (AIEA, 2017b). Elle est traitée à travers les scénarios, qui visent à circonscrire le destinataire, à le faire entrer dans une typologie. Mais le paradoxe de l'incertitude radicale autour de sa nature se lit dans le raisonnement suivant :

> « The question regarding the recipients of a message or a warning about a repository was undoubtedly identified at an early stage, but seems to be of only limited interest, as it does not involve any additional input for instruction on how to act. Systematic analysis of scenario could, however, provide important

> information on how to design information depending on to whom it is addressed to in the future (i.e. primitive versus advanced civilisation)[6]. » (Buser, 2013, p. 37, nous soulignons)

Ainsi, la question du destinataire des messages sur lesquels les différents acteurs travaillent afin d'aboutir à un résultat normé au niveau international et dans le temps long a été identifiée dès le début des travaux de ces organismes, mais écartée comme étant non pertinente du point de vue opérationnel. Toutefois, l'approche par scénario – qui, sous des formes diverses, reste la méthode la plus largement adoptée pour aider les organismes à prendre des décisions concernant le temps long – repose largement sur l'anticipation du destinataire. À ce stade, les agences travaillent avec ce paradoxe et ne l'ont pas encore dépassé.

CONCLUSION : METTRE DE L'ORDRE DANS L'INCERTITUDE DU DEVENIR, UNE TÂCHE IMPOSSIBLE ?

À l'image de ce que Jacques Perriault (2011) affirme pour la normalisation numérique, la création de normes peut-elle se passer ici de l'apport des sciences sociales ? En analysant les travaux de l'AIEA, de l'AEN et de l'Andra, nous entendons étudier une situation de recherche de consensus dans un champ technique qui a largement recours à l'interdisciplinarité, aux sciences humaines. Mais si l'apport des sciences humaines est systématiquement convoqué pour prendre en compte la durabilité de la norme à établir, c'est souvent pour créer un effet de vertige, de longue durée – et finalement très peu pour un éventuel apport conceptuel. Il en va de même pour la littérature : si des auteurs sont invités à participer à des groupes de travail, ce sera en vertu des capacités d'imagination et d'anticipation qu'on leur suppose – d'où la présence régulière d'auteurs de science-fiction (Benford, 1994, revient sur cette expérience et sur les différents scénarios établis).

Les groupes de travail développent une pensée par scénario, par évaluation des risques potentiels, des destinataires potentiels du message d'avertissement. L'apport de recherches sur la nature de la communication avec un destinataire absent (Douyère, 2011 ; 2012 ; Derrida, 1980) n'est pas du tout pris en compte – puisqu'au contraire, la pensée par scénario vise à figer les destinataires possibles et à concevoir un message en fonction de ces situations et de ces profils prédéterminés. Une recherche théorique sur cette « communication avec l'absent » reste donc à mener et ses résultats pourraient se révéler fructueux pour le secteur du nucléaire, confronté à ce redoutable défi : établir une norme consensuelle sans connaître l'usager à qui elle s'appliquera.

BIBLIOGRAPHIE

AEN/OCDE, *Risques liés à l'intrusion humaine sur les sites d'évacuation de déchets*

nucléaires, Paris, AEN/OCDE, 1989.
AEN, Expert Group on Preservation of Records, Knowledge and Memory across Generations, The Preservation of Records, *Knowledge and Memory (RK&M) Across Generations Workshop Proceedings*, AEN, Issy-Les-Moulineaux, 11-13 oct. 2011.
AEN, *Glossary of terms*, Vienne, AEN, 2014.
AIEA, *The Radiological Incident in Samut Prakarn*, Vienne, AIEA, 2002.
AIEA*, Principes fondamentaux de sûreté*, coll. « Normes de sûreté de l'AIEA », Vienne, AIEA, 2007.
AIEA, *Hidra report*, final draft, Vienne, AIEA, 2017.
AIEA, *Bulletin de l'AIEA*, vol. 48, n° 2, mars 2007, p. 70. En ligne sur : , consulté le 30 avril 2018.
Anders, G., *Hiroshima est partout*, Paris, Seuil, 2008
Andra, *Mémoire pour les générations futures*, Paris, Andra, sept. 2014.
Andra/AEN, An International Conference and Debate on the Preservation of Records, Knowledge and Memory of Radioactive Waste Across Generations, Verdun, 15-17 septembre 2014. En ligne sur : http://www.constructing-memory2014.org/
Andra, « Préservation de la mémoire pour les déchets de type HA-MAVL », *43e réunion du GT PNGMDR*, 5 mars 2014.
Andra, Centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche (50) situé sur la commune de Digulleville. Mémoire de synthèse pour les générations futures (destinée à maintenir une connaissance minimale aux générations prochaines et à toutes celles qui se succéderont jusqu'en 2500 au moins, Archive historique, DD.NSY.ADSQ.07.0017, 2008.
Andra/Afite, « La mémoire industrielle au service des générations futures », 11 déc. 2007.
Barthe, Y., « Les qualités politiques des technologies. Irréversibilité et réversibilité dans la gestion des déchets nucléaires », *Tracés*, n° 16, 2009, p. 119-137.
Benford, G., « Comporting ourselves to the future: Of time, communication, and nuclear waste », *Journal of Social and Evolutionary Systems*, vol. 17, n° 1, 1994, p. 91-113. En ligne sur : http://escholarship.org/uc/item/4n45x70r#page-1
Brill, M., Site Design to Mark the Dangers of Nuclear Waste for 10,000 Years, Buffalo, The Buffalo Organization for Social and Technological Innovation, 1991.
Brundtland, G. H., *Our Common Future*, New York, United Nations, 1987.
Buser, M., Literature Survey on Markers and Memory Preservation for Deep Geological Repositories, Paris, OCDE/AEN, NEA/RWM/R(2013)5, 2013.
Dacheux, E., « La communication, éléments de synthèse », *Communication et langages*, vol. 141, n° 1, 2004, p. 61-70.
Derrida, J., *La Carte postale*, Paris, Flammarion, 1981.
Douyère, D., « Un dialogue est-il possible sans interlocuteur ? Le dialogue mystique chrétien comme figure dialogique solipsiste : une ventriloquie divine ? De Catherine de Sienne et son "dialogue" avec Dieu », Dialogue et Représentation, *13e conférence internationale sur l'analyse du dialogue, IADA — International Association for Dialogue Analysis (IADA)*, Université de Montréal (Québec, Canada), 26-30 avril 2011.
Douyère, D., « Vingt-cinq propositions concernant la "communication" et les modalités d'une recherche concernant des phénomènes communicationnels », in Bratosin, S.,

Bryon-Portet, C. et Tudor, M. A. (dir.), Épistémologie de la communication : bilan et perspectives, Actes du workshop international Essachess Technopolis, 2e éd., Iasi (Roumanie), Institutul European, « *Colloquia* », 2012, p. 55-74.
Guzman, M., Hein, A.M. et Welch, C., Eternal Memory : Long-Duration Storage Concepts for Space, *66th International Astronautical Congress*, Jerusalem (Israel), oct. 2015.
Healey, C., The « Forever Problem »: Nuclear Waste as Information, *iConference 2013 Proceedings*, p. 659-661.
Hora, S. C., von Winterfeldt, D. et Trauth, K. M., Expert Judgment on Inadvertent Human Intrusion into the Waste Isolation Pilot Plant, Sandia Report, Sandia National Laboratories, Albuquerque (NM, É.-U.), décembre 1991.
ISO/IEC, *Guide 2. Normalisation et activités connexes. Vocabulaire général*, Genève, ISO, 2004.
ISO, *Découvrir ISO 26 000*, Genève, ISO, 2014.
Jonas, H., *Pour une éthique du futur* (notamment « Sur le fondement ontologique d'une éthique du futur »), Paris, Rivages, 1998.
Levesque, S., « Stockage des déchets nucléaires : la communication à travers les millénaires. L'hypothèse cléricale de Sebeok réinterprétée avec Latour et Lotman », *Cygne noir, revue d'exploration sémiotique*, n° 5, 2017. En ligne sur : .
Madsen, M., *Into Eternity*, production : Danemark/Finlande/Suède/Italie, Atmo Media Network & Film i Väst, DVD, 75 min., 2011.
Monsaingeon, B., Homo Detritus. *Critique de la société du déchet*, Paris, Seuil, coll. « Anthropocène », 2017.
Nolin, J., « Communicating With the Future. Implications for nuclear waste disposal », *Futures*, vol. 25, n° 7, 1993, p. 778-791.
Perriault, J. et Vaguer, C., *La Norme numérique. Savoir en ligne et Internet*, Paris, CNRS éditions, 2011.
Perriault, J., « Retour sur la logique de l'usage », *Revue française des sciences de l'information et de la communication* (en ligne), n° 6, 2015. En ligne sur : , consulté le 30 avril 2018.
Régimbeau, G., « Petit glossaire des notions centrales de ce numéro », *Hermès*, n° 66, 2013, p. 18.
Sebeok, T., « Pandora's Box : Why and How to Communicate 10 000 Years Into the Future », *General Semantics Bulletin*, n° 49, 1982, p. 23-46.
Sebeok, T., *Communication Measures to Bridge Ten Millenia*, Office of Nuclear Waste Isolation, 1984.
Servais, C. et Servais, V., « Le malentendu comme structure de la communication », *Questions de communication*, n° 15, 2009, p. 21-49.
Tranchard, S., « Des normes ISO pour un espace plus sûr et plus propre », ISO [en ligne], 9 oct. 2013. En ligne sur : <www.iso.org/fr/news/2013/10/Ref1784.html>, page consultée le 30/06/2018.
Unesco, *Déclaration sur les responsabilités des générations présentes envers les générations futures*, 12 nov. 1997.
Van Wyck, *Signs of Danger. Waste, Trauma and Nuclear Threat*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 2004.
Watzlawick, P. (dir.), *Une logique de la communication*, Paris, Seuil, 1972.

Wheeler, J., « When What Goes Up Does Not Come Down - Dealing with Debris », *Satellite Today*, 16 déc. 2016.
Wikander, O., « Don't Push this Button: Phoenician Sarcophagi, “Atomic Priesthoods” and Nuclear Waste », *Vetenskapssocieteten i Lund Årsbok*, 2015.
Wikander, O., « Language, nuclear waste and society. The preservation of knowledge over vast periods of time and its relevance for linguistics », *Lychnos*, 2015, p. 7-25.
World Nuclear Association, « Radioactive Waste Management », juin 2017. En ligne sur : <www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/radioactive-waste-management.aspx>, consulté le 14/01/2018.

[1] « Le symbole du trèfle sur les containers n’a pas réussi à communiquer le danger potentiel de radiation. Les signes et étiquettes d’avertissement qui étaient présents n’ont pas été compris par les individus qui ont accédé à ces containers. Nous avons besoin d’une étude internationale sur l’utilité du symbole du trèfle et sur l’éventuel besoin d’un signe d’avertissement compréhensible de façon plus intuitive pour les sources de catégorie 1 et 2. Si des mots sont utilisés en plus de symboles, ils doivent être dans une langue compréhensible par les populations et les travailleurs locaux. » [notre traduction]

[2] Van Wyck (2004) remet toutefois en cause cette apparente universalité du symbole, citant notamment les festivités associées au Dia de los Muertos au Mexique. Il parle d’« aveuglement culturel » (p. 83) et estime que, dans ces festivités, le symbole a une connotation positive bien plus que dissuasive.

[3] « La standardisation des messages peut s’avérer utile quand il s’agit d’archives pour le futur plus lointain – c’est-à-dire pour le moment où les programmes nationaux n’existeront plus. On pourrait donc envisager de : maximiser le contenu visuel et diagrammatique ; minimiser la présentation textuelle ; préparer des archives dans la langue hôte et dans les principales langues régionales ; et standardiser le contenu et l’ordre du matériau pour permettre l’interprétation d’archives fragmentaires. Par ailleurs, il serait utile d’avoir un document international sur les messages des marqueurs. » [notre traduction]

[4] « On recense plusieurs cas de personnes – en particulier avec une éducation ou une expérience techniques insuffisantes – qui ont eu des blessures sérieuses ou des accidents mortels parce qu’elles avaient manipulé des sources radioactives scellées et n’avaient pas bien compris le sens du symbole de radiation ionisante sur la source. La capacité à interpréter et comprendre le symbole est d’une importance cruciale pour tous. » [notre traduction]

[5] « la seule approche raisonnable et crédible consiste à partir des technologies et habitudes actuelles » [notre traduction].

[6] « La question du destinataire d’un message ou d’un avertissement au sujet des sites de stockage a clairement été identifiée à un stade précoce, mais semble d’un intérêt limité, dans la mesure où elle n’implique pas de données additionnelle pour les instructions d’action. L’analyse systématique de scénario pourrait cependant fournir d’importantes informations sur la façon de présenter l’information en fonction de ceux à

qui elle est destinée dans le futur (c’est-à-dire une civilisation primitive ou avancée) » [notre traduction ; nous soulignons]